



Université de Constantine 3
Faculté d'architecture et d'urbanisme
Département d'architecture

**RISQUE INDUSTRIEL : IMPACT DE LA PERFORMANCE DE LA
MORPHOLOGIE ET DE LA PLANIFICATION URBAINE DANS LA VILLE
DE SKIKDA**

THESE

**Présentée pour l'Obtention du
Diplôme de Doctorat en Sciences en urbanisme**

**Par
Ghani BOUDERSA**

**Année Universitaire
2023-2024**



Université de Constantine 3
Faculté d'architecture et d'urbanisme
Département d'architecture

N° de Série :

N° d'Ordre :

**RISQUE INDUSTRIEL : IMPACT DE LA PERFORMANCE DE LA
MORPHOLOGIE ET DE LA PLANIFICATION URBAINE DANS LA
VILLE DE SKIKDA**

THESE

**Présentée pour l'Obtention du
Diplôme de Doctorat en Sciences en urbanisme**

**Par
Ghani BOUDERSA**

Devant le Jury Composé de :

| | | | |
|----------------------|------------|------------|---------------------------|
| Houria ARIANE | Présidente | Professeur | Université Constantine 3 |
| Tayeb SAHNOUNE | Directeur | Professeur | Université Constantine 3 |
| Ouassila BENDJABALAH | Examineur | MCA | Université Constantine 3 |
| Ahmed BOUSMAHA | Examineur | Professeur | Université Oum El Bouaghi |
| Kamal Youcef | Examineur | MCA | Université Biskra |
| Naim HARKAT | Examineur | MCA | Université Sétif |

**Année Universitaire
2023-2024**

REMERCIEMENT

Tout d'abord, je remercie **ALLAH**, le Tout Puissant, de m'avoir donné la force et la patience d'accomplir ce travail doctoral. C'est par sa volonté que j'ai pu mener à bien cette thèse.

Je tiens ensuite à remercier mon directeur de thèse, le Professeur Tayeb SAHNOUNE pour avoir accepté d'encadrer ce travail doctoral. Ses conseils avisés et son soutien constant ont été déterminants dans l'accomplissement de cette recherche.

Je remercie également le Professeur MAHIMOUD Aissa, faculté d'architecture et urbanisme, pour ses conseils et son accompagnement durant la réalisation de cette thèse dans les meilleures conditions.

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres du jury qui me font l'honneur d'évaluer et d'expertiser ce modeste travail.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mes collègues et amis, notamment BELARBI Lakhdar, HAKIMI Amine, Atef AHRIZ et Soufiane FEZZAI, pour leur amitié indéfectible et leur aide tout au long de ce parcours.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de cette thèse. Leur soutien a été des plus précieux.

DEDICACE

Je dédie cette thèse :

A ma regrettée mère GHANIA, ALLAH yarhamha, pour son amour et ses sacrifices.

A mon regretté père LAHBASSI, ALLAH yarahmou, pour m'avoir transmis la persévérance.

A ma regrettée sœur SONIA, ALLAH yarhamha,

A ma chère épouse ASMA et à mes chers enfants TAHA ABDERRAHMENE et GHINA, pour leur soutien et leur patience durant ces longues années.

A mes chère frères AMMAR, NAIM et RAOUF, pour leur soutien.

A mes fidèles amis Adel, Nadir, Hayder, Amine, Atef, Sofiane, Radouane et à tous les autres, pour leur amitié indéfectible et leurs encouragements.

C'est à vous tous que je dédie ce travail, en témoignage de ma profonde affection.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|-----------|
| TABLE DES MATIERES..... | IV |
| LISTE DES FIGURES | IX |
| LISTE DES TABLEAUX | XI |
| LISTE DES ABREVIATIONS | XII |
| RESUME | IV |
| ABSTRACT | V |
| ملخص | VI |
| | |
| CHAPITRE I : CHAPITRE INTRODUCTIF..... | 1 |
| INTRODUCTION GENERALE :..... | 1 |
| 1.1 Problématique : | 3 |
| 1.2 Hypothèse : | 6 |
| 1.3 Objectifs de la recherche : | 7 |
| 1.4 Méthodologie : technique d'analyse et d'investigation : | 7 |
| 1.5 Structure de la thèse : | 9 |
| 1.6 Aperçu sur l'état de l'art : | 13 |
| | |
| CHAPITRE II : APPROCHE CONCEPTUELLE DE LA NOTION DE « RISQUE » ET « RISQUE URBAIN »..... | 18 |
| INTRODUCTION : | 18 |
| 2.1 Le risque majeur : | 18 |
| 2.1.1 L'aléa : | 19 |
| 2.1.2 Enjeux : | 19 |
| 2.1.3 La vulnérabilité..... | 21 |
| 2.2 Evaluation du risque : | 22 |
| 2.3 La fréquence du risque : | 25 |
| 2.4 Risque ou danger | 26 |
| 2.5 Prévention, prévision et culture du risque : | 27 |
| 2.6 L'étude du risque : | 27 |
| 2.7 La gestion du risque : | 28 |
| 2.8 Risque urbain : | 30 |
| 2.9 Classification de risque : | 34 |
| 2.9.1 Les risques naturels : | 35 |
| 2.9.2 Les risques anthropiques : | 37 |
| 2.9.3 Les risques sociaux : | 39 |

| | | |
|-------------------------|---|-----------|
| 2.9.4 | Les risques sanitaires : | 40 |
| 2.9.5 | Les risques environnementaux : | 40 |
| 2.10 | La résilience urbaine comme moyen de gestion de risque urbain : | 41 |
| 2.10.1 | La résilience urbaine : | 41 |
| 2.10.2 | Ville durable ou résilience urbaine : | 42 |
| CONCLUSION | | 43 |

CHAPITRE III : LA VILLE FACE AUX RISQUES INDUSTRIELS..... 45

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| INTRODUCTION | | 45 |
| 3.1 | Les risques industriels dans la ville : | 46 |
| 3.2 | Causes et effets d'un accident industriel : | 48 |
| 3.2.1 | Les causes : | 48 |
| 3.2.3 | Les conséquences sur la ville : | 52 |
| 3.3 | Classification des sites industriels : | 56 |
| 3.4 | Evaluation de la démarche de maîtrise des risques à la source : | 58 |
| 3.5 | Probabiliste et déterministe dans la gestion du risque industriel : | 62 |
| 3.5.1 | La démarche déterministe : | 62 |
| 3.5.2 | La démarche probabiliste : | 63 |
| 3.6 | La maîtrise d'urbanisation comme solution : | 63 |
| CONCLUSION | | 65 |

CHAPITRE IV : LES RISQUES INDUSTRIELS DANS LES VILLES ALGERIENNES : REALITE, DEFIS ET PLANIFICATION URBAINE..... 67

| | | |
|---------------------------|--|-----------|
| INTRODUCTION | | 67 |
| 4.1 | Le risque industriel en Algérie..... | 68 |
| 4.2 | Etat et statistique des établissements à risque dans les villes algériennes : | 70 |
| 4.3 | Outils, Lois et Instruments de Planification en Algérie et leur Impact sur la gestion des risques industriels..... | 73 |
| 4.3.1 | Loi et réglementation..... | 74 |
| 4.3.2 | Les plans de prévention : | 76 |
| 4.4 | Planification urbaine et instrument d'urbanisme : | 79 |
| 4.4.1 | Les instruments d'urbanisme PDAU et POS : | 83 |
| 4.4.2 | Impacte des instruments d'urbanisme sur la gestion des risques industriels : | 88 |
| CONCLUSION | | 92 |

CHAPITRE V : INFLUENCE DE LA MORPHOLOGIE URBAINE SUR LA GESTION DES RISQUES INDUSTRIELS 94

| | |
|--|------------|
| INTRODUCTION | 94 |
| 5.1 La performance de l'espace urbaine, indicateur révélateur de la résilience urbaine : | 95 |
| 5.1.1 La concentration humaine : | 96 |
| 5.1.2 La connectivité et intégration urbaine : | 97 |
| 5.2.3 L'accessibilité : | 98 |
| 5.2 La morphologie urbaine : | 100 |
| 5.2.1 Définition : | 100 |
| 5.2.2 Impacte de la morphologie urbaine sur la résilience des villes face aux risques industriels : | 102 |
| 5.2.3 Analyse morphologique..... | 105 |
| 5.3 La modélisation comme outil d'analyse de la morphologie urbaine : | 107 |
| 5.3.1 Les SIG comme outils | 109 |
| 5.3.2 La Space Syntax comme outil : | 111 |
| 5.3.2.1 La configuration spatiale : | 113 |
| 5.3.2.2 Représentation de l'espace en syntaxe spatiale : | 114 |
| 5.3.2.3 Les mesures de la syntaxe spatiale : | 114 |
| 5.3.3 La carte axiale comme outil de diagnostic de la performance urbaine : | 116 |
| CONCLUSION : | 120 |
| | |
| CHAPITRES VI : INTRODUCTION A LA VILLE DE SKIKDA..... | 122 |
| INTRODUCTION : | 122 |
| 6.1 Situation de la ville : | 122 |
| 6.2 La topographie : | 124 |
| 6.3 L'activité sismique : | 127 |
| 6.4 Le climat : | 128 |
| 6.4.1 Les précipitations : | 130 |
| 6.4.2 Les vents : | 134 |
| 6.5 La zone industrielle pétrochimique de la ville de Skikda : | 136 |
| CONCLUSION : | 139 |
| | |
| CHAPITRE VII : INTERACTIONS ET ÉQUILIBRE : SKIKDA ET SA ZONE INDUSTRIELLE PETROCHIMIQUE..... | 141 |
| INTRODUCTION : | 141 |
| 7.1 Évaluation des risques industriels dans les villes exposées à un haut risques : Analyse des indicateurs de vulnérabilité et de coexistence : | 142 |
| 7.2 Evaluation des indicateurs de coexistence entre la ville de Skikda et la zone industrielle pétrochimique : | 144 |

| | |
|--|------------|
| 7.2.1 Stabilité et sureté de l'activité industrielle : | 144 |
| 7.2.2 La Distance ville /Activité industriel : | 150 |
| 7.2.3 Topographie : | 153 |
| 7.2.4 Topographie et vents dominant et leur influence sur les risques industriels | 156 |
| 7.3 Lecture des résultats : | 159 |
| CONCLUSION : | 160 |

CHAPITRE VIII : LA VILLE DE SKIKDA : URBANISATION, MORPHOLOGIE URBAINE, ET VULNERABILITE AUX RISQUES..... 162

| | |
|---|------------|
| INTRODUCTION : | 162 |
| 8.1 La concentration humaine : | 162 |
| 8.2 L'évolution urbaine : | 167 |
| 8.3 La performance urbaine de la ville de Skikda : | 172 |
| 8.3.1 L'accessibilité : | 174 |
| 8.3.2 Analyse de la morphologie urbaine de la ville de Skikda à travers la carte axiale : 177 | |
| 8.3.2.1 Connectivité : | 178 |
| 8.3.2.2 Intégration : | 180 |
| 8.3.2.3 L'intelligibilité | 184 |
| CONCLUSION : | 185 |

CHAPITRE IX : L'ANCIEN CENTRE-VILLE DE SKIKDA : FORME URBAINE, CONFIGURATION SPATIALE ET RESILIENCE FACE AUX RISQUES INDUSTRIELS 188

| | |
|--|------------|
| INTRODUCTION : | 188 |
| 9.1 Introduction à l'échantillon d'étude : | 189 |
| 9.2 Facteurs Influant sur la Performance Urbaine du Centre Ancien de Skikda Face aux Risques Industriels : | 193 |
| 9.3 La concentration humaine : | 194 |
| 9.3.1 Protocole de comptage : | 197 |
| 9.4 Analyse urbaine de l'ancien centre coloniale : | 208 |
| 9.4.1 Connectivité..... | 210 |
| 9.4.2 L'intégration locale : | 214 |
| 9.4.3 Lecture critique connectivité/intégration local : | 218 |
| 9.5 L'état du bâti : | 219 |
| 9.6 Résultats de la superposition des indicateurs : | 224 |
| CONCLUSION : | 225 |

| | |
|---|------------|
| CONCLUSION GENERALE : | 227 |
| BIBLIOGRAPHIE GENERALE | 234 |
| ANNEXE A : ARTICLES SCIENTIFIQUES | 242 |
| ANNEXE B : Résultat globale du protocole de comptage | 263 |
| ANNEXE C : Rapport sur l'état des habitations dans l'ancien centre de la ville de Skikda 2011 (مركز البحوث الاجتماعية سكيكدة)) | 264 |
| ANNEXE D : Cartographie sur l'état des habitations dans l'ancien centre de la ville de Skikda (CTC 2012) | 269 |

LISTE DES FIGURES

| Figure | Page |
|--|------|
| 2- 1 caractéristiques du phénomène d’alea..... | 19 |
| 2- 2 Corrélation Alea/enjeux | 20 |
| 2- 3 caractéristiques des enjeux entre importance et vulnérabilité..... | 21 |
| 2- 4 Matérialisation du risque..... | 23 |
| 2- 5 Equation de risque..... | 23 |
| 2- 6 Evaluation du risque..... | 24 |
| 2- 7 La courbe de FARMER | 25 |
| 2- 8 la résilience face aux risques..... | 29 |
| 2- 9 Construction parasismique face au tremblement de terre | 32 |
| 2- 10 Inondations de Bab El Oued 10 novembre 2001..... | 35 |
| 2- 11 Glissement de terrain a à Annaba dans le quartier de Sidi Aissa sur la bretelle qui va de Kouba à Ain Achir..... | 36 |
| 2- 12 Séisme de Boumerdes en 2003 (CRAAG, 2013)..... | 36 |
| 2- 13 Dégâts d’explosion dans le port de la ville de TIANJIN en Chine | 37 |
| 2- 14 Catastrophe du barrage de Malpasset qui date de 50ans | 38 |
| 2- 15 Photo satellite avant et après la catastrophe nucléaire de Fukushima Japon 2011 | 39 |
| 2- 16 La ville la Ghouta en Syrie 2018..... | 40 |
| 2- 17 La pollution atmosphérique Skikda Algérie | 41 |
| 3- 1 l'explosion de l'usine A.Z.F. à Toulouse 2001 | 46 |
| 3- 2 illustration du risque on « amont » et en « aval » | 50 |
| 3- 3 La dynamique et les effets de risque dans le système urbain | 55 |
| 3- 4 Classement des installations à risques..... | 57 |
| 4- 1 Croisement entre les villes algériennes et les zones industrielles..... | 71 |
| 4- 2 Modèle de coexistence : ville algériennes / installation industriel | 81 |
| 5- 1 Comprendre et analyser la morphologie urbaine. | 101 |
| 5- 2 Mesures premières et deuxième degré | 116 |
| 6- 1 localisation de la wilaya de Skikda | 123 |
| 6- 2 Environnement de la ville de Skikda | 124 |
| 6- 3 Carte topographique de la ville de Skikda | 125 |
| 6- 4 la dénivelé "ancien centre colonial" | 126 |
| 6- 5 Carte de zonage sismique du nord d'Algérie | 127 |
| 6- 6 Graphique climatique de la ville de Skikda | 129 |
| 6- 7 la ville de Skikda / réseaux hydrologique | 132 |
| 6- 8 La ville de Skikda - Les inondation du 29/12/1984 -..... | 133 |
| 6- 9 Les Allé -Skikda- le 28-12-1984 | 134 |
| 6- 10 Vitesse du vent | 135 |
| 6- 11 Vents, ville et zone industriel | 136 |
| 6- 12 la ville de Skikda / industrie..... | 139 |
| 7- 1 la zone industrielle pétrochimique et la ville de Skikda | 144 |
| 7- 2 la fréquence des accidents durant 20ans (2003-2022) | 148 |
| 7- 3 la fréquence des accidents sur des périodes de quatre ans | 149 |
| 7- 5 L’urbanisation de la ville de Skikda par rapport à la zone industrielle pétrochimique | 151 |
| 7- 6 la proximité ville de Skikda/ zone industrielle pétrochimique..... | 152 |
| 7- 7 Hypsométrie de la ville de Skikda avec la zone industrielle pétrochimique..... | 154 |
| 7- 8 La topographie de la ville Skikda | 155 |

| | |
|---|-----|
| 7- 9 Indicateur Topographie..... | 155 |
| 7- 10 la rose des vents de la ville de Skikda | 157 |
| 7- 11 Exposition aux vents | 158 |
| 8- 1 La centration urbaine de la population..... | 164 |
| 8- 2 les axes commerciaux dans la ville de Skikda | 166 |
| 8- 3 Plan du damier colonial de la ville de Skikda | 168 |
| 8- 4 Evolution urbaine 1971-1998..... | 169 |
| 8- 5 Evolution urbaine 2008-2017..... | 170 |
| 8- 6 la ville de Skikda et ses contraintes et bornes | 171 |
| 8- 7 obstacle physique et routes d'accès dans la ville de Skikda | 175 |
| 8- 8 Réseaux routiers de la ville de Skikda | 176 |
| 8- 9 la carte de la connectivité | 178 |
| 8- 10 Les rues présentant les valeurs de connectivité les plus élevées. | 179 |
| 8- 11 Les valeurs de la connectivité | 180 |
| 8- 12 Carte de la ville de Skikda | 181 |
| 8- 13 Carte d'intégration | 182 |
| 8- 14 L'intelligibilité de la morphologie urbaine de la ville de Skikda | 184 |
| 9- 1 l'ancien centre coloniale de la ville de Skikda | 190 |
| 9- 2 Une photo de l'ancien centre, prise à partir de la COUR | 191 |
| 9- 3 Le vide urbain dans l'ancien centre-ville de Skikda | 192 |
| 9- 4 Niveau de dégradation des constructions | 195 |
| 9- 5 Les points de comptage dans le damier | 198 |
| 9- 6 flux piéton de la rue Didouche Mourad | 201 |
| 9- 7 flux piéton de la rue Youcef Kaddid | 202 |
| 9- 8 flux piéton de la Rue Mekki Ourtilani | 202 |
| 9- 9 flux piéton de la Rue Kaddour Belizidia..... | 203 |
| 9- 10 flux piéton de la Rue Ali Abdenour | 203 |
| 9- 11 flux piéton de la Rue Mahmoud Salah Dehili | 204 |
| 9- 12 flux piéton de la Rue Mahmoud Nafir | 204 |
| 9- 13 comparaison entre les différents axes | 205 |
| 9- 14 la rue Didouche Mourad à 12h..... | 206 |
| 9- 15 la Rue Mekki Ourtilani à 11h..... | 207 |
| 9- 16 La rue Youcef Kaddid (elsouika) à 12h | 207 |
| 9- 17 carte de la connectivité du damier coloniale | 211 |
| 9- 18 les axes les plus fréquenté | 213 |
| 9- 19 Corrélation connectivité / flux piétons | 214 |
| 9- 20 carte d'intégration local | 215 |
| 9- 21 Corrélation intégration / fréquentation | 217 |
| 9- 22 Corrélation connectivité / intégration locale | 219 |
| 9- 23 Equipements ponctuels dans le damier colonial | 220 |
| 9- 24 Classification du niveau de dégradation des constructions | 221 |
| 9- 26 Stabilisation des arcades de Rue Didouche Mourad | 223 |
| 9- 27 Effondrement d'une partie d'un bâtiment | 223 |

LISTE DES TABLEAUX

| Tableau | Page |
|--|------|
| 2- 1 la corrélation et les différents apports entre Alea/Vulnérabilité | 24 |
| 2- 2 Facteurs influant sur la vulnérabilité sur l'espace urbain | 33 |
| 3- 1 Les principales raisons des accidents en France de 1992 à 2011..... | 49 |
| 3- 2 exemples accident industriel à travers le monde avec leurs effets sur la population | 53 |
| 3- 3 Matrice d'acceptabilité des risques | 60 |
| 3- 4 Une grille d'évaluation en fonction des couples « probabilité » et « gravité » | 61 |
| 4- 1 Habitations en coexistence avec des installations et des d'activités industrielles..... | 73 |
| 6- 1 La ville de Skikda - Températures moyennes (1991-2020) | 130 |
| 6- 2 La moyenne des précipitations | 131 |
| 6- 3 La raffinerie de la zone pétrochimique de Skikda | 137 |
| 6- 4 Utilisation du sol dans la commune de Skikda | 138 |
| 7- 1 Indicateur de la vulnérabilité d'une ville par rapport aux sources de risque industriel | 143 |
| 7- 2 Historique des accidents sur la zone industrielle pétrochimique de Skikda | 145 |
| 7- 3 Niveau de stabilité et sureté de la zone pétrochimique de Skikda | 150 |
| 7- 4 Indicateur de distance..... | 153 |
| 7- 5 Indicateur Des vents dominants | 159 |
| 7- 6 resultat final des Indicateurs de la vulnérabilité d'une ville par rapport aux sources de risque industriel | 159 |
| 8- 1 croissance de la population à Skikda..... | 163 |
| 8- 2 L'évolution population/ surface urbaine de la ville de Skikda | 163 |
| 8- 3 Typologies de logement de la ville de Skikda | 170 |
| 9- 1 Rues sélectionnées pour le protocole de comptage | 197 |
| 9- 2 Résultat globale du l'opération du comptage | 199 |
| 9- 3 valeur min max et moyenne de la connectivité dans toute la ville de Skikda..... | 210 |
| 9- 4 connectivité / flux piétons | 212 |
| 9- 5 Flux piéton / Intégration locale | 215 |
| 9- 6 Exemples de construction qui se sont effondré dans l'ancien centre colonial | 222 |
| 9- 7 bilan et classement de niveau de dégradation | 224 |
| 9- 8 Résultats de la superposition des indicateurs | 225 |

LISTE DES ABREVIATIONS

ANISI : L'Agence nationale de sécurité des installations industrielles.
ANGED : L'Agence nationale de gestion des déchets.
APC : Assemblée populaire communale
CES : Coefficient d'emprise au sol
CNERS : Le Centre national d'étude et de recherche sur les équipements de sécurité et de protection des personnes.
CNES : Conseil National Economique et Social
CNSPC : Le Centre national de sécurité des produits chimiques.
COS : coefficient d'occupation des sols
CRAAG : Centre de recherche en astronomie et géophysique.
CTC : Control Technique de Constantine
DUAC : Direction de l'urbanisme de l'architecture et de la construction
JORA : Journal Officiel de la République Algérienne
PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
PGP : Plan général de prévention.
PII : Plans Internes d'Intervention.
Plan ORSEC : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile.
POS : Plan d'Occupation des Sols.
PPI : Plans Particuliers d'Intervention.
PPR : Plan de prévention des risques
PPRT : Plans de prévention des risques technologiques
PUD : Plan d'Urbanisme Directeur
SIG : Système d'information géographique.
SNAA : Le Système National d'Alerte.
SNAV : Le Système National de Veille.
SNAT : Schéma national d'aménagement du territoire.
SPE : Société Algérienne de Production d'Électricité.
SRAT : Schémas régionaux d'aménagement du territoire.
ZHUN : Zone d'Habitat Urbain Nouvelle
ZI : Zone Industrielle

RESUME

Dans un monde moderne où la technologie avance à grands pas, atteindre l'absence totale de risque demeure une utopie, particulièrement dans des contextes où l'urbanisation et l'industrie à haut risque se côtoient. Skikda, en Algérie, est un témoignage vivant de ce dilemme. Sa proximité avec une raffinerie pétrochimique, Cette recherche se concentre sur la capacité adaptative de Skikda face aux dangers industriels. Cela ressorti l'importance de la morphologie urbaine comme un pilier de la résilience urbaine de la ville. Une planification urbaine réfléchie peut assurer une fluidité de circulation, optimiser l'accessibilité et renforcer l'efficacité et la performance de la ville à faire face et des perturbations en cas de crise.

Nous avons commencé notre analyse par la construction une approche basée sur divers indicateurs, notamment la stabilité industrielle, la proximité ville-industrie, les défenses topographiques naturelles et les vents prédominants. La synthèse de ces éléments met en lumière une précarité inhérente à la coexistence de Skikda et de son secteur industriel.

Ce cheminement nous a conduits à une étape cruciale de notre recherche. Notre méthodologie s'appuie sur la mise en relation d'indicateurs caractérisant la morphologie urbaine, comme la structure de la ville, la densité démographique et l'accessibilité. L'analyse de ces éléments a dessiné une image préoccupante de Skikda. En exploitant des outils numériques tels que la "space syntax", et en l'appliquant à deux échelles distinctes - la ville dans son ensemble et son centre colonial historique - cette analyse a confirmé que la morphologie urbaine de la ville de Skikda ainsi que son centre présentes des lacunes en termes de performance et de capacité à faire face à des perturbations. Cette réalité suggère une résilience amoindrie face aux risques industriels constants, avec des conséquences potentiellement dévastatrices en cas d'accident majeur. Notre approche se base donc sur cette corrélation pour évaluer comment l'espace urbain peut répondre et atténuer les conséquences de crises industrielles.

En définitive, bien que Skikda dévoile des zones sensibles, elle possède le potentiel d'augmenter significativement sa résilience en repensant sa morphologie urbaine. Ces ajustements sont vitaux pour garantir un environnement urbain sécurisé à ses habitants. Toutefois, notre étude a aussi pavé la voie à d'autres questionnements, suggérant la nécessité d'approfondissements dans de futures recherches.

Mots clé : risque industriel, morphologie urbaine, résilience urbaine, vulnérabilité, urbanisation

ABSTRACT

In a modern world where technology is advancing rapidly, achieving absolute risk-free conditions remains an elusive ideal, especially in contexts where urbanization and high-risk industries intersect. Skikda, in Algeria, stands as a vivid testament to this challenge. Given its proximity to a petrochemical refinery, this research focuses on Skikda's adaptive capacity in the face of industrial hazards. This highlights the significance of urban morphology as a cornerstone of the city's resilience. Thoughtful urban planning can ensure smooth traffic flow, optimize accessibility, and enhance the city's efficiency and performance in addressing disruptions during crises.

We initiated our analysis by constructing an approach based on various indicators, including industrial stability, city-industry proximity, natural topographic defenses, and prevailing wind directions. The synthesis of these factors sheds light on the inherent fragility in the coexistence of Skikda and its industrial sector.

This line of inquiry led us to a pivotal phase in our research. Our methodology hinges on correlating indicators that describe urban morphology, such as the city's layout, population density, and accessibility. The examination of these factors painted a concerning picture of Skikda. By utilizing digital tools like "space syntax" and applying it at two distinct scales - the city as a whole and its historic colonial center - this analysis affirmed that Skikda's urban morphology and its core exhibit shortcomings in terms of performance and capacity to handle disruptions. This suggests diminished resilience in the face of constant industrial risks, with potentially catastrophic outcomes in the event of a major accident. Our approach, therefore, centers on this correlation to assess how urban space can respond to and mitigate the impacts of industrial crises.

In conclusion, although Skikda reveals vulnerable areas, it has the potential to significantly bolster its resilience by reevaluating its urban morphology. Such adjustments are essential to ensure a secure urban environment for its residents. However, our study has also opened up new avenues for exploration, indicating the need for further in-depth research in the future.

Keywords: Industrial risk, Urban morphology, Urban resilience, Vulnerability, Urbanization

ملخص

في عالم حديث تتسارع فيه التكنولوجيا، يظل تحقيق ظروف خالية تمامًا من المخاطر هدفًا بعيد المنال، وخاصة في السياقات التي تتقاطع فيها التوسعات العمرانية مع الصناعات عالية المخاطر. تقف مدينة سكيكدة في الجزائر كشاهد حي على هذا التحدي. ونظرًا لقربها من مصفاة بتروكيماويات، تركز هذه الدراسة على القدرة التكيفية لسكيكدة في مواجهة المخاطر الصناعية. وتسلط هذه النقطة الضوء على أهمية البنية العمرانية للمدينة كركيزة أساسية لمرونتها. يمكن للتخطيط العمراني المدروس أن يضمن سلاسة تدفق المرور، ويحسن إمكانية الوصول، ويعزز كفاءة المدينة وأدائها في مواجهة الاضطرابات أثناء الأزمات.

بدأنا تحليلنا من خلال بناء منهج يستند إلى مؤشرات مختلفة، بما في ذلك استقرار الصناعة، والمسافة بين المدينة والصناعة، والدفاعات الطبوغرافية الطبيعية، واتجاهات الرياح السائدة. تلقي مركبة هذه العوامل الضوء على الهشاشة الكامنة في تعايش سكيكدة وقطاعها الصناعي.

قادنا هذا المسار إلى مرحلة حاسمة في بحثنا. تركز منهجيتنا على ربط المؤشرات التي تصف البنية العمرانية، مثل تخطيط المدينة وكثافة السكان وإمكانية الوصول. رسم فحص هذه العوامل صورة مقلقة لسكيكدة. من خلال استخدام أدوات رقمية مثل " space syntax " وتطبيقها على مستويين متميزين - المدينة ككل ومركزها الاستعماري التاريخي - أكد هذا التحليل أن البنية العمرانية لسكيكدة وجوهرها تعاني من نقاط ضعف من حيث الأداء والقدرة على التعامل مع الاضطرابات. يشير هذا إلى تراجع المرونة في مواجهة المخاطر الصناعية المستمرة، مع احتمال حدوث نتائج كارثية في حالة وقوع حادث كبير. ولذلك، يركز منهجنا على هذا الارتباط لتقييم كيف يمكن للفضاء العمراني الاستجابة للأزمات الصناعية والتخفيف من آثارها.

في الختام، على الرغم من كشف سكيكدة عن مناطق ضعف، إلا أن بإمكانها تعزيز مرونتها بشكل كبير من خلال إعادة تقييم بنيتها العمرانية. مثل هذه التعديلات أمر أساسي لضمان بيئة عمرانية آمنة لسكانها. ومع ذلك، فقد فتح بحثنا آفاقًا جديدة للاستكشاف، مما يشير إلى الحاجة إلى مزيد من الأبحاث المعمقة في المستقبل.

كلمات مفتاحية: المخاطر الصناعية، البنية العمرانية، المرونة العمرانية، الهشاشة، التوسع العمراني

CHAPITRE I : CHAPITRE INTRODUCTIF

INTRODUCTION GENERALE :

Près de la moitié de la population mondiale au début du 21^e siècle, soit 47,2 %, vit en milieu urbain. Sur cette proportion, entre 75 et 80 % sont concentrés dans les villes. Si l'on suit les tendances actuelles de croissance, nous pourrions, dans un avenir proche, compter jusqu'à 33 métropoles dépassant les 8 millions d'habitants. (Veyret and Reghezza, 2006) Parallèlement, l'urbanisation croissante et l'essor des industries en milieu urbain intensifient la dégradation de l'environnement citadin. Cette évolution exacerbe également la vulnérabilité des résidents face à des évènements soudains et aléatoires, qu'ils émanent de sources naturelles ou anthropiques. (Munasinghe and Lutz, 1992)

Autrefois considérée comme un symbole de croissance et de prospérité, l'industrialisation présente également des dangers tels que la pollution et les accidents industriels. Toutefois, grâce à l'adoption de pratiques durables, l'industrie a le potentiel de coexister harmonieusement avec l'environnement et la société (Matheu, 2002).

Aujourd'hui, l'industrie est davantage perçue comme une source potentielle de danger que comme un vecteur de richesse. Ulrich (2001) a mis en évidence cette évolution, soulignant une transition vers une société du 20^{ème} siècle axée sur la cohabitation avec les risques.

En effet il est essentiel de noter qu'aucun aléa n'est strictement urbain. Toutefois, avec le développement sociétal, les enjeux ont évolué. La croissance des villes a été significative, menant à une expansion démographique atteignant des chiffres inédits. La vie citadine, principalement liée à l'emploi, a engendré l'apparition d'aléas tels que les aléas anthropiques et sociétaux. Bien que la fréquence des aléas puisse être réduite, le risque demeure élevé, notamment en comparaison avec les zones rurales. Ce risque est accentué par l'extension des villes dans des zones à risque. Par ailleurs, le développement économique influence également la dynamique urbaine et son environnement associé. Enfin, les villes ont connu d'importantes transformations dues aux évolutions en matière de construction, tant en superficie qu'en hauteur.

Les aléas prennent différentes formes selon l'environnement urbain, et leurs conséquences varient non seulement en fonction de leur magnitude, mais aussi selon les caractéristiques morphologiques de la ville (structure urbaine, densité, type et hauteur des constructions). À titre d'exemple, que ce soit la densité humaine ou la densité du bâti, elle a un impact significatif sur l'aggravation des dommages causés par un aléa.

En somme, la ville influence les conséquences d'un aléa, amplifiant et diversifiant les facteurs de vulnérabilité urbaine. Cette dernière découle de l'organisation spatiale, des dynamiques urbaines, ainsi que des aspects sociaux et environnementaux, qui ont une incidence directe sur la vulnérabilité.

Face à ces défis, les chercheurs ont, ces dernières années, délaissé une approche centrée uniquement sur l'aléa pour se concentrer sur la réduction de son impact et sur les moyens de protection contre ses effets (construction éloignée des zones à risque, amélioration des bâtiments pour résister aux perturbations, etc.). Le concept de résilience urbaine a été développé dans ce cadre comme une solution viable aux risques urbains. Cette notion de résilience a progressivement pris de l'ampleur, devenant un pilier central des discussions sur la sécurité et le développement des villes.

La résilience est un outil stratégique clé dans la gestion des risques urbains. Une ville devient moins vulnérable lorsqu'elle renforce sa résilience. En améliorant sa capacité de résilience, on réduit les conséquences négatives des événements imprévus. Par conséquent, l'accent est mis sur les méthodes visant à renforcer la résilience plutôt que sur la prévention des événements imprévus. Cette approche améliore la sécurité dans les villes et est conforme aux valeurs du développement durable.

Comme toutes les autres nations, l'Algérie est confrontée aux dangers et aux catastrophes urbaines. Il est possible que ces menaces proviennent de facteurs naturels, tels que les inondations de Beb el Oued, le tremblement de terre de Boumerdes ou encore l'inondation de Ghardaïa. Ils peuvent également être technologiques et être liés aux activités industrielles et au transport, et ils peuvent se manifester par des accidents graves ou des problèmes de pollution. Il est également important de prendre en compte les menaces économiques et sanitaires.

Riche en ressources naturelles et industrielles, l'Algérie a connu une augmentation des catastrophes, qu'elles soient naturelles ou industrielles, ces dernières années. La fragilité et la vulnérabilité du pays face à ces menaces ont été exacerbées par une urbanisation rapide et une densification de la population. Un exemple tragique en est l'incident survenu dans la zone industrielle pétrochimique de la ville de Skikda en 2004. Malheureusement, 23 personnes ont perdu la vie, et 74 autres ont été blessées dans cette catastrophe.

CNES (2003) a souligné l'engagement de l'Algérie à anticiper et gérer ces crises, avec une prédominance pour une approche préventive. L'industrie, notamment les secteurs pétrolier, gazier et électrique, est vitale pour l'économie nationale, mais n'est pas sans risques. De nombreux établissements industriels critiques sont situés dans des zones urbaines densément peuplées. Malgré l'importance de la production électrique, celle-ci présente des dangers, tels que les hautes températures et les courants électriques puissants. Néanmoins, des réglementations strictes sont mises en place pour assurer la sécurité.

1.1 Problématique :

Les activités industrielles sont considérées comme un pilier important du développement et de l'enrichissement des nations depuis de nombreuses années. Elle a catalysé la croissance économique des villes, créant d'innombrables opportunités d'emploi. Toutefois, elle n'est pas sans inconvénients, engendrant notamment la pollution, le bruit et divers autres risques.

En effet la ville de Skikda a connu une transformation urbaine significative après l'indépendance de l'Algérie. De 1966 à 2011, sa démographie a explosé, passant de 70 000 à 160 000 habitants. Ces chiffres, boostés par les débouchés dans le secteur pétrochimique et les mouvements migratoires, ont engendré une expansion territoriale impressionnante : le tissu urbain est passé de 233 hectares en 1962 à 2280 hectares en 2017. (Bousmaha and Boulkaibet, 2019)

En Algérie, de nombreuses régions sont confrontées à des risques industriels. Ces menaces se concentrent souvent dans des zones où divers établissements coexistent en raison de leurs activités interdépendantes. Malgré des réglementations uniformes, les risques fluctuent en fonction des produits utilisés et de la proximité des zones résidentielles.

La ville de Skikda illustre parfaitement cette problématique. En 2004, elle a été ébranlée par le plus grand accident technologique du pays, causant de nombreuses pertes humaines et matérielles. La raffinerie de Skikda, mise en place dans les années 80, s'impose comme l'une des plus vastes installations pétrochimiques d'Afrique. Son rôle économique primordial contraste avec les 61 incidents qui s'y sont produits, soulignant une exposition flagrante de la ville et de ses résidents face aux dangers industriels.

La cohabitation d'une urbanisation rapide et d'une installation industrielle majeure présente de sérieux défis. Toutefois, la recherche d'une sécurité absolue semble utopique. En effet, pour parvenir à un "risque zéro", il serait nécessaire que tous les critères le définissant, tels que l'intensité, la probabilité, l'importance et la vulnérabilité, soient totalement absents.

En effet Le risque zéro est un idéal inatteignable, en particulier dans le domaine industriel. Malgré cela, les activités industrielles, bien que porteuses d'un certain degré de risque, bénéficient de technologies innovantes et de procédés astucieux qui permettent de limiter leurs effets négatifs.

Blesius (2014) a illustré que si l'industrie est souvent liée à des accidents, ce n'est pas toujours elle la cause directe. Des éléments externes, tels que des catastrophes naturelles ou des actes terroristes, peuvent compromettre des installations déjà vulnérables. Dans ce contexte, la nécessité de gérer l'urbanisation devient primordiale. Elle se focalise sur les caractéristiques des villes coexistant avec les dangers industriels. Souvent, on envisage la maîtrise et la gestion de l'urbanisation comme une limitation de la construction à proximité des zones industrielles., cherchant ainsi à diminuer la population exposée et la densité des infrastructures.

Ainsi, la résilience urbaine est devenue un concept essentiel dans la gestion des risques industriels, se basant sur la faculté d'un système à rétablir son état d'origine après et pendant des perturbations, elle traduit la réactivité d'un espace urbain face à des menaces. Au cœur de cette approche se trouve la nécessité d'une réactivité de l'espace urbain, où cette réactivité doit au moins égaler, sinon surpasser, le risque encouru. (Baudet-Michel and Aschan-Leygonie, 2009).

La ville moderne doit être flexible, capable de s'adapter rapidement à des événements imprévus. Tazieff (2001) souligne que les risques majeurs sont intrinsèquement aléatoires. Un événement majeur est celui que, s'il survenait, la société ne pourrait surmonter seule.

Cependant, résilience et vulnérabilité sont deux concepts intimement liés, presque comme les deux faces d'une même pièce. La vulnérabilité aux risques est réduite dans une ville résiliente, et inversement. La morphologie urbaine, incluant tous ces caractéristiques physique, spatial et fonctionnels, influence directement leur capacité à gérer les crises, notamment face aux risques industriels (Boyer, 2015). Les dysfonctionnements urbains préexistants peuvent être exacerbés par des accidents industriels, rendant la gestion de crise encore plus ardue. De plus, la croissance urbaine constante augmente ces risques en amplifiant les éléments imprévisibles (Pigeon, 2005).

Comme l'indiquent Baudet-Michel et Aschan-Leygonie (2009) « *La densité des infrastructures, qu'il s'agisse des réseaux de transport ou des structures bâties, revêt une importance cruciale dans la maîtrise et la gestion des risques.* ». c'est-à-dire qu'une mauvaise planification peut accentuer la vulnérabilité d'une ville lors d'accidents industriels. Il est donc vital de privilégier une planification urbaine judicieuse, axée sur la résilience. En identifiant et analysant les vulnérabilités d'une ville, nous pourrions renforcer sa capacité à gérer efficacement les risques. Pour la ville de demain, le défi réside dans la création d'une métropole durable, minimisant les contraintes environnementales et maximisant la résilience (Gleyze, 2002).

Notre cas d'étude, la ville de Skikda, se caractérise par sa proximité avec une importante installation industrielle pétrochimique. La fragilité de la cohabitation entre l'industrie pétrochimique et un tissu urbain dense est manifeste dans cette ville. Skikda a été choisie comme modèle d'analyse non seulement en raison de cette proximité vis-à-vis des activités industrielles à haut risque, mais aussi parce qu'elle a déjà vécu une tragédie industrielle en 2004. Cette catastrophe, causée par l'explosion de la raffinerie, a entraîné d'énormes pertes humaines et matérielles, laissant un sentiment d'insécurité permanent parmi ses habitants et leurs voisins.

Outre les risques industriels, la ville est également confrontée à des risques naturels, sanitaires et sociaux, exacerbés par la vulnérabilité de son site, son infrastructure et son

urbanisation. Des événements extérieurs, tels que le tsunami au Japon en 2011 ou les inondations en Libye, peuvent également agir comme catalyseurs de désastres industriels.

Bien qu'un grand nombre d'études aient examiné et décortiqué la relation entre la ville et les risques industriels qui l'entourent, peu se sont concentrées sur la réaction de la ville elle-même face à ces menaces. À travers le monde, de nombreuses villes sont exposées à des risques technologiques majeurs. Certains de ces risques peuvent être atténués grâce à une planification urbaine judicieuse, mais d'autres, comme les incidents nucléaires, ont des conséquences si dévastatrices qu'elles sont quasiment impossibles à gérer.

Notre recherche se situe à l'intersection de la morphologie urbaine et des risques industriels. Nous cherchons à déchiffrer la relation entre la performance des formes urbaines et les risques industriels en milieu urbain. Il est évident que la morphologie urbaine a une influence significative sur la sécurité. La conception des espaces urbains doit donc être envisagée non seulement sous l'angle de la sécurité intrinsèque, mais aussi en termes d'impact sur la sécurité des résidents face à un éventuel accident industriel.

Ce travail nous amène à poser plusieurs questions fondamentales :

- **La résilience urbaine est-elle une solution viable face aux risques industriels ?**
- **Comment minimiser l'impact des risques industriels en optimisant la performance de la morphologie urbaine ?**
- **Quel est le degré de résilience urbaine de la ville de Skikda face à un potentiel accident industriel ?**

1.2 Hypothèse :

Nous pouvons formuler plusieurs hypothèses en fonction des questions posées et des objectifs de la recherche. :

- La mise en œuvre de la résilience urbaine, qui englobe la capacité d'une ville à anticiper, s'adapter et rebondir après des perturbations, pourrait significativement réduire les effets néfastes des risques industriels.

- Une conception urbaine optimisée, combinant des structures performante, solides et des infrastructures bien planifiées, pourrait améliorer la gestion des mouvements de population, assurant ainsi des évacuations et interventions efficaces en situation d'urgence, tout en minimisant la portée des accidents et des catastrophes industrielles.

À l'inverse, il est possible que :

- Malgré une morphologie urbaine performante, la résilience de la ville de Skikda n'ait qu'un impact minime, voire nul, sur la diminution des risques industriels.

1.3 Objectifs de la recherche :

Il est essentiel de comprendre que le risque urbain ne résulte pas uniquement des aléas, mais est également influencée par les interactions complexes au sein d'un système urbain.

Notre objectif est d'analyser le lien entre les risques industriels présents à Skikda et la capacité de la ville à les gérer, en fonction des caractéristiques de sa morphologie urbaine actuelle. Nous nous intéresserons à la forme urbaine de la ville de Skikda, façonnée rapidement par le passé industriel, pour comprendre comment des éléments tels que la structure de la ville, la répartition des infrastructures et des populations, ainsi que les profils socio-économiques des quartiers influencent la prévention et la gestion des accidents industriels. L'analyse détaillée de cette morphologie permettra d'identifier les zones à risques, les défis d'évacuation et de communication entre les parties prenantes afin de formuler des recommandations pour accroître la résilience de la ville face à la menace industrielle présente et future

Nous nous concentrons ensuite particulièrement sur l'ancien centre colonial pour évaluer son importance dans la performance urbaine face à ces perturbations en cas de crise. Notre objectif est de quantifier le degré de résilience de l'espace urbain en examinant comment la réaction de la ville en cas d'accident industriel peut être influencée par la morphologie urbaine.

1.4 Méthodologie : technique d'analyse et d'investigation :

Afin d'appréhender la complexité du lien entre formes urbaines et gestion des risques industriels, la méthodologie adoptée dans cette recherche s'articulera autour de quatre phases clés

Première phase : Collecte des données

Au début de notre étude, nous priorisons la collecte de données, documents et une bibliographie ciblée sur la relation entre formes urbaines et insécurité associée au risque industriel. Cette démarche vise à détailler la complexité de ce lien et à clarifier la méthode à suivre pour son étude.

Deuxième phase : Étude théorique

Cette étape est consacrée à une exploration théorique du lien complexe entre morphologie, formes urbaines et risque industriel. Elle nécessite une décomposition des formes urbaines en attributs influençant la maîtrise et la gestion du risque industriel.

Troisième phase : Travail de terrain

Afin d'enrichir notre analyse sur la capacité de Skikda à gérer les risques industriels au regard de sa morphologie urbaine, il est indispensable de mener un travail approfondi de collecte de données sur le terrain. Nous ciblerons en priorité l'obtention de cartes détaillées, de statistiques à jour, ainsi que de rapports techniques produits par les différentes parties prenantes de la ville. Ces documents et datas nous permettront de mieux comprendre l'organisation spatiale de Skikda, l'emplacement des infrastructures critiques et les dynamiques démographiques à l'œuvre - autant d'éléments essentiels pour évaluer la vulnérabilité de la municipalité.

Par ailleurs, nous réaliserons des entretiens avec les principaux acteurs institutionnels comme l'APC, la DUAC, ainsi qu'avec d'autre organisme public ou privé., cela nous permettra non seulement enrichir les informations récoltées, mais aussi cerner les défis opérationnels existants. L'analyse approfondie de toutes ces données de natures diverses nous fournira le matériau nécessaire pour formuler des recommandations pragmatiques, avec un ancrage solide dans les complexités urbaines, sociales et politiques du terrain de la ville de Skikda.

Quatrième phase : Analyse des données

Nous exploiterons les données recueillies pour évaluer la résilience urbaine. La mise en place d'un ensemble d'indicateurs nous aidera à évaluer l'efficacité de l'environnement urbain face à une éventuelle menace industrielle. et de comprendre comment minimiser les dégâts humains et matériels grâce à une configuration spatiale adaptée.

Notre étude analytique s'articulera autour de deux échelles :

Échelle de la ville : Nous évaluerons la stratégie d'urbanisation de Skikda, la densité de sa population, ainsi que l'efficacité de sa morphologie urbaine. À cet effet, nous emploierons des outils numériques tels que la "space syntax" et la carte axiale grâce à Depthmap. Notre attention se portera sur des mesures configurationnelles, notamment la connectivité, l'intégration globale et l'intelligibilité, cette dernière décrivant la relation entre les deux premières. Ces critères nous fourniront des informations sur l'efficacité de l'espace urbain de Skikda, sa liaison avec le reste de la ville et son accessibilité. Ces études mettront en lumière comment la structure urbaine détermine la vulnérabilité de la ville face aux risques.

Échelle du centre colonial : Nous accorderons une importance particulière à l'ancien centre colonial de Skikda. Cette section examinera le lien entre la forme urbaine, la configuration spatiale et les risques industriels. Nous opterons pour des indicateurs urbains tels que la densité de la population, la disposition urbaine et la condition des bâtiments, essentiels pour juger de la résilience de l'espace urbain face aux menaces. Dans cette phase, un protocole de comptage précis sera adopté. Les rues retenues pour cette analyse ont été choisies de par leur importance dans la configuration coloniale. Grâce à ce protocole, nous aurons un aperçu précis de la densité effective à divers moments et lieux, ce qui nous permettra de saisir la distribution de la population, les pics d'affluence et l'influence des infrastructures sur la mobilité des habitants dans cette zone essentielle de la ville.

En combinant ces analyses, nous obtiendrons une compréhension approfondie de la dynamique urbaine de Skikda, de ses interactions avec l'état de crise et des perturbations liées aux risques industriels, et de sa capacité à gérer les risques associés.

1.5 Structure de la thèse :

Notre thèse est structurée au tour de 09 chapitres : le chapitre introductif, 04 chapitre théorique et 04 chapitre anthropique :

Chapitre I : Chapitre introductif

Ce chapitre introductif revêt une importance déterminante car il vise à exposer le sujet de recherche et à positionner l'étude d'un point de vue épistémologique. Plus précisément, l'introduction générale présente le contexte de la problématique des risques industriels en

milieu urbain. Elle permet de cadrer le sujet de la thèse en présentant le cas d'étude de la ville de Skikda et les questions qui seront explorées. Ce chapitre inaugural accomplit ainsi une fonction essentielle en fournissant les bases contextuelles et conceptuelles nécessaires pour mener la réflexion sur la relation entre la morphologie urbaine de Skikda et sa capacité de réaction face aux risques industriels. L'introduction générale joue donc un rôle clé en posant les fondements de la recherche avant d'aborder lors des chapitres suivants l'analyse approfondie de la problématique.

Chapitre II : Approche conceptuelle de la notion de « RISQUE » et « RISQUE URBAIN »

Ce chapitre vise à établir une base solide pour notre recherche en définissant et en explorant en profondeur la terminologie et les concepts clés relatifs aux phénomènes de risque. Nous commencerons par aborder les notions fondamentales, offrant non seulement des définitions précises, mais aussi une immersion dans la compréhension scientifique de ces termes. À partir de là, nous nous plongerons dans le cœur de notre sujet : les risques urbains. Cette section explorera le risque urbain comme une entité distincte, discutant de sa classification et de ses approches de gestion. Enfin, nous examinerons la résilience urbaine comme un outil essentiel pour gérer efficacement les espaces urbains face à des perturbations potentiellement catastrophiques. Cette étape préparatoire est cruciale pour orienter et enrichir les discussions dans les chapitres suivants.

Chapitre III : La Ville Face aux Risques Industriels

Ce chapitre explore le croisement entre les villes et les risques industriels qui les menacent. Face à des catastrophes industrielles imprévisibles, la vulnérabilité des zones urbaines adjacentes est mise en avant, avec des incidents tels que les émanations chimiques et les explosions ayant un impact majeur sur les communautés voisines. Ces événements, outre les dommages matériels, affectent profondément la vie des habitants et mettent en lumière le besoin d'une planification soignée, en particulier lorsque les zones à risque sont proches de zones densément peuplées. Le chapitre plongera dans les causes et effets des accidents industriels, tout en examinant les différents types d'installations et leurs niveaux de risque associés. En dernier lieu, nous examinerons la manière dont les processus d'urbanisation peuvent être révisés pour minimiser ces risques., cherchant des solutions pour une cohabitation plus sécurisée entre industrie et résidence.

Chapitre IV : Les Risques Industriels dans les Villes Algériennes : Réalité, Défis et Planification Urbaine

Dans ce chapitre, nous aborderons la question des risques industriels en Algérie afin de comprendre comment le pays gère et aborde ces problèmes. En examinant les documents juridiques et réglementaires tels que le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) et le Plan d'Occupation des Sols (POS), nous examinerons l'interaction entre la gestion des risques industriels et la planification urbaine en Algérie. Il s'agira de comprendre comment ces outils d'aménagement interagissent, se complètent ou, parfois, s'opposent dans la gestion des risques industriels. Nous examinerons si la législation et les mécanismes de planification actuels sont adaptés pour répondre efficacement aux défis posés par les risques industriels, ainsi que comment ils peuvent être optimisés pour garantir une urbanisation et développement urbain résilient, sûr et harmonieux en Algérie.

Chapitre V : Influence de la Morphologie Urbaine sur la Gestion des Risques Industriels

Dans ce chapitre, nous explorerons l'équilibre délicat entre la coexistence urbaine et les défis posés par les risques industriels, tout en soulignant l'importance de l'efficacité de la configuration urbaine. Comprendre comment la structure et la forme d'une ville influencent sa résilience est crucial. Nous aborderons la nécessité d'incorporer la résilience urbaine dans la planification et la gestion des zones urbaines, mettant en évidence le rôle crucial de la morphologie urbaine dans ce contexte. En mettant l'accent sur la faculté des villes à s'adapter et à réagir aux menaces potentielles, nous soulignerons l'importance d'une urbanisation proactive.

Nous mettrons également en lumière la raison pour laquelle il est crucial de ne pas se limiter à la réduction des risques à leur origine, mais d'adopter une approche holistique qui intègre les défis urbains et l'efficacité de la morphologie urbaine. Enfin, nous discuterons des indicateurs clés qui mesurent la performance de l'espace urbain en tant que reflet de la résilience des zones urbaines. Ce chapitre servira de guide pour comprendre comment les villes peuvent naviguer dans le paysage complexe des risques industriels tout en optimisant la forme et la fonction de leur tissu urbain.

Chapitre VI : Introduction à la ville de Skikda.

Dans ce chapitre, nous introduirons la ville de Skikda, en mettant un accent particulier sur ses caractéristiques physiques et la juxtaposition notable de son activité industrielle. Skikda, avec son paysage unique et son mélange d'éléments urbains et industriels, sert de toile de fond idéale pour notre analyse approfondie. Nous dresserons un portrait détaillé de la ville, en explorant sa topographie, sa géographie, ainsi que les zones industrielles qui la bordent. Cette présentation complète de Skikda établira les bases solides nécessaires pour les discussions et analyses des chapitres suivants. Notre objectif est de fournir un aperçu complet de Skikda afin de faciliter une compréhension approfondie des dynamiques et enjeux qui seront abordés ultérieurement.

Chapitre VII : Interactions et Équilibre : Skikda et sa Zone Industrielle Pétrochimique

Dans ce chapitre, nous nous penchons sur la relation intriquée entre Skikda et sa zone industrielle pétrochimique voisine. Notre analyse se base sur quatre indicateurs cruciaux pour décrypter la dynamique de cette coexistence :

- Stabilité de l'Activité Industrielle : Un retour sur les défis sécuritaires industriels auxquels Skikda a été confrontée ces vingt dernières années.
- Distance Ville-Industrie : Une exploration de comment la proximité entre Skikda et sa zone industrielle influence potentiellement les risques.
- Barrières Topographiques : Une étude des éléments géographiques naturels de Skikda en tant que défense potentielle contre les dangers industriels.
- Vents Dominants : Un examen de la manière dont les orientations des vents peuvent affecter la dispersion des émanations industrielles.

En se basant sur ces indicateurs, notre objectif est de saisir les complexités de la cohabitation entre une zone résidentielle et industrielle, soulignant ainsi les vulnérabilités associées à un tel agencement.

Chapitre VIII : La ville de Skikda : Urbanisation, Morphologie Urbaine, et Vulnérabilité aux Risques Industriels.

Dans ce chapitre, nous explorerons l'évolution démographique de Skikda et son influence sur le processus d'urbanisation de la ville. Confrontée à une croissance démographique et

des mouvements de population importants, Skikda a subi d'importants bouleversements dans sa configuration et son design urbains. Grâce à des outils d'analyse tels que la "space syntax" et la carte axiale, nous décortiquerons ces changements pour en saisir les implications.

L'accent sera mis sur la connectivité, l'intégration, et l'agencement général de la ville. En identifiant les forces et les faiblesses de sa morphologie urbaine, notre objectif sera de déterminer dans quelle mesure Skikda est préparée ou vulnérable face aux risques industriels. Nous chercherons ainsi à évaluer la performance de la structure urbaine de Skikda face à de potentielles menaces industrielles

Chapitre IX : L'Ancien Centre-Ville de Skikda : Forme Urbaine, Configuration Spatiale et Résilience face aux Risques Industriels

Dans ce chapitre, nous plongerons au cœur de l'ancien centre-ville de Skikda pour examiner son comportement face aux potentiels risques industriels. Nous mettrons un éclairage particulier sur l'interrelation entre sa morphologie, sa configuration spatiale, et la manière dont ces éléments peuvent amplifier ou atténuer les risques industriels.

Divers indicateurs urbains seront au cœur de notre analyse. Nous étudierons notamment la densité de population, qui peut déterminer la gravité des impacts en cas d'incidents. La structure urbaine, avec son réseau de rues, ses espaces publics, et ses zones vertes, a un impact significatif sur la mobilité et l'évacuation des citoyens. Enfin, l'état des bâtiments sera scruté, car leur robustesse et leur conformité aux normes de sécurité peuvent grandement influencer la résilience de la ville lors d'événements inattendus.

À travers cette étude approfondie, nous visons à fournir une compréhension claire de la préparation de l'ancien centre-ville de Skikda face aux risques industriels et de proposer des recommandations pour renforcer sa résilience.

1.6 Aperçu sur l'état de l'art :

La coexistence des zones urbaines et industrielles dans le monde actuel présente d'importants défis en termes de sécurité et de durabilité. Les décideurs, urbanistes et chercheurs sont de plus en plus préoccupés par la gestion des risques industriels et leur impact sur les zones urbaines. Diverses approches ont été proposées pour aborder cette question complexe, chacune avec ses propres mérites et limites. Dans ce contexte, nous explorerons trois

approches principales : la réduire les risques à l'origine, la maîtrise de l'urbanisation et la résilience urbaine. Chacune de ces approches a été influencée par des contributions significatives de chercheurs renommés, apportant des perspectives et des solutions uniques à ce défi persistant.

Approche 01 : La gestion des risques à la source

La réduction des risques industriels et de leurs impacts est un sujet complexe qui implique la corrélation de diverses méthodologies et approches afin d'assurer la sécurité des installations ainsi que l'environnement urbain environnant.

A. Approche préventive et d'intervention :

Comme le soulignent Basta et al. (2019), la gestion des risques s'articule autour de deux axes majeurs :

- Prévention : Elle anticipe les événements indésirables en cherchant à les éviter ou à minimiser leurs impacts potentiels, conformément aux principes du développement durable.
- Intervention : Elle est mise en place lorsque l'événement nuisible survient pour en limiter les dégâts.

La prévision des accidents, compte tenu de leur nature aléatoire et diverse, représente un défi majeur. Les causes des risques industriels sont variées, allant des défaillances techniques aux erreurs humaines, comme le souligne le rapport du Ministère de l'Environnement (2017).

B. Démarche déterministe :

Cette approche, évoquée par Martinais (2011), vise à identifier les événements pouvant engendrer des accidents majeurs et à les classer selon leur gravité. Le concept de défense en profondeur, central dans cette démarche, met en place des barrières de sécurité pour anticiper, détecter et limiter les conséquences d'un accident.

C. Démarche probabiliste :

Selon Propeck-Zimmermann et al. (2007), cette démarche repose sur une évaluation quantitative des risques, en se concentrant sur la relation entre la probabilité et la gravité des événements. Le cumul de probabilités, tel qu'indiqué par INERIS (2010), permet d'agréger les probabilités associées à divers événements catastrophiques, offrant ainsi une vue

systematique des risques. Cette méthodologie probabiliste, renforcée par l'analyse des données historiques, offre aux décideurs un cadre robuste pour la prise de décisions éclairées, comme le suggère Saadat (2020).

Pour résumer, la réduction des risques à l'origine nécessite une combinaison des méthodes préventives, déterministes et probabilistes pour garantir une évaluation approfondie et une gestion efficace des risques industriels. Cette intégration permet non seulement d'anticiper les risques mais aussi d'intervenir de manière adéquate lors de la survenue d'accidents, En conséquence, les installations sont sécurisées et l'environnement est protégé.

Approche 02 : La maîtrise de l'urbanisation comme solution

La gestion des risques industriels à l'origine, bien qu'essentielle, présente ses propres défis. Comme l'indique Blesius (2014), bien que la plupart des accidents industriels puissent être directement attribués à des activités industrielles, il existe des cas où des facteurs externes, tels que des aléas naturels, peuvent aggraver la situation. Ces situations mettent en évidence le rôle crucial des effets domino, où un accident déclenché par une agression externe peut s'aggraver en raison de la vulnérabilité préexistante de l'installation industrielle.

Selon Hubert (2005) et face à cette complexité, la maîtrise de l'urbanisation apparaît comme une solution complémentaire pour atténuer les risques industriels. Cette stratégie s'appuie sur les dimensions urbaines et les structures de la ville qui coexistent avec les activités industrielles. (Martinais, 2010)

À première vue, la maîtrise de l'urbanisation peut sembler être simplement une restriction de construction près des sites industriels. Cependant, comme le souligne Blesius (2014), elle va au-delà de la simple limitation de la construction. Elle implique la création de zones tampon, généralement désignées comme "zones non aedificandi", où toute forme de développement est interdite. Ces zones, clairement définies et généralement marquées en rouge sur les cartes de planification urbaine, servent de bouclier, protégeant la population des dangers potentiels.

Les mesures visant à contrôler l'urbanisation comprennent :

- L'interdiction de construire sur des terrains non développés.
- La mise en place de restrictions sur certaines utilisations des sols.
- La démolition ou le retrait de structures dans des zones à haut risque.

- Pour les zones patrimoniales, des travaux pour renforcer et préserver les structures existantes peuvent être envisagés.

Mais il est essentiel de comprendre que la maîtrise de l'urbanisation ne se limite pas à des restrictions. Le terme "maîtrise" englobe également l'idée de renforcer et de remodeler les espaces urbains, les rendant plus résilients et adaptatifs en cas de crise.

En conclusion, la maîtrise de l'urbanisation, bien qu'elle serve de bouclier contre les risques industriels, doit être envisagée comme une démarche holistique, combinant prévention, renforcement et adaptabilité, pour garantir une coexistence harmonieuse entre les zones industrielles et urbaines.

Approche 03 : La résilience urbaine face aux risques industriels

Tazieff (1994) a introduit le concept de résilience urbaine dans la maîtrise des risques urbains. Il soutient que les risques les plus significatifs sont ceux auxquels notre société n'est pas préparée à faire face. Selon cette définition, la réactivité et l'adaptabilité des espaces urbains à de telles menaces revêtent une importance cruciale.

En explorant plus en détail le concept de résilience, Frimousse and Peretti (2021) révèlent qu'il fait référence à la capacité d'une entité à faire face à une agression extérieure. Comme le soulignent Djament-Tran et al. (2011), même si ce concept existe depuis longtemps dans le domaine de la résistance des matériaux, il a été adapté et intégré dans le domaine de la gestion urbaine des risques.

Le croisement entre résilience et vulnérabilité, évoquée par Reghezza-Zitt and Rufat (2015) et Lhomme et al. (2010), est un élément crucial. Elle suggère que, tout en étant interdépendants, ces deux concepts s'opposent néanmoins : une ville résiliente est, par nature, moins vulnérable aux risques industriels.

En élargissant notre perspective, nous constatons que la résilience et la durabilité, bien qu'intimement liées, ont des axes d'intervention distincts. La durabilité, comme le suggèrent Folke et al. (2002) et Klein et al. (2004), est intrinsèquement liée à la résilience avec la notion de vivre avec les risques industriels, cette dernière étant le fondement même d'une ville durable.

Cette réflexion nous amène logiquement à évaluer l'influence de la morphologie urbaine sur la maîtrise des risques industriels. En effet, la capacité d'une ville à réduire les impacts et les menaces industrielles peut être considérablement influencée par sa conception. Dans cette optique, comprendre comment optimiser la morphologie urbaine pour accroître la résilience devient une préoccupation majeure.

Le choix d'appréhender la problématique des risques industriels en milieu urbain à travers le concept de résilience paraît pertinent. Cette approche permet d'évaluer la capacité des espaces urbains à faire face à des menaces externes non anticipées. Le travail vise à analyser la réactivité et l'adaptabilité des espaces urbains lorsqu'ils sont confrontés à des agressions industrielles.

L'un des axes centraux sera d'étudier, dans ces espaces urbains, le lien entre résilience et vulnérabilité, pour comprendre comment renforcer la première et réduire la seconde.

En somme, l'un des objectifs principaux sera d'évaluer l'influence de la configuration des espaces urbains sur la capacité de résilience de la ville lorsqu'elle est confrontée à des menaces industrielles. L'optimisation de l'agencement spatial des quartiers pourrait renforcer l'aptitude de la ville à faire face et répondre à ces risques. Cette approche centrée sur la résilience urbaine, qui est au cœur de la thèse, ouvre des perspectives stimulantes pour améliorer la gestion des dangers industriels en milieu urbain, en se concentrant sur la performance et l'efficacité de la morphologie urbaine.

CHAPITRE II : APPROCHE CONCEPTUELLE DE LA NOTION DE « RISQUE » ET « RISQUE URBAIN »

INTRODUCTION :

Il est évident que toute recherche commence par examiner et bien définir la terminologie et les concepts essentiels qui constituent les fondements théoriques du sujet et de la problématique étudiée.

Le premier chapitre se concentrera sur les définitions de base. Ainsi notre objectif est de cerner au maximum la terminologie des phénomènes qui entrent en corrélation pour former la notion de risque. Cette approche ne se limitera pas à de simples définitions terminologiques, mais englobera également une compréhension scientifique approfondie des différents concepts théoriques.

Nous progresserons ensuite vers des concepts qui s'appliquent plus spécifiquement à notre recherche sur les risques urbains, en tant que concept dominant.

Dans cette deuxième étape de notre chapitre, nous tenterons de comprendre le risque urbain en tant que concept à part entière. Nous aborderons sa classification et ses modes de gestion. Nous nous concentrerons ensuite sur la résilience urbaine en tant que moyen de gestion. Notre objectif sera de saisir cette notion afin de mieux gérer l'espace urbain exposé à d'éventuelles perturbations dévastatrices.

2.1 Le risque majeur :

Le risque majeur est défini comme la possibilité d'un événement, qu'il soit d'origine humaine ou naturelle, dont les conséquences peuvent affecter un grand nombre de personnes et entraîner des dommages significatifs qui vont au-delà des ressources de réaction de la société. Cette définition est universellement reconnue (l'Yonne, 2019). Comprendre le concept de risque majeur est essentiel, car cela nécessite une compréhension approfondie de la façon dont ces événements aléatoires (aléas) interagissent avec les vulnérabilités. (Rufat, 2007)

2.1.1 L'aléa :

Selon d'Ercole et al. (1994) l'aléa peut être définie comme « événement d'origine naturelle ou humaine potentiellement dangereux dont on essaie d'estimer l'intensité et la probabilité d'occurrence par l'étude des périodes de retour ou des prédispositions du site » Ce phénomène aléatoire ne peut être prédit à l'avance quant à son moment et à son lieu de manifestation.

Les événements tels que les séismes, les tremblements de terre, les inondations, les cyclones et les tempêtes font partie des phénomènes naturels. En revanche, les événements anthropiques résultent des activités humaines, souvent liées à la présence d'activités industrielles. Ces aléas peuvent être caractérisés à la fois par leur probabilité et par leur intensité (voir la Figure 2-1). (Metzger and d'Ercole, 2011)

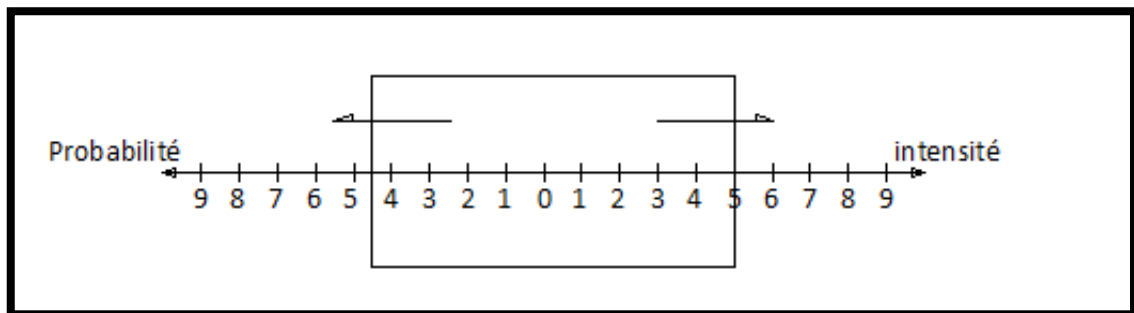


Figure 2- 1 Caractéristiques du phénomène d'aléa (Metzger and d'Ercole, 2011 ;l'Auteur 2018)

- **La probabilité d'occurrence :** Cela se résume aux facteurs de susceptibilité ou de prédisposition. La probabilité d'occurrence dépend des éléments déclencheurs.
- **Intensité :** On mesure l'ampleur du phénomène, par exemple : les séismes peuvent être évalués selon leur magnitude, tandis que les inondations sont quantifiées par la hauteur des eaux.

2.1.2 Enjeux :

Pour que ces aléas se transforment en risques, il est nécessaire qu'ils soient confrontés à des enjeux. Par définition, les enjeux désignent les personnes, les biens culturels et économiques, les logements (voir la Figure 2-2), ainsi que l'environnement naturel ou urbain susceptibles

d'être touchés par un phénomène redouté. Les enjeux peuvent être classés comme suit : (Gleyze, 2002)

- Les êtres humains
- L'écosystème, l'environnement
- La richesse économique et les infrastructures

Ces enjeux peuvent être caractérisés à leur tour de deux façons (voir la Figure 2-3) :

- En fonction de leur importance : L'ampleur des enjeux dépend essentiellement de l'occupation humaine des lieux, englobant la concentration démographique, l'étendue de l'espace urbanisé et la prééminence des infrastructures confrontées au danger. Il est indispensable de souligner que l'existence d'intérêts socio-économiques à protéger est une condition incontournable à la conceptualisation même de la notion de risque.

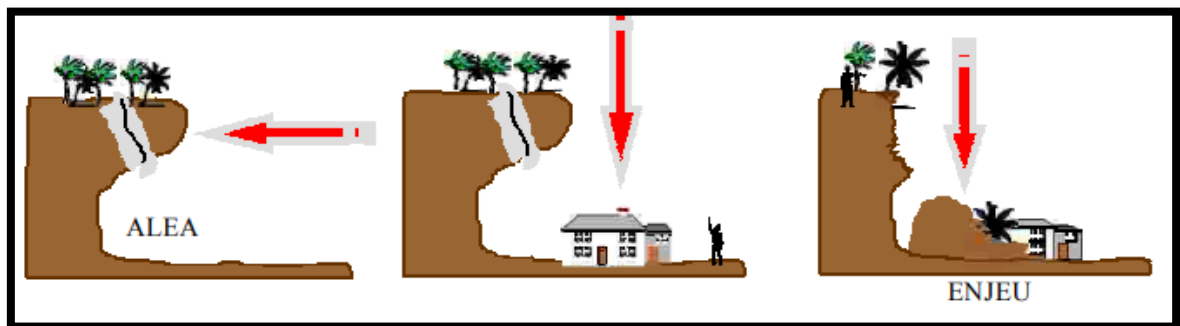


Figure 2- 2 Corrélation Alea/enjeux (MTECT, 2017)

- En fonction de leur vulnérabilité : La vulnérabilité d'un système démontre sa solidité globale et sa capacité à gérer la crise provoquée par un événement. (d'Ercole and Pigeon, 1999).

En d'autres termes, c'est la capacité à faire face aux événements inattendus(alea). Par exemple, une zone située plus près de la source de danger est plus vulnérable qu'une autre zone éloignée.

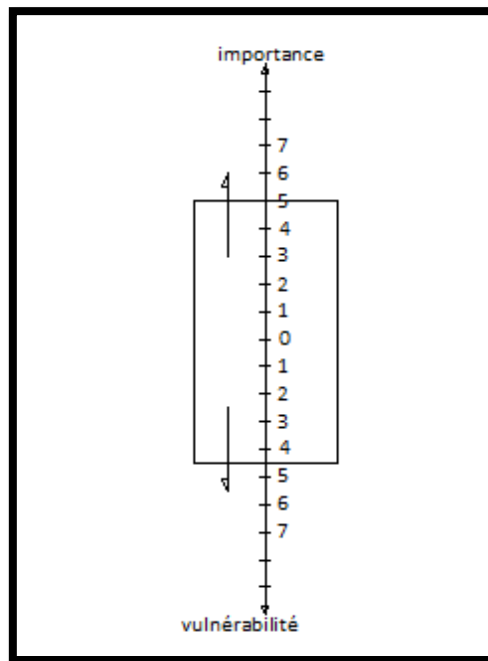


Figure 2- 3 caractéristiques des enjeux entre importance et vulnérabilité (d'Ercole and Pigeon, 1999 ; l'Auteur 2018)

2.1.3 La vulnérabilité

La vulnérabilité résume les différents éléments et paramètres qui rendent un système (enjeux) plus ou moins fragile à une agression externe (alea) qui peut être de nature naturel ou anthropique (En lien avec les activités humaines.) (Cormier et al., 2003)

Selon d'Ercole et al. (1994) Le concept de vulnérabilité repose sur plusieurs variables qui peuvent être résumées en termes de "contenant" et de "contenu". L'espace joue le rôle de contenant, tandis que la société et les institutions constituent le contenu. La ville peut être vulnérable sur 03 niveaux :

- **La vulnérabilité de la population ;**

L'importance de la population exposée à l'aléa est un facteur crucial. Une population bien éduquée et informée a la notion des risques urbaine est généralement moins vulnérable. De plus, l'âge joue un rôle significatif dans les situations à risque, tout comme la sensibilisation de la population à ces risques., c'est-à-dire leur niveau d'éducation, influence leur réaction face à ces phénomènes imprévisibles. Ainsi, les habitants des villes des nations développées sont souvent moins vulnérables aux risques que ceux des nations en développement.

- **La vulnérabilité de l'espace urbain :**

D'après Baudet-Michel and Aschan-Leygonie (2009) La morphologie urbaine et ses caractéristiques physiques influencent la vulnérabilité. En effet, les changements dans la morphologie de l'espace urbain entraîneront des variations dans les conséquences de l'aléa.

C'est pourquoi la détermination de la vulnérabilité d'un espace urbain est complexe. Pour saisir pleinement cet enjeu, il est essentiel de définir minutieusement ses composantes, allant des éléments bâtis aux vides urbains, du maillage et de la structure urbaine à la typologie et à la morphologie urbaine. Ensuite, toutes ces données doivent être combinées et superposées pour tenter de déterminer sa vulnérabilité. Pour illustrer ce point, prenons un exemple concret : des espaces urbains denses peuvent être plus vulnérables que d'autres qui sont plus étalés.

- **La vulnérabilité institutionnelle :**

La question réside dans la capacité des diverses institutions urbaines de la ville à faire face à des perturbations potentielles et à gérer les crises qui en résultent. En raison des compétences variables de leurs institutions pour faire face aux risques et gérer les conséquences des désastres, les villes des pays en développement sont souvent plus vulnérables que celles des pays développés. En effet, grâce aux progrès technologiques et institutionnels réalisés, un pays développé présente généralement une vulnérabilité moindre par rapport aux pays moins développés ou en développement. (Bally et al., 2017)

2.2 Evaluation du risque :

La convergence entre un aléa aléatoire et ces enjeux (en termes d'importance et de vulnérabilité) définit le risque. En attribuant une valeur à chaque aspect de cette combinaison, nous sommes en mesure d'évaluer la gravité de ce risque (voir la Figure 2-4).

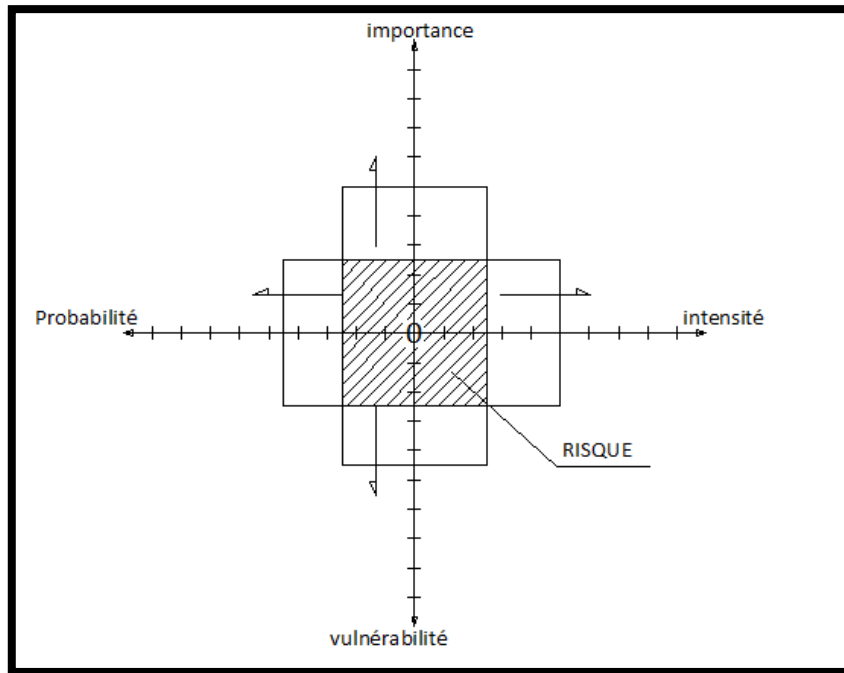


Figure 2- 4 Matérialisation du risque (d'Ercole and Pigeon, 1999 ; Metzger and d'Ercole, 2011 ; l'Auteur 2018)

Dans le schéma précédent, on peut observer que le risque découle de la corrélation entre les différents paramètres précédemment mentionnés, et son importance est le résultat du taux de chaque paramètre :

Enjeux (importance et vulnérabilité) x Alea (intensité et probabilité)

Par conséquent, la formule suivante peut être utilisée pour quantifier le risque :

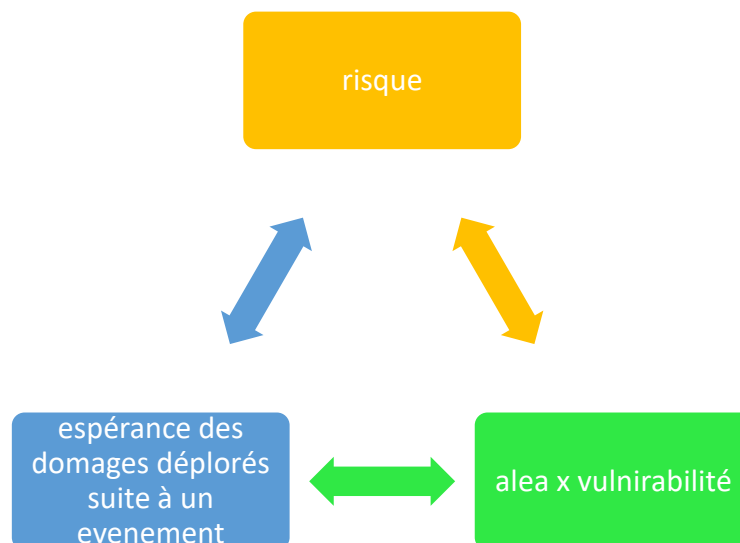


Figure 2- 5 Equation de risque (d'Ercole and Pigeon, 1999 ; l'Auteur 2018)

La gravité des conséquences d'un aléa est tributaire de la vulnérabilité et de l'ampleur de cet événement, étant donné que le risque résulte de cette menace et de la susceptibilité du milieu impacté (voir le tableau 2-1).

Tableau 2- 1 la corrélation et les différents apports entre Alea/Vulnérabilité (Gleyze, 2002)

| Vulnérabilité Alea | forte | moyenne | faible |
|-------------------------------------|--------------|----------------|---------------|
| fort | R/ fort | R/ fort | R/ moyen |
| moyen | R/ fort | R/ moyen | R /moyen |
| faible | R/ moyen | R/ moyen | R /faible |

Par conséquent, pour évaluer le risque :

- Rechercher la probabilité de l'aléa et donné une valeur a son intensité
- Évalué l'importance des enjeux et leur vulnérabilité.

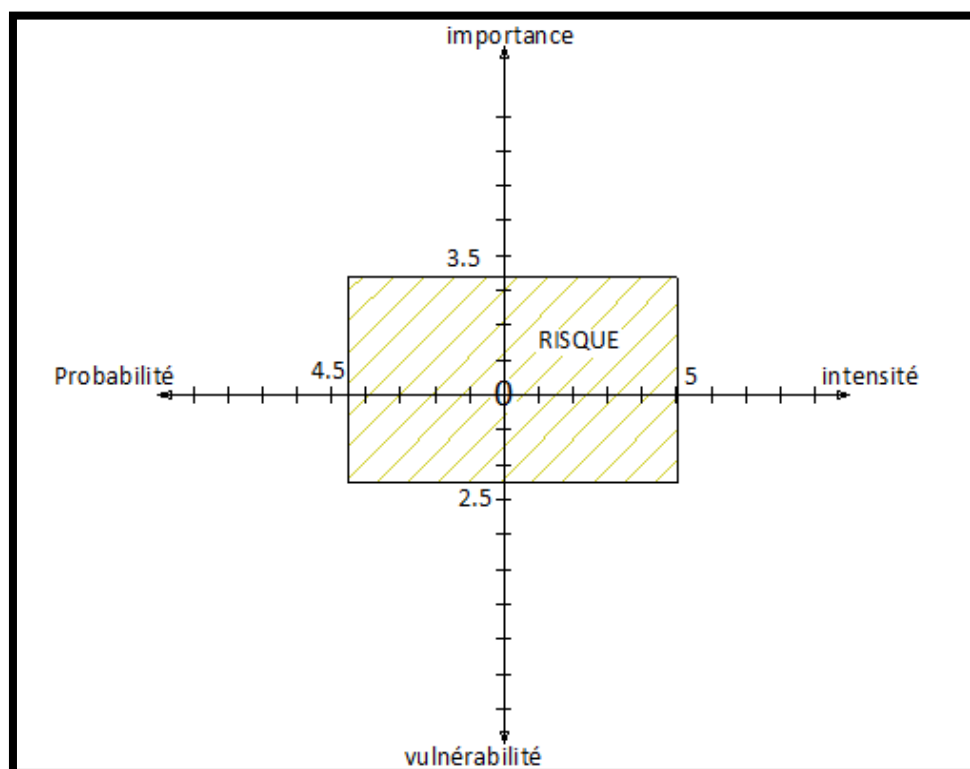


Figure 2- 6 Evaluation du risque (Gleyze, 2002 ; l'Auteur 2019)

En revenant à l'équation du risque « *risque = alea x vulnérabilités* » le dernier est resté longtemps inexploré, la démarche scientifique c'est concentré sur le phénomène d'alea et la vulnérabilité des enjeux a été ignoré (voir la Figure 2-6).

Selon Fabiani and Theys (1987), il est mis en avant que les dommages qu'un événement cause à la société ont diminué, même si son intensité et sa probabilité n'ont pas changé au fil du temps. En d'autres termes, les progrès technologiques ont réduit la vulnérabilité des sociétés. Cette approche représente une avancée significative dans la recherche sur la gestion des risques.

Par conséquent, la vulnérabilité n'est plus simplement définie comme le définit D'Ercole end Pigeon (1999), qui fait référence uniquement aux dommages causés par un événement inattendu. Elle comprend maintenant tous les éléments qui renforcent la capacité d'un système à résister et à devenir moins fragile face à un événement potentiel.

2.3 La fréquence du risque :

L'intensité et la probabilité de l'aléa ne sont pas les seuls facteurs qui déterminent la gravité du risque. Il est également nécessaire de tenir compte la fréquence et la gravité de l'aléa. La courbe de FARMER permet d'illustrer la corrélation entre ces deux éléments, c'est-à-dire la relation entre la gravité d'un événement et sa fréquence.

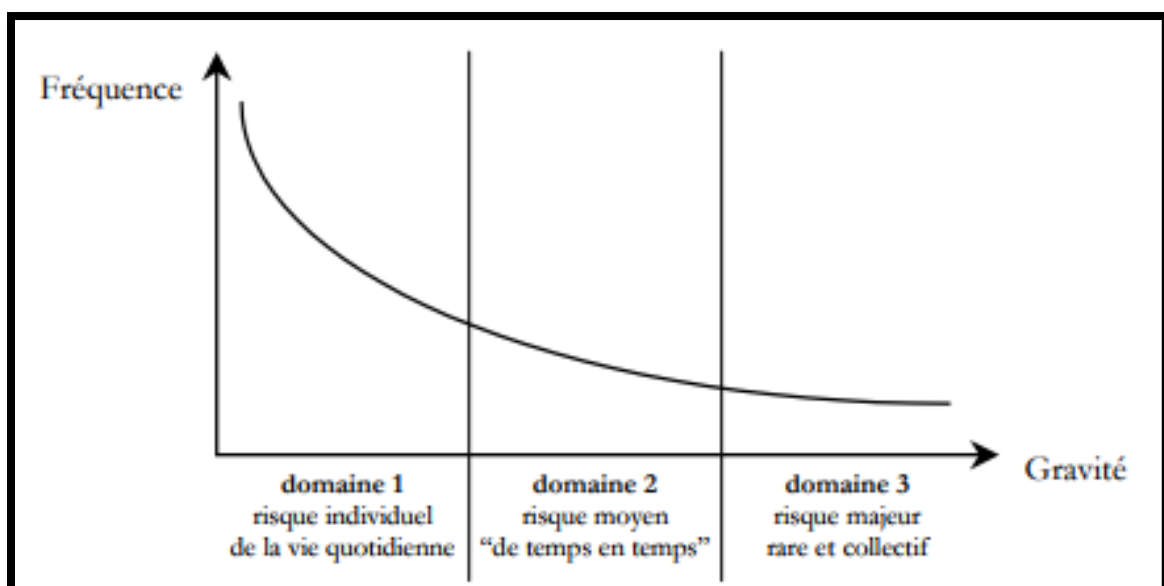


Figure 2- 7 La courbe de FARMER (Gleizes, 1995)

En se basant sur cette courbe (voir la Figure 2-7), le concept des risques majeurs est particulièrement évident dans le domaine 3, qui se distingue par une faible fréquence associée à une gravité élevée.

Le risque majeur est identifié selon deux critères :

- Faible fréquence : étant donné que les catastrophes surviennent rarement, les individus et la société sont plus enclins à les sous-estimer.
- Une gravité importante : un nombre élevé de victimes et des dommages importants aux enjeux urbain et environnemental.

La courbe de Farmer représente une courbe expérimentale utilisée pour distinguer entre les risques acceptables et les risques inacceptables. Lorsqu'on est prêt à vivre avec un risque, il est considéré comme acceptable à condition qu'il soit géré de manière appropriée. (Pigeon, 2010)

2.4 Risque ou danger

La relation entre ces deux concepts est complexe et leur distinction n'est pas toujours évidente. Selon l'AFNOR (2017), Un danger est décrit comme une origine potentielle de dommages. En revanche, le risque est associé à la probabilité de survenue d'un événement aléatoire et au degré de vulnérabilité des éléments en question. En d'autres termes, le danger demeure constant, tandis que le risque est sujet à des variations.

Le risque = danger (alea) /degré de vulnérabilité

En d'autres termes, lorsque le danger est présent mais qu'il n'y a pas d'éléments en jeu, le risque est évalué à zéro. Cependant, si le danger est associé à des éléments en jeu (enjeux), plus la valeur et la vulnérabilité de ces éléments sont élevées, plus le niveau de risque augmente.

En effet, le risque découle du danger et prend forme par l'intersection d'un événement aléatoire potentiellement nuisible (le danger) avec l'importance et la vulnérabilité des enjeux.

2.5 Prévention, prévision et culture du risque :

L'étude du risque sont de plus en plus fréquente, par les différents services de l'état, les collectivités locales s'il s'agit d'un risque naturel, et par des expert (équipe pluridisciplinaire) s'il s'agit d'un risque anthropique.

Trois volets s'articulent autour de l'étude du risque, visant à minimiser les dommages en cas d'événement chaotique : (Gendreau et al., 1998)

- **La prévision du risque et gestion du risque** Cela implique d'anticiper l'occurrence de l'événement aléatoire à l'aide de méthodes scientifiques, afin de permettre une gestion améliorée avant et pendant la crise au moyen d'actions à court terme.
- **La culture du risque** : c'est l'éducation de la population qui côtoie l'aléa, par des formations, informations, pour favoriser la prise de conscience, et bien agir lors d'une crise
- **La prévention du risque** : Prévenir le risque implique avant tout d'empêcher la survenue de l'aléa (comme une inondation, une explosion ou la rupture d'un barrage, par exemple). Cependant, cette prévention n'est pas toujours simple à réaliser, notamment dans le cas des risques naturels. C'est pourquoi la gestion du risque vise principalement à minimiser l'impact des événements imprévus sur les enjeux. Cela se réalise en mettant en œuvre des mesures visant à renforcer leur capacité de résistance face à ces événements. En d'autres termes, elle consiste à prévoir des stratégies pour réduire les conséquences négatives des risques potentiels, tout en veillant à ce que les systèmes et les éléments impliqués puissent mieux faire face aux défis imprévus.

2.6 L'étude du risque :

L'étude du risque tourne sur quatre pole principale : (Nadeau, 2016)

- **Approche scientifique** : Cela implique d'évaluer le risque en employant des méthodes techniques basées sur la probabilité et la prévision de l'apparition de l'événement aléatoire. En outre, il est important d'évaluer la vulnérabilité des composants en question afin d'améliorer la prévention et la gestion des perturbation et des crises en cas de catastrophe.

- **Approche sociétale** : Évaluer l'acceptabilité individuelle et sociétale du risque est la culture de la société vis-à-vis des risques majeurs.
- **Approche politico-administrative** : c'est l'évaluation des mesures attribuées par le pouvoir public pour bien gérer les incidences des risques (avant, pendant et après la production du risque)
- **Approche judiciaire** : Cela implique de vérifier la contribution de chaque intervenant dans la gestion du risque, ainsi que d'évaluer les répercussions des mesures publiques en collaboration avec les parties externes telles que les victimes, les médias et les experts du domaine.

2.7 La gestion du risque :

En cas de catastrophe urbaine, il est crucial de faire la différence entre deux catégories de phénomènes. Le premier est un phénomène rapide pouvant causer des dommages aux infrastructures et aux personnes, tandis que le second est un phénomène plus lent, impliquant l'évacuation des personnes en situation de détresse. C'est pourquoi, dans l'analyse de la vulnérabilité urbaine, il est crucial de distinguer ces deux types d'événements., afin d'obtenir des résultats cohérents et fiables.

La gestion des risques implique une approche en deux volets : (Basta et al., 2019)

- Une démarche préventive visant à éviter l'aléa ou à réduire ses conséquences et les dommages humains et matériels associés.
- Une démarche d'intervention qui entre en jeu lorsque l'événement nuisible se manifeste.

Depuis des décennies, la politique de maîtrise des dangers vise à atténuer les conséquences des sinistres. En renforçant la sûreté des opérations industrielles ainsi qu'en diminuant les probabilités d'explosion ou d'incendie, il serait possible d'amoindrir les chances d'occurrence et la sévérité de ces événements accidentels. Néanmoins, cette méthode demeure inadéquate. Pour cette raison, il est essentiel de prendre des mesures approfondies qui mettent l'accent sur l'importance des enjeux.

Étant donné qu'il n'existe pas de risque zéro, la logique de réduire la gravité du risque a ses limites. Atteindre un risque nul signifierait que les quatre critères sont nuls : l'intensité et la probabilité de l'aléa, ainsi que l'importance et la vulnérabilité des enjeux.

Pour cela on a débloqué deux axes de travail :

- Développé un retour d'expérience pour bien apprendre des leçons des catastrophes passées, instruire la population aux dangers exposés et renforcer leur réactivité,
- Et aussi travaillé sur l'espace urbain exposé à cette aléa et le rendre plus flexible, plus réactif aux phénomènes se déclenchant d'un moment à l'autre.

Tazieff (1994) a défini les risques majeurs comme des phénomènes aléatoires, un événement que s'il se produisait ferait que la société n'aurait pas la capacité par elle-même à dépasser cet événement. C'est par cette logique de réactivité de l'espace urbain qu'il faut développer, faire en sorte que sa réactivité sera supérieure ou égale aux risques auquel elle est exposée (voir la Figure 2-8). C'est-à-dire que l'équation de la réactivité se base sur une gravité amoindrie de l'aléa et une réactivité plus forte de l'espace urbain. Cette équation est dans le fond d'un nouveau concept qui est la résilience urbaine.

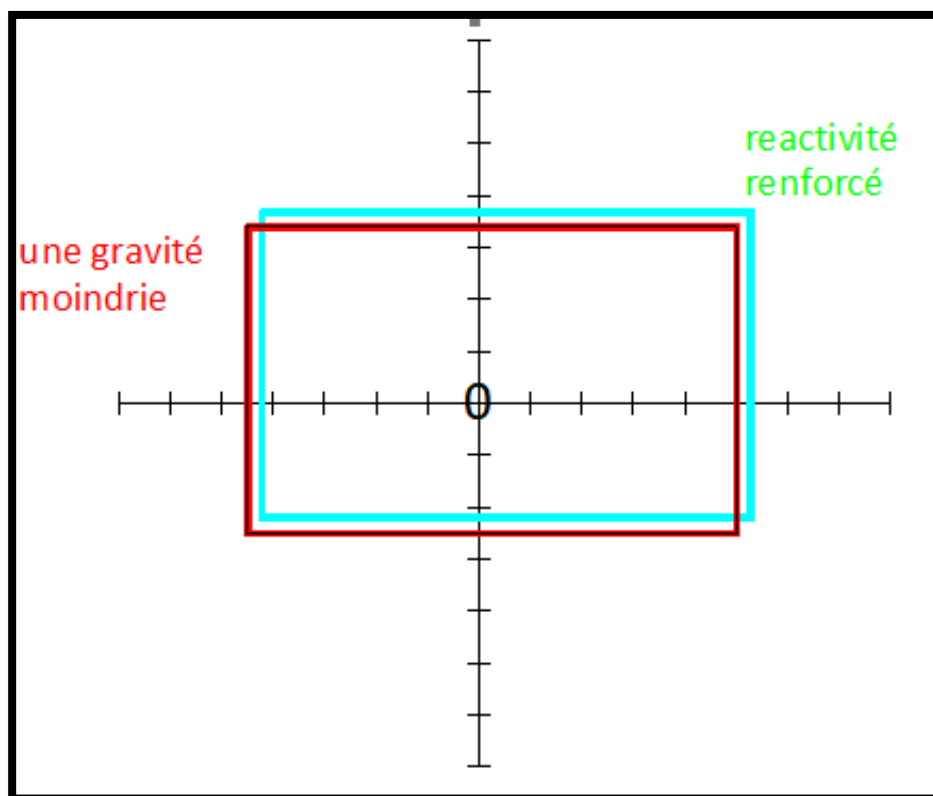


Figure 2- 8 la résilience face aux risques (Frimousse and Peretti, 2021 ; l'Auteur 2019)

La résilience est un concept ancien, originellement appliqué en mécanique des matériaux, définissant la capacité d'une entité à rebondir et à résister à des agressions externes (Frimousse and Peretti, 2021). Ce concept de résilience a été intégré dans la gestion des risques urbains, englobant la capacité d'une ville à répondre à la gravité d'une menace. (Djament-Tran et al., 2011)

Si on définit la résilience par rapport à la vulnérabilité, ils seront les deux faces opposées de la même pièce de monnaie, plus la ville est résilience face à un risque moins elle est vulnérable et vice-versa.

Malheureusement actuellement les solutions pour rendre la ville résiliente face à un risque majeur ces des solutions ponctuelles, facile et non durable.

2.8 Risque urbain :

L'urbanisation est un processus important de transformation des paysages qui se caractérise par une augmentation continue des êtres humains vivant dans des villes. En 2018 (Kabanyegeye et al., 2021), la population urbaine est passée d'environ 30 % en 1950 à près de 55 %. Selon les prévisions des Nations Unies, cette tendance persistera et d'ici 2050, environ 70 % de la population mondiale vivra en milieu urbain (Desa, 2015). En outre, il est prévu que plus de 8 millions de personnes vivront dans plus de 33 villes.

Dans ce sens, Deboulet et al., en 2018, citent que « *La croissance continue de l'urbanisation et l'expansion des activités industrielles au sein des villes contribuent à l'aggravation de la détérioration de l'environnement urbain, rendant ainsi les habitants plus vulnérables aux dangers des catastrophes naturelles et technologiques* ».

Pour aborder le concept de risque urbain, il est essentiel de noter que les aléas ne se limitent pas uniquement à un contexte urbain. Avec l'évolution de la société, les enjeux ont gagné en importance. Les villes ont considérablement grandi en taille, accueillant des populations dépassant des chiffres inédits.

En effet Metzger and d'Ercole (2011) définissent les risques urbains comme étant caractérisés par des dommages plus prononcés en milieu urbain. Cela implique une exposition accrue aux aléas, en particulier pour la population. De plus, les villes jouent un

rôle central en tant que foyers concrets de systèmes économiques, politiques, institutionnels et logistiques.

Avec l'émergence de la vie citadine en milieu urbain, principalement due à l'emploi, des événements aléatoires tels que les facteurs anthropiques et les aléas sociétaux deviennent évidents. Même si la fréquence de ces événements aléatoires est réduite, le niveau de risque demeure élevé par rapport aux environnements ruraux, on remarque que le risque change avec deux paramètres : (GRECU et al., 2013 ; d'Ercole et al., 1994)

A. Paramètre lié à la croissance des villes :

Un aspect associé à l'expansion des villes est que, à mesure que les villes se développent, la complexité des problèmes à résoudre augmente, tout comme le nombre de résidents, d'institutions, d'infrastructures, de logements, et ainsi de suite.

B. Paramètre lié à l'extension des villes dans les zones dangereuses : à titre d'exemple

Les zones urbaines à proximité d'installations industrielles dangereuses ou en bordure de zones inondables sont particulièrement exposées aux catastrophes technologiques et naturelles. De même, les villes situées à proximité de volcans actifs ou dans des régions à forte sismicité sont vulnérables aux conséquences destructrices d'éruptions volcaniques ou de séismes.

C. Paramètre lié au développement économique :

De nombreux dangers, tels que ceux liés aux activités humaines, ont été révélés par l'expansion du système économique. Cependant, la manière dont une nation fait face à ces menaces sera très différente en fonction de son degré de développement. Il est fréquent que les villes des pays sous-développés soient plus sensibles aux catastrophes naturelles que celles des pays riches.

D. Paramètre lié aux changements et développement des constructions (superficie et hauteurs) :

L'exemple le plus pertinent dans ce contexte concerne les bâtiments confrontés aux risques sismiques. Les caractéristiques du système de construction, telles que la hauteur et la superficie, déterminent la manière dont ils résistent à un aléa de type sismique. Il est également crucial de considérer la vulnérabilité de la construction aux risques d'inondation, car les bâtiments en contact direct avec le sol sont généralement plus exposés que les bâtiments sur pilotis (voir la Figure 2-9).

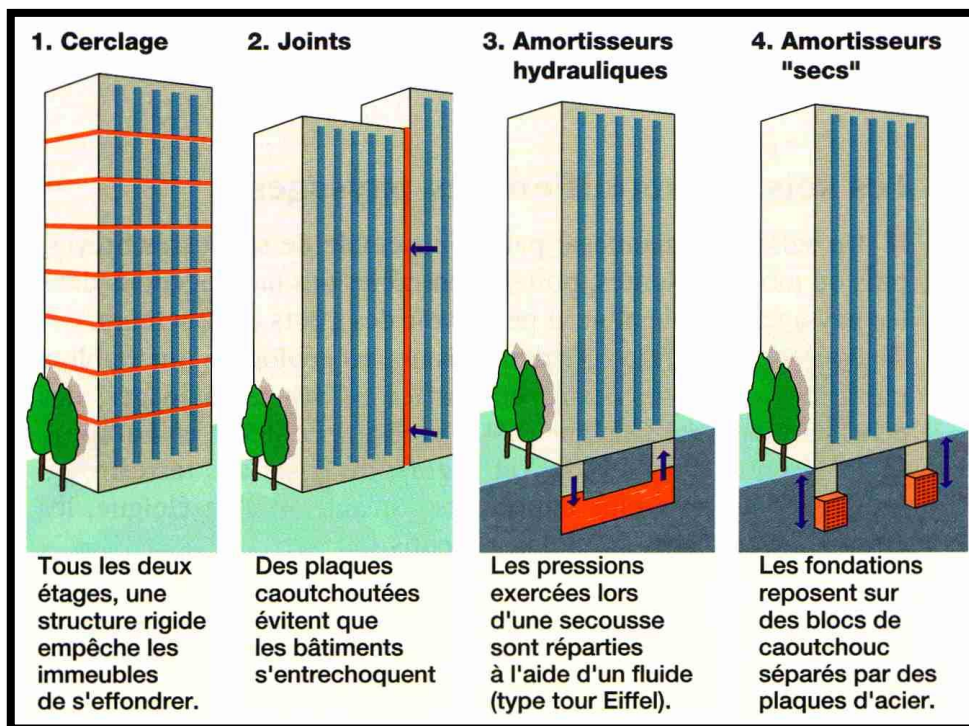


Figure 2- 9 Construction parasismique face au tremblement de terre (TPE, 2017)

En raison de son effet immédiat, l'aléa lui-même est la cible principale des efforts de gestion des risques urbains. Il faut donc prendre des précautions pour garantir la protection complète de la population. Ensuite, nous évaluons l'état du système urbain de la ville afin de déterminer la meilleure façon de réduire sa vulnérabilité aux menaces extérieures.

Baudet-Michel and Aschan-Leygonie (2009) ont souligné que l'aléa se manifeste de manière variable dans différents environnements urbains, présentant des différences d'une ville à l'autre. Ses conséquences ne dépendent pas uniquement de l'intensité de cet aléa, mais également des changements des caractéristiques morphologiques des villes, telles que la structure urbaine, la compacité, l'état, le type et la hauteur des bâtiments, etc. Par exemple, la densité urbaine joue un rôle crucial dans l'ampleur des dégâts résultant de la manifestation d'un aléa.

Le tableau ci-dessous synthétise les facteurs qui influencent la vulnérabilité de l'espace urbain, les classant en huit principaux domaines. Tous ces facteurs illustrent l'interconnexion des éléments qui entrent en corrélation, conduisant à une variabilité de la vulnérabilité en fonction des modifications de chaque élément (voir le Tableau 2-2).

Tableau 2- 2 Facteurs influant sur la vulnérabilité sur l'espace urbain (Veyret and Reghezza, 2006)

| |
|---|
| La densité de population, l'extension urbaine |
| <p>Les facteurs techniques :</p> <p>Des constructions en mauvaise état, mauvaise gestion de l'eau.</p> |
| <p>Les indicateurs sociaux-économiques :</p> <p>Contribuent à définir certaines dimensions relatives aux modes d'utilisation des sols, à la ségrégation sociale des espaces et à la fragmentation territoriale.</p> |
| <p>L'acceptation du danger :</p> <p>La pauvreté comme facteur de vulnérabilité ; le danger est parfois accepté contre un accès au logement ou un emploi.</p> |
| <p>Les indicateurs psychologiques :</p> <p>Absence du conscient de danger et considère le risque comme un élément banalisé et l'impliqué dans la vie quotidienne.</p> |
| <p>Les indicateurs institutionnels et politiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aucun programme de prévention et des lois laxistes. - Aucun examen des programmes de planification urbaine. - Les divisions administratives impliquent la diversité des acteurs et les zones à risque. |
| <p>Les facteurs structurels :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Localisation et moment précis de l'impact. -Dysfonctionnements fonctionnels et techniques aléatoire. |
| <p>Les facteurs fonctionnels :</p> <ul style="list-style-type: none"> -mauvaise gestion des crises, mauvaise organisation des aspects techniques et humains ; -absence de système d'alerte, absence d'une prévision efficace. |

En résumé, la ville, avec ses aspects urbains tels que le fonctionnement, la cohérence de l'organisation spatiale et les dynamiques urbaines, modifie les conséquences de l'aléa. Elle amplifie et diversifie les facteurs qui influencent la vulnérabilité urbaine. Ces aspects sociaux, organisationnels et environnementaux ont un impact direct sur la vulnérabilité urbaine.

2.9 Classification de risque :

Les risques se répartissent généralement en deux grandes catégories que sont les risques naturels et les risques technologiques ou anthropiques. Cette approche est principalement adoptée par les chercheurs ayant un profil technique (ingénieurs, géographes, topographes, etc.) où ils se penchent sur l'ingénierie du bâtiment, la géologie et la topographie de l'environnement, ainsi que sur la stabilité des installations industrielles dans le cas des risques anthropiques.

En effet, dans la définition des risques majeurs (il s'agit d'un événement aléatoire que la société ne peut surmonter). Seuls les types de risques précédemment cités (risque naturel et risque anthropique) peuvent être définis comme des risques majeurs. (Quenault, 2013)

Cependant, et selon Metzger and d'Ercole, 2011 « *le concept de risque urbain peut englober d'autres types de risques tels que : Risque sociale, Risque sanitaire, Risque environnementale* »

Ces types de risque jusqu'à aujourd'hui ; les chercheurs et même les organisations mondiales ne les classent pas comme risque majeur.

D'après les recherches menées par le chercheur anglais FARMER, il est possible de catégoriser les risques en se basant sur leur fréquence d'occurrence et leur niveau de gravité. Cette approche relève principalement d'un aspect technique qui se concentre sur la prévision des événements aléatoires, l'évaluation de leur probabilité et les méthodes visant à atténuer leur gravité. (Pigeon, 2010)

Selon une vision typologique on a cinq grandes familles de risque :

2.9.1 Les risques naturels :

Le risque naturel est généralement défini comme une menace provenant d'un phénomène naturel inattendu (qu'il soit géologique ou atmosphérique) pouvant causer des dommages importants aux personnes, aux biens et à l'environnement. (Commune d'Argentan, 2017)

À titre d'exemples : les événements météorologiques, les séismes, les glissements de terrain et les inondations.

A. L'inondation est le phénomène d'immersion soudaine ou progressive d'une zone urbaine en raison du débordement des eaux suite à une montée des niveaux d'eau pendant une crue.



Figure 2- 10 Inondations de Bab El Oued 10 novembre 2001(Boumaza, 2022)

B. Les mouvements de terrain comprennent les déplacements de sols ou de sous-sols, qu'ils soient causés par l'activité humaine ou naturels. Les chutes de pierres, les éboulements et les glissements de terrain en sont des exemples.



Figure 2- 11 Glissement de terrain a à Annaba dans le quartier de Sidi Aissa sur la bretelle qui va de Kouba à Ain Achir(Chaoui, 2014)

C. Un tremblement de terre, également connu sous le nom de séisme, se manifeste en surface par des mouvements du sol. L'ampleur, la fréquence et la durée de ces oscillations déterminent les dommages apparents à la surface.



Figure 2- 12 Séisme de Boumerdes en 2003 (CRAAG, 2013)

D. Risque météorologique : canicule, tempêtes violentes, grand froid et chutes de neige importantes. Les conditions météorologiques peuvent causer des dégâts matériels et mettre en danger la sécurité des personnes.

En somme, il s'agit de risques qui sont définis par leur nature. Il convient de souligner que les caractéristiques physiques et morphologiques de l'environnement exposé, en particulier l'urbanisation, ont un impact sur ces phénomènes.

2.9.2 Les risques anthropiques :

Événement indésirable et improbable causé par l'action humaine ou la défaillance involontaire d'un système, il représente un danger qui peut avoir des effets considérables sur les personnes et leur environnement. Les chercheurs mettent l'accent sur les menaces d'origine humaine, telles que celles posées par la technologie et l'industrie, qui sont le plus souvent associées à des sites à haut risque, ainsi que celles posées par le transport de matières dangereuses et la circulation automobile.

Un accident peut avoir plusieurs causes : (MTECT, 2017)

- Une erreur humaine
- La défaillance accidentelle d'un système
- Causes externes : risque naturel ; agression externe volontaire ou involontaire ; un incident sur une installation voisine ; panne électrique.

A. Risque industriel : il peut être défini comme un incident accidentel qui se produit au sein d'une installation industrielle et qui a des conséquences graves et dégât important pour la population et l'environnement urbain avoisinant.



Figure 2- 13 Dégâts d'explosion dans le port de la ville de TIANJIN en Chine (ARIA, 2017)

Le risque industriel peut être exposé de la manière suivante : d'incendie, d'explosion ou de pollution (atmosphérique, du sol et de l'eau). Ce dernier peut également être classé dans la catégorie des risques environnementaux.

B. Rupture de barrage :

Par définition les barrages peuvent être définis comme des réservoirs d'eau naturelle ou artificielle, si sa hauteur dépasse 20m et plus de 15 millions de m³ de retenue d'eau.

Les progrès scientifiques peuvent réduire le risque d'effondrement d'un barrage, qui peut entraîner une dégradation totale ou partielle. Cependant, le risque de rupture demeure toujours présent et significatif, pouvant être déclenché par des actions volontaires (actes terroristes) ou involontaires (accidents industriels ou événements naturels). Dans de tels cas, on peut parler de risque associé.



Figure 2- 14 Catastrophe du barrage de Malpasset qui date de 50ans (Rollet et al., 2012)

C. Transport de matière dangereuse

Ce genre de risque est étroitement associé à des incidents survenant pendant le transport de substances dangereuses par le biais de routes, de chemins de fer ou de pipelines.

E. Risque nucléaire :

L'émission de radioactivité et de rayonnements peut engendrer des effets nuisibles tant pour l'homme que pour l'environnement. Le risque nucléaire découle de possibles incidents qui

entraînent le relâchement d'éléments radioactifs vers l'extérieur. Les retombées de radioactivité et de rayonnements ainsi libérés ont le potentiel de causer des conséquences désastreuses tant pour les êtres humains que pour l'écosystème (Voir Figure 2- 15). (Amiard, 2020)

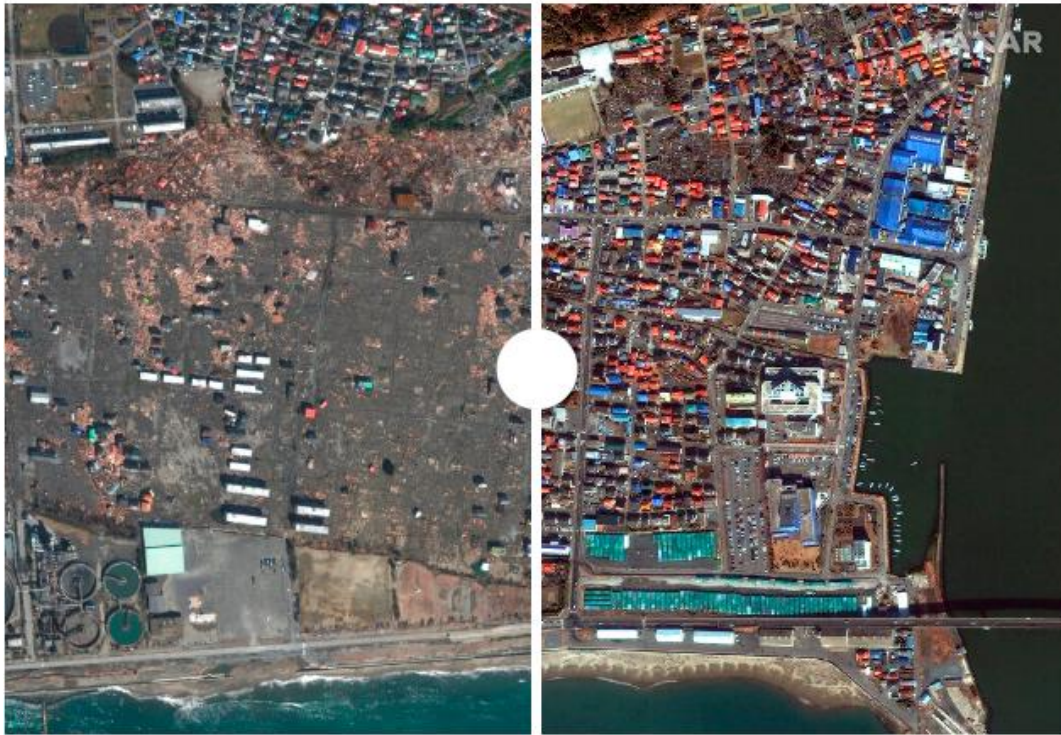


Figure 2- 16 Photo satellite avant et après la catastrophe nucléaire de Fukushima Japon 2011 (Vincent end Rafael, 2021)

Des accidents peuvent émerger dans les circonstances ci-après :

- Accidents liés au transport
- Utilisations industrielles ou médicales de radioéléments
- Défaillances majeures au sein d'installations industrielles nucléaires.

2.9.3 Les risques sociaux :

C'est des risques qui sont lie directement à des phénomènes et des évènements de société comme les conflits, risque de guerre, la délinquance etc. qui aurais des conséquences néfastes sur les biens, les personnes et sur la paix publique, C'est aussi un risque qui peut être causé par l'organisation sociale et politique. (IHESI, 2001)



Figure 2- 17 La ville la Ghouta en Syrie 2018 (AFP, 2018)

Ainsi, le risque social constitue une préoccupation inhérente aux sociétés urbaines contemporaines, et son exploration peut être entreprise à travers diverses disciplines relevant des sciences sociales.

2.9.4 Les risques sanitaires :

Dans le contexte des risques sanitaires, l'équation du risque prend une orientation différente. L'attention se porte alors sur la préservation de ce que l'on cherche à sauvegarder, à savoir la santé. Cette approche se distingue nettement des autres types de risques qui reposent sur l'analyse des causes à l'origine du risque. (Metzger and d'Ercole, 2011)

C'est dans ce sens Il est essentiel de prendre en considération toute menace potentielle pour la santé de la population afin d'approfondir l'étude des risques sanitaires..

2.9.5 Les risques environnementaux :

Dans le contexte des risques environnementaux, l'équation du risque n'est pas aussi claire que dans le cas précédent. On aborde ici l'environnement dans lequel nous vivons, où toute altération de cet environnement peut se transformer en un risque environnemental (voir la Figure 2-17).

A partir des chiffres de l’OMS, 2012 « *plus de sept millions de personnes ont été tuées par la pollution de l'air* ». Selon cette organisation mondiale, les chiffres ont augmenté considérablement par rapport à ceux publiés en 2008. (Leoz-Garziandia, 2019)



Figure 2- 18 La pollution atmosphérique Skikda Algérie (liberte-algerie, 2018)

2.10 La résilience urbaine comme moyen de gestion de risque urbain :

Les chercheurs se sont toujours penchés sur l'aléa comme moyen de réduire son impact, mais la nature humaine a toujours travaillé avec l'aléa. Les êtres humains ont essayé de comprendre comment réduire l'impact de celui-ci et de se protéger de ses dégâts, en construisant loin des sources de danger et en édifiant des structures résistantes pour faire face aux perturbations et aux dangers.

2.10.1 La résilience urbaine :

Le concept de résilience a toujours existé, mais l'apparition de cette terminologie ne date que de quelques années dans les domaines qui s'occupent de la gestion des risques. (Reghezza-Zitt and Rufat, 2015). Le terme "résilience urbaine" décrit la capacité d'une ville à se rétablir rapidement et à continuer à remplir ses fonctions vitales face à des crises, comme les catastrophes naturelles, les accidents industriels ou les pandémies. (Lhomme et al., 2010)

En outre, aucune théorie reconnue de la résilience urbaine n'a encore vu le jour. Néanmoins, plusieurs recherches ont mis l'accent sur certaines variables. Trois aspects positifs en

particulier tendent à renforcer la résilience d'un système face à une perturbation : l'apprentissage, la variété et, à notre avis, l'élément le plus crucial dans la gestion des risques urbains : permettre à l'environnement urbain de s'auto organiser pendant et après une crise. (Dauphiné and Provitolo, 2007)

En l'absence d'une méthode standardisée d'évaluation de la résilience, plusieurs chercheurs ont proposé la création d'indicateurs combinant un certain nombre de paramètres actuellement disponibles et liés à l'évolution de la capacité du système à résister ou à se remettre d'une crise.

Ainsi, la résilience revêt une connotation positive car elle peut être employée comme un outil stratégique dans la gestion des risques urbains. À mesure que la résilience d'une ville s'accroît, sa vulnérabilité diminue, ce qui atténue les conséquences des événements inattendus. Par conséquent, il est plus avisé de se concentrer sur le renforcement de la résilience plutôt que sur la prévention des imprévus. (Heinzlef, 2022, Reghezza-Zitt and Rufat, 2015), Analyser l'influence de la performance de l'environnement urbain sur le comportement des résidents constitue un exemple tangible de résilience urbaine visant à atténuer les effets néfastes et à renforcer la résilience globale de la ville.

2.10.2 Ville durable ou résilience urbaine :

La relation entre ces deux concepts est à la fois pertinente et complexe, étant donné qu'ils partagent le même domaine d'intervention, à savoir la ville. En effet, le développement durable des zones urbaines repose sur l'idée d'équilibrer trois grands axes : économique, social et environnemental. De manière similaire et en prenant en compte ces trois dimensions, on peut envisager l'analyse de la vulnérabilité des environnements urbains.

Comme mentionné précédemment, plus l'espace urbain est résilient, moins il est vulnérable. La résilience urbaine rend les villes plus réactives face aux phénomènes dévastateurs, ce qui les rend par conséquent plus sûres et durables. En fait, la résilience est un élément essentiel de la durabilité. La stratégie visant à améliorer la résilience urbaine est utilisée pour gérer les systèmes urbains qui sont confrontés à une variété de perturbations et de phénomènes destructeurs, qu'ils soient causés par des facteurs humains ou naturels. La résilience est cruciale pour créer une ville durable.

En réalité, la résilience constitue un élément fondamental de la durabilité. La stratégie visant à renforcer la résilience urbaine est employée pour gérer les systèmes urbains confrontés à diverses perturbations et catastrophes, qu'elles soient d'origine humaine ou naturelle. La résilience rend la ville plus sûre, résistante et adaptative aux situations les plus délicates ainsi il joue un rôle essentiel dans la création d'une ville durable. (Folke et al., 2002 ; Klein et al., 2004)

CONCLUSION

À travers notre exploration initiale du sujet de recherche, nous avons décomposé le concept de "risque" en deux éléments distincts, à savoir "aléa" et "vulnérabilité". Pour appréhender un risque majeur, il est nécessaire de confronter un aléa avec des enjeux en présence. Cette confrontation aboutit à la formulation de la notion de risque à travers une formule ou une équation.

Nous avons également exploré les concepts de gestion et de prévention des risques fondés sur l'évaluation des risques et des aléas. Ces concepts revêtent une importance cruciale dans l'évaluation de divers types de risques dans notre domaine, où la ville constitue le contenant et la société, avec ses éléments, le contenu. Cependant, nous avons observé qu'une approche axée uniquement sur la prévision de l'aléa et la réduction de sa gravité demeure limitée, car l'aléa, par nature, demeure imprévisible en termes de production et d'intensité. Ainsi, une perspective évolutive vise à renforcer la réactivité des enjeux face aux risques par le biais de la réduction de leur vulnérabilité.

En prenant en compte l'augmentation de la vulnérabilité des populations urbaines aux catastrophes, issues de l'urbanisation et du développement industriel croissants des villes, le concept de risque urbain émerge. Ce concept évolue en fonction de divers paramètres tels que la croissance des villes, leur extension par rapport aux sources de danger, le développement économique et les évolutions dans la construction. Les conséquences de l'aléa sont également influencées par les changements morphologiques, fonctionnels et organisationnels de la ville.

En somme, le risque urbain englobe divers types de risques, dont les risques naturels et anthropiques ont été identifiés comme majeurs. Les chercheurs classent ces risques en

fonction de leur fréquence et de leur gravité, se concentrant sur la probabilité de l'apparition de l'aléa et les moyens de réduire sa gravité.

Il a été observé dans ces chapitres que les chercheurs ont adopté des méthodes pour réduire l'impact de l'aléa et se protéger contre ses conséquences. La résilience urbaine est devenue une solution aux risques urbains et est un élément essentiel de la gestion stratégique des risques. En améliorant la capacité de résilience des villes, elles réduisent leur vulnérabilité et augmentent leur capacité à faire face aux conséquences des événements imprévus. Par conséquent, il est plus pertinent de se concentrer sur l'amélioration de la résilience plutôt que seulement sur la prévention des événements imprévus. Ce changement d'approche aide la ville à se diriger vers l'un des aspects du développement durable.

Pour résumer, il semble que la résilience soit essentielle à la durabilité des villes. L'amélioration de la résilience urbaine est un moyen de gérer les systèmes urbains face à une variété de perturbations et de phénomènes dévastateurs, qu'ils soient causés par l'homme ou par la nature. La résilience est donc essentielle pour réaliser une ville durable. (Femmam et al., 2018)

CHAPITRE III : LA VILLE FACE AUX RISQUES INDUSTRIELS

INTRODUCTION :

Longtemps perçu comme le catalyseur du développement économique, l'industrie crée de la richesse et des possibilités d'emploi dans les villes et les nations. Cependant, derrière cette façade de prospérité se cachent des aspects sombres qui exigent une réévaluation de notre relation avec le secteur industriel. De nos jours, l'industrie ne se définit plus seulement comme créatrice de richesse, mais également comme une source potentielle de risques majeurs.

Le présent chapitre se penche sur la manière dont les villes font face aux risques industriels. Les accidents industriels, souvent spectaculaires et soudains, témoignent de cette dualité. Des incidents tels que les fuites toxiques, les incendies dévastateurs et les explosions cataclysmiques ont non seulement un impact grave sur les installations industrielles concernées, mais engendrent également des répercussions néfastes sur les régions avoisinantes.

Les conséquences se propagent au sein de la population locale, touchant à la fois les individus et leurs biens. De plus, ces accidents ont le potentiel de perturber profondément le fonctionnement des agglomérations urbaines, accentué par l'intégration étroite des installations dangereuses au cœur des tissus urbains denses.

Dans ce contexte, il devient crucial d'explorer les dangers à leur source en examinant en détail les causes et les effets des accidents industriels majeurs. Ce chapitre se penchera également sur la classification des sites industriels, mettant en lumière les catégories qui présentent des risques accrus pour les zones urbaines environnantes.

Il est crucial de considérer la maîtrise et la gestion de l'urbanisation comme une solution envisageable en réponse à ces difficultés. Comment pouvons-nous modifier nos stratégies d'urbanisation pour réduire les risques industriels potentiels ?

3.1 Les risques industriels dans la ville :

Pendant longtemps, l'industrie a été vue comme moteur de développement et d'enrichissement des villes et nations, créant des emplois et opportunités. Cependant, ses aspects négatifs, tels que la pollution, le bruit et les risques industriels, ont également émergé. Les déchets toxiques, les émissions polluantes et les incidents majeurs comme les explosions sont des conséquences sombres de l'industrialisation. Pourtant, en équilibrant les avantages économiques avec la responsabilité environnementale et sociale, on peut trouver des solutions durables. Les installations industrielles ont la possibilité d'adopter des pratiques plus respectueuses de l'environnement, ce qui ouvre la voie à un avenir où le progrès peut coexister avec la protection de la qualité urbaine, de la vie et de l'écosystème (voir la Figure 3-1). (Matheu, 2002)

De nos jours, l'industrie est de moins en moins perçue comme une créatrice de richesse, mais plutôt comme une origine potentielle de risques. Cette perspective est soulignée par Ulrich (2001) « *dans la seconde moitié du 20ème siècle, d'une société productrice de richesses à une société productrice de risques.* »

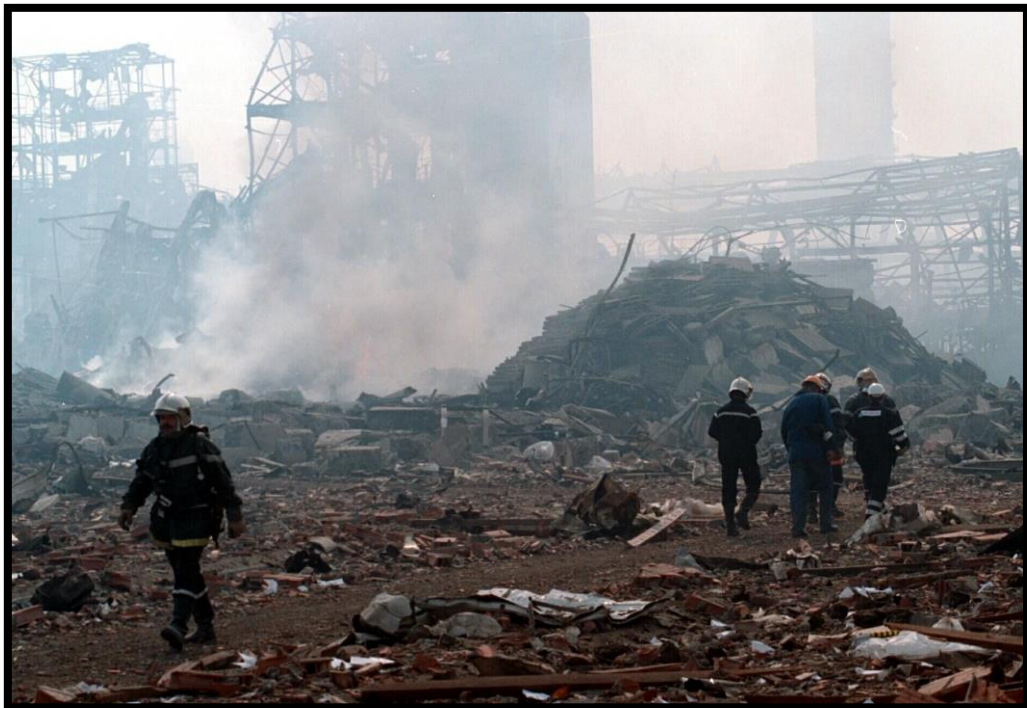


Figure 3- 1 l'explosion de l'usine A.Z.F. à Toulouse 2001 (Depeche, 2021)

Les événements qui se produisent à travers le monde nous rappellent constamment les effets des accidents industriels. Pour illustrer, l'accident qui s'est produite à l'usine A.Z.F. à Toulouse en 2001 reste à l'esprit. Le Premier ministre français de l'époque, Lionel Jospin, avait souligné de manière significative à ce moment-là : « *Après l'incident de Toulouse, il devient impératif de ne plus raisonner de la même manière en ce qui concerne le risque industriel... Les interactions entre l'industrie et les zones urbaines au sein de notre société ne peuvent plus être envisagées selon les mêmes paradigmes qu'auparavant.* » Cette déclaration met l'accent sur l'impact significatif qu'un accident industriel majeur peut avoir sur la vision et la maîtrise des risques industriels dans les villes. (Momal, 2003)

En 1990, le Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement français a défini le risque industriel majeur comme « *un phénomène aléatoire accidentel sur une installation industrielle qui entraîne des dégâts immédiats graves pour le personnel, les citadin environnant, les biens ou l'environnement urbain ou naturel. Cette vision est la plus fréquemment utilisée* ». (Grembo, 2010)

En réalité, Propeck-Zimmermann et al. (2007) en exposé le concept de la manière suivante : Dans le contexte industriel, l'incident accidentel trouve son origine dans un dysfonctionnement interne au sein d'une installation industriel. Cependant, au-delà de son impact sur cette installation en particulier, ses effets se propagent à travers un réseau complexe d'interactions, s'étendant dans l'espace géographique et urbain à portée de son influence.

Les accidents industriels majeurs se distinguent par leur nature soudaine et violente, ces incidents laissent des séquelles profondes et durables, ayant un impact non seulement sur les installations industrielles à l'origine de l'accident, mais également sur l'environnement urbain environnant. Les conséquences s'étendent au-delà des frontières de l'installation, touchant des éléments essentiels tels que la population résidente, les biens matériels et la stabilité de l'espace urbain (Propeck-Zimmermann et al., 2009)

En effet, l'interaction entre les installations industrielles dangereuses et les zones urbaines avoisinant crée un enchevêtrement complexe. L'intégration étroite de ces installations au cœur des tissus urbains crée une proximité inquiétante. Une perturbation au sein d'une

installation industrielle peut facilement se propager à travers le réseau urbain dense, affectant la vie quotidienne des citoyens et le bon fonctionnement des infrastructures locales.

En somme, les accidents industriels majeurs sont marqués par leur nature brutale et rapide, avec des conséquences qui dépassent largement les limites des installations industrielles impliquées. Ces événements laissent un héritage de destruction et de perturbation, touchant la population, les biens et l'environnement local. L'étroite intégration de ces installations dans les zones urbaines dense ajoute une dimension de complexité aux retombées potentielles, soulignant l'importance cruciale d'une gestion responsable et de mesures préventives dans le secteur industriel.

3.2 Causes et effets d'un accident industriel :

La compréhension des causes et des effets des accidents industriels est d'une importance capitale. En identifiant les facteurs à l'origine de ces incidents à la source du danger, Des actions préventives peuvent être mises en place pour atténuer les risques. De plus, il est essentiel de saisir les impacts à court et à long terme afin de mieux appréhender leur influence sur les entités urbaines environnante.

3.2.1 Les causes :

Prédire un accident de nature aléatoire et diversifiée est quasiment impossible. Dans le contexte des risques industriels, un accident peut résulter d'une seule cause ou découler de plusieurs facteurs. D'après le rapport publié par le Ministère de l'Environnement de l'Énergie et de la Mer français (2017), on recense de multiples sources de risques industriels. :

- Un dysfonctionnement du système, qu'il soit d'ordre mécanique ou dû à une maintenance inadéquate ;
- Une erreur humaine, qu'elle soit liée à une manipulation incorrecte, à une méconnaissance des dangers, à des lacunes dans l'organisation ou dans les procédures.
- Une réaction incontrôlée, comme une réaction chimique non maîtrisée, la production de gaz, de substances corrosives ou toxiques.

Ces facteurs peuvent agir isolément ou en interaction, ce qui rend la prévision des accidents industriels complexe et incertaine.

Le tableau ci-dessous illustre les accidents industriels survenus en France de 1992 à 2011. :

Tableau 3- 1 Les principales raisons des accidents en France de 1992 à 2011. (Blesius, 2014)

| | |
|---|-----|
| Signaux liés à la structure de l'organisation ou aux aspects humains | 54% |
| Dysfonctionnement matériel | 54% |
| Acte malveillant confirmé ou présumé | 7% |
| Origine externe | 11% |
| Autres | 6% |

On peut observer que les facteurs organisationnels, humains et les défaillances matérielles se démarquent comme les causes les plus fréquentes et prédominantes des accidents industriels. Une distinction essentielle entre les accidents industriels et d'autres catastrophes d'origine naturelle, telles que les séismes ou les inondations, réside dans le fait que les premiers sont souvent évitables ou du moins maîtrisables.

En conséquence, il est possible de réduire les dommages potentiels en maîtrisant les dangers à leur source. Il est important de noter que les actions préventives peuvent se révéler inefficaces en cas de causes externes, comme le montre le chiffre de 11% dans le tableau 3-1. Dans ce cas, les risques sont associés et peuvent être influencés par des phénomènes domino, soulignant ainsi que les installations industrielles ne sont pas toujours le point de départ principal des accidents (voir le Tableau 3-1).

Blesius (2014) a mis en lumière que bien que l'activité industrielle puisse souvent être au cœur et être la principale cause d'un accident industriel, cette relation n'est pas systématique. C'est ici que les notions liées à l'effet dit "domino" entrent en jeu. Cela signifie que l'accident peut être déclenché par une ou plusieurs agressions externes sur une installation industrielle déjà vulnérable. Ces agressions externes peuvent se manifester sous la forme d'événements majeurs naturelle comme des séismes, des ouragans ou des mouvements de terrain, ou encore sous la forme d'actes de terrorisme.

L'activité industrielle peut avoir un rôle en amont, étant à la racine du danger qui peut découler de l'un ou plusieurs des facteurs évoqués précédemment, tels qu'une explosion provenant d'une citerne de stockage, par exemple. En revanche, dans une situation en aval,

l'activité industrielle ne serait pas directement impliquée et pourrait ainsi se retrouver fragilisée face à des menaces extérieures.

Dans ces circonstances, l'accident peut ne pas être directement causé par les activités de l'installation industrielle elle-même, mais plutôt par des facteurs extérieurs qui compromettent la sécurité de cette installation. Cette situation souligne la nécessité de considérer des scénarios complexes et multiples lors de l'évaluation des risques industriels.

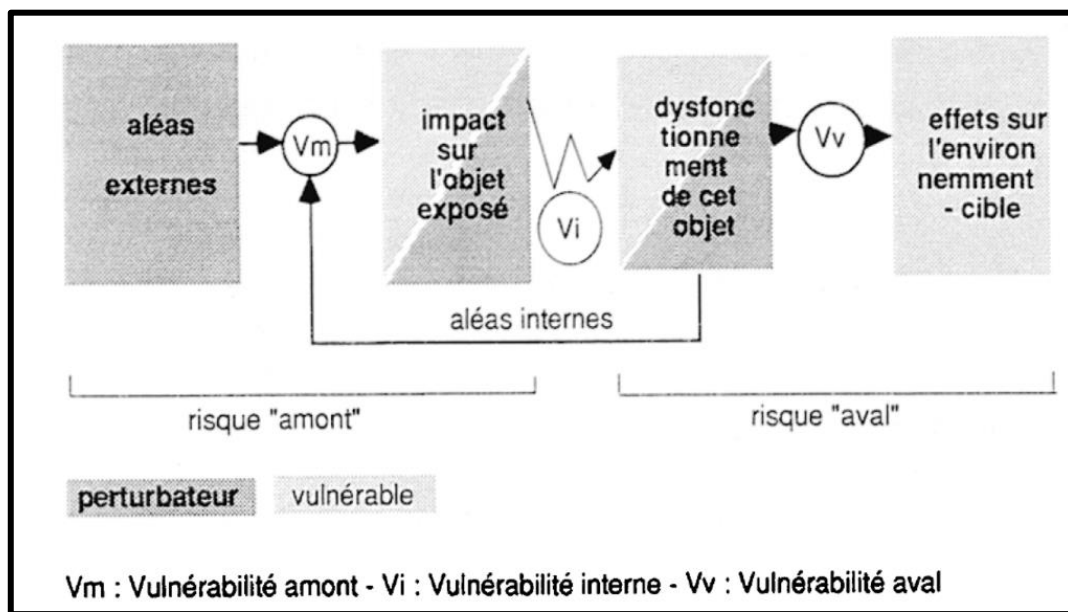


Figure 3- 2 illustration du risque on « amont » et en « aval » (Blancher, 1995)

Cette illustration de Blancher (1995) explique de manière frappante la séquence tragique des événements en cascade qui peuvent déclencher une catastrophe dans un environnement urbain. Elle met en évidence comment l'installation industrielle se trouve au centre de cette chaîne d'événements (voir la Figure 3-2).

Une ville est un système dynamique composé de parties interconnectées. Selon Dubois-Maury and Chaline (2004), altérer l'une de ces parties peut non seulement influencer son développement, mais également perturber l'équilibre global de la ville. Cela se produit à travers un enchaînement d'effets et d'interactions. Ainsi, toute perturbation peut avoir des répercussions imprévues et répandues dans l'ensemble du système urbain., C'est pourquoi, loin des approches simplistes des risques industriels, la notion de risques associés et l'effet

domino revêtent une importance primordiale dans toutes les recherches et études abordant la question des risques urbains, en particulier ceux d'origine industrielle.

3.2.2 Effets :

Les conséquences d'un accident sur un site industriel peuvent être catégorisées en trois types d'effets distincts, chacun ayant ses propres caractéristiques : (Alileche et al., 2014; Basta et al., 2019)

- **Effets thermiques** : Ces effets sont directement liés aux phénomènes de combustion et d'explosion. Lorsqu'une substance inflammable brûle, elle peut générer des températures élevées et des flammes intenses. De plus, si une explosion survient, elle peut entraîner des dégâts thermiques importants dans les zones environnantes, causant des brûlures et des déformations.
- **Effets mécaniques** : Cette catégorie englobe les conséquences mécaniques résultant des explosions. Les explosions génèrent des ondes de choc qui se propagent à grande vitesse et créent une surpression soudaine dans l'air. Ces ondes de choc peuvent causer des dommages structurels, tels que la destruction de bâtiments, l'éclatement de vitres et des dégâts aux infrastructures.
- **Effets toxiques** : Ces effets surviennent principalement lorsque des substances chimiques toxiques sont libérées dans l'air en raison d'une fuite ou d'une rupture d'équipement sur le site industriel. Le personnel et la population locales peuvent être exposés à ces substances, ce qui peut engendrer des préoccupations majeures pour la santé. La toxicité peut varier en fonction des produits chimiques utilisés, allant des irritations respiratoires aux dommages neurologiques graves.

Il est important de garder à l'esprit que les effets d'une catastrophe industrielle varient en fonction de plusieurs facteurs, tels que la composition des matériaux impliqués, la portée de l'explosion ou de l'incendie, la proximité humaine et urbaine et la rapidité de la réponse d'urgence.

3.2.3 Les conséquences sur la ville :

Les villes ont toujours été considérées comme des centres de vie communautaire, abritant un grand nombre de population dans un environnement complexe. Ces environnements urbains sont des lieux où les individus vivent leurs vies en occupant des rôles multiples : travailler, habiter, se déplacer et se divertir. Au fil du temps, la planification urbaine s'est concentrée sur la création de villes résistantes aux menaces extérieures. Cette approche a donné naissance à des concepts tels que l'urbanisme défensif et la construction de remparts pour protéger les habitants des dangers provenant de l'extérieur.

Toutefois, cette perspective traditionnelle a souvent omis de considérer les menaces internes émanant de l'intérieur de la ville. En matière de conception urbaine, les incendies, les épidémies, les accidents industriels et d'autres dangers internes n'ont pas toujours été convenablement pris en considération. Cette perspective limitée a conduit à minimiser la possibilité de risques internes, mettant l'accent sur les menaces externes.

Cependant, les risques internes sont tout aussi importants que les risques externes, voire plus. Les villes modernes sont confrontées à une variété de dangers qui peuvent émaner de leurs propres structures et activités. Par conséquent, l'interaction et l'association entre la ville et le risque sont naturellement compliquées.

La compréhension croissante de ces risques internes a conduit à une réévaluation de la planification urbaine. Les villes doivent maintenant intégrer la gestion des risques internes dans leur aménagement et leur développement. Cela exige une approche plus holistique, prenant en compte non seulement la protection contre les menaces externes, mais aussi la prévention et la réponse aux dangers internes.

En conclusion, les villes ont longtemps été considérées comme des espaces de vie communautaire, mais la vision traditionnelle a souvent négligé les risques internes. Cette perspective évolue désormais pour reconnaître que les risques internes sont aussi importants que les risques externes. Pour assurer la protection et la résilience de leurs résidents, les villes modernes doivent adopter une approche plus complète de la gestion des risques.

Face à l'étroite coexistence entre la ville et ses sites industriels, il est crucial de souligner que cette situation demeure une source incontournable de dangers potentiels. Les conséquences de cette proximité pourraient avoir un impact considérable sur la ville et l'ensemble de ses composantes. Et on cite : (Direction de l'industrie, 2014)

- **Les conséquences humaines :**

Les personnes concernées par les conséquences d'un accident comprennent celles qui sont directement exposées à l'événement ainsi que celles qui en subissent les effets indirects. Ces individus peuvent se trouver dans divers endroits au moment de l'accident, tels que des lieux publics fréquentés, leurs résidences, leurs lieux de travail, ou même en transit. A titre illustratif, dans le cas d'un incendie dans une usine, les travailleurs de l'usine eux-mêmes sont directement exposés, tandis que les résidents des zones environnantes peuvent subir les conséquences indirectes de l'exposition aux substances dangereuses (voir le Tableau 3-2).

Tableau 3- 2 exemples accident industriel à travers le monde avec leurs effets sur la population (Direction de l'industrie, 2014)

| Date | Localisation | Type d'accident | Conséquences |
|------------------|---------------------|--|---|
| 4 janvier 1966 | Feyzin (France) | Deux sphères de stockage de propane explosent simultanément à la suite d'un incendie. | 18 décès et environ 80 blessés dans l'accident. |
| 10 juillet 1976 | Servo (Italie) | Un nuage toxique se forme après une explosion dans un site industriel et tombe sur la ville. | Près de 15 000 personnes sont évacuées. Après cet accident, l'Union Européenne a mis en place une directive appelée « Seveso » pour informer les populations sur les risques chimiques et sur la conduite à tenir en cas de danger. |
| 19 Novembre 1984 | Mexico (Mexique) | Une citerne de GPL explose dans un dépôt de carburants | 574 décès, 1200 personnes portées disparues et 7000 blessés. |

| | | | |
|-------------------------|---|---|--|
| 3 Décembre 1984 | Bhopal (Inde) | 40 tonnes de gaz toxique dispersées dans l'atmosphère à la suite d'une explosion dans une usine de pesticides | À la suite d'une fuite de gaz, entre 7 000 et 10 000 personnes ont perdu la vie, et 15 000 ont succombé au cours des années suivantes. |
| 2 Juin 1987 | Port Edouard Herriot- Lyon (France) | L'explosion d'un réservoir d'hydrocarbures. | L'accident provoque 2 morts et 15 blessés. |
| 21 Septembre 2001 | Toulouse (France) | Une réserve de 190 unités de substance toxique a déclenché une explosion, créant un cratère d'un diamètre de plus de 30 mètres et d'une profondeur d'environ une dizaine de mètres. | Plusieurs maisons, entreprises et équipements se sont effondrés à la suite de l'explosion. 31 personnes ont perdu la vie, 2 500 ont été gravement blessées et 8 000 ont été légèrement blessées. |
| 11 Décembre 2005 | Buncefield (Angleterre) | Un accident considéré comme le plus important de ce type en Europe, est provoqué par trois explosions dans un l'installation pétrolier exploité par TOTAL. | 43 blessés |

- **Les conséquences économiques :**

Un incident industriel majeur a le potentiel de perturber significativement l'économie d'une région. Les entreprises situées à proximité du site de l'accident ainsi que les infrastructures routières avoisinantes risquent d'être réduites en ruines ou sérieusement affectées. Dans une telle situation, les retombées économiques qui en découlent peuvent être véritablement dévastatrices.

- **Les conséquences environnementales :**

Un accident industriel majeur peut avoir un impact considérable sur l'environnement, qu'il soit urbain ou naturel. Il peut provoquer la destruction de la vie terrestre et des écosystèmes naturels. Cependant, les répercussions d'un tel événement ne se limitent pas à cela ; elles peuvent également engendrer des problèmes de santé publique, tels que la contamination des

sources d'eau de surface ou souterraines. En plus des conséquences sur l'environnement naturel, il est essentiel d'examiner les impacts sur l'environnement urbain, car les défis dans ce contexte sont d'autant plus complexes. Ces défis englobent des aspects humains, institutionnels, économiques et urbanistiques.

La classification des conséquences a été simplifiée et axée sur les aspects techniques, même si cela peut sembler superficiel étant donné la complexité des éléments interdépendants au sein de la ville. Selon Estacio (2004), une ville en crise est un "système urbano-relationnel" qui est affecté par un danger dans une partie de la ville. Le diagramme ci-dessous illustre cette notion (voir la Figure 3-3) :

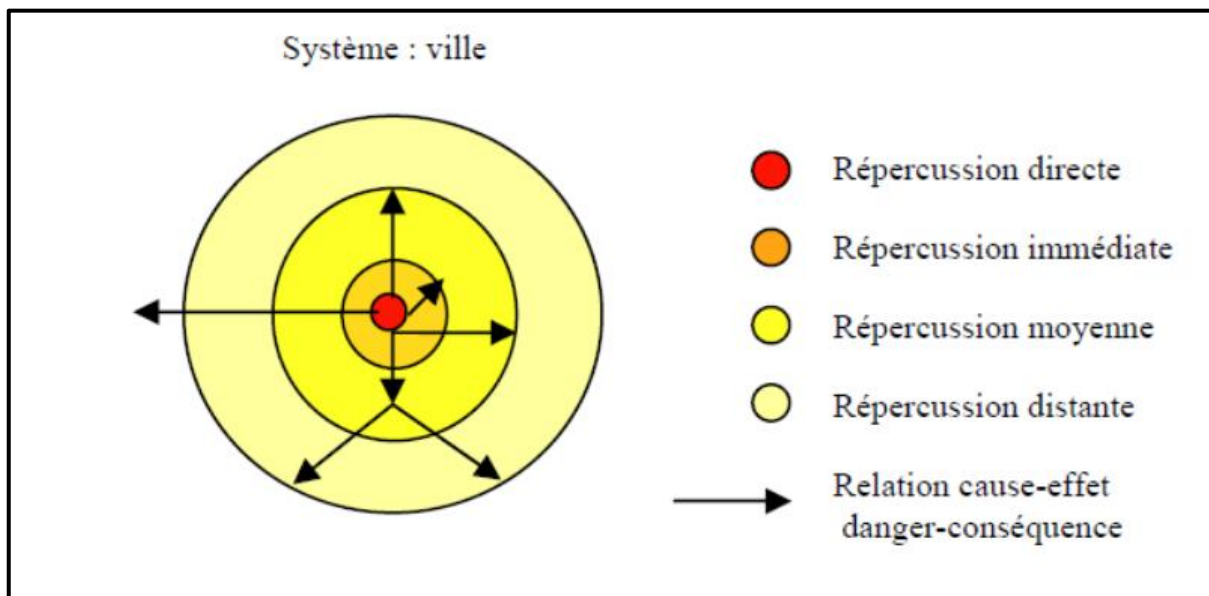


Figure 3- 3 La dynamique et les effets de risque dans le système urbain (Estacio, 2004)

La figure 2-3 montre clairement comment un accident ponctuel survenant dans une partie du système urbain peut engendrer des effets et des conséquences dans les autres parties de la ville. Ces conséquences peuvent se manifester de manière directe, immédiate, moyenne ou à distance. Ils sont étroitement liés à l'accident initial et deviennent plus significatifs à mesure que nous nous éloignons du site de l'accident.

Cependant, ces répercussions peuvent également être indirectement liées à l'accident initial. Les effets et les conséquences de l'accident initial peuvent se propager en une série d'événements en cascade, où les événements se succèdent comme des dominos. Dans ce

scénario en cascade, il devient difficile de prédire avec précision les zones où les dommages seront les plus importants. Cela s'explique par le fait que l'effet de cette chaîne d'événements dépend à la fois des types d'accidents qui sont déclenchés par l'événement initial et de la vulnérabilité des sites touchés.

En résumé, le schéma met en évidence comment un incident ponctuel peut avoir des répercussions en chaîne dans l'ensemble du système urbain. Ces répercussions peuvent être immédiates ou se propager de manière indirecte à travers une série d'événements interconnectés. La compréhension de ces interactions complexes est essentielle pour anticiper et gérer les conséquences d'un accident industriel sur la ville.

3.3 Classification des sites industriels :

Beyer and Lacoste, 2017 ont définies Les installations classées comme « *installations englobant des établissements tels que des usines, des ateliers, des entrepôts et des élevages d'animaux. Ces installations peuvent potentiellement générer des risques ou entraîner des désavantages dans différents domaines* », notamment :

- La population environnante
- La sécurité, bien-être et hygiène.
- La préservation des sites et monuments historiques, patrimoniaux ou archéologiques.
- La protection de l'environnement en milieu urbain et naturel
- La pratique agricole
- L'efficacité énergétique

En prenant en compte leurs divers aspects (sociaux, urbains et naturels), la réglementation de ces installations vise à réduire leur influence sur l'environnement., dans le but de limiter leurs effets. Cela est réalisé au moyen de directives relatives à leur implantation et à leur fonctionnement.

Les installations sont classifiées en fonction de plusieurs critères essentiels, notamment :

- La gravité des risques éventuels et les perturbations qu'ils pourraient causer sont pris en considération dans le but de déterminer l'impact potentiel d'une installation industrielle sur son environnement immédiat. Pour minimiser leur impact et anticiper les incidents,

des réglementations plus rigoureuses sont mises en place pour les installations présentant des risques accrus.

- L'activité en elle-même, qui comprend de nombreux éléments. Cela comprend le type et la toxicité des produits utilisés dans les processus industriels, et leur capacité à être manipulées. Ces facteurs sont pris en considération dans le but d'évaluer le niveau de risque et de dangerosité associé à l'installation..

Trois niveaux de classification sont attribués aux installations jugées à risque, chacun correspondant à un régime administratif. Les termes de déclaration, d'enregistrement ou d'autorisation affectent ces niveaux en fonction de l'augmentation des niveaux de risque (voir la Figure 3-4).

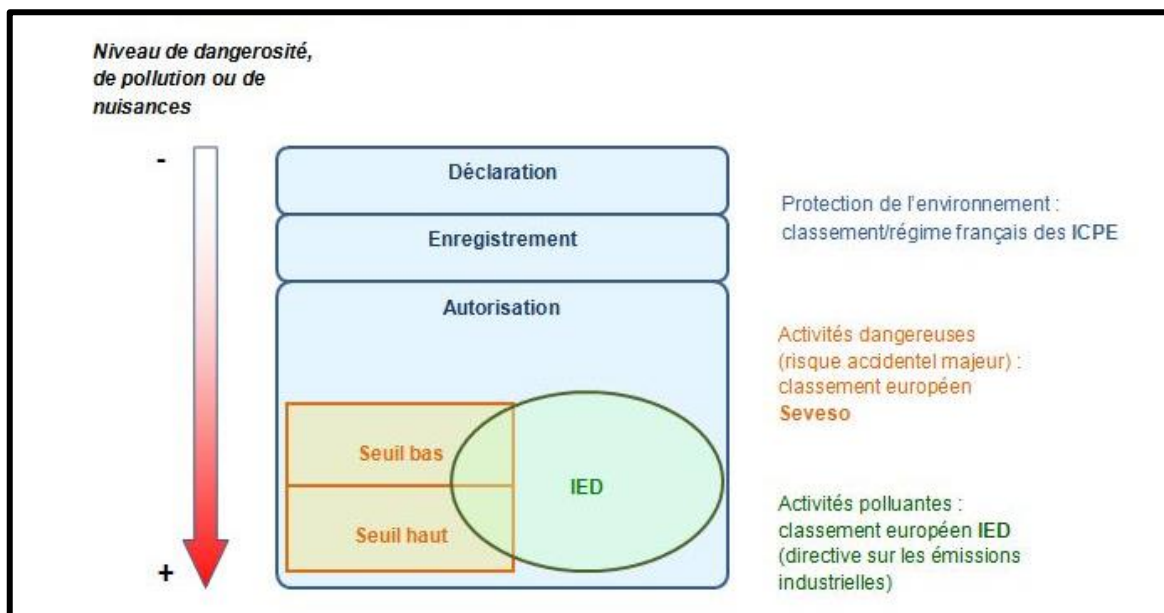


Figure 3- 4 Classement des installations à risques (Maurice, 2014)

Les installations soumises à des autorisations sont celles qui sont jugées les plus risquées, car elles ont le potentiel de provoquer des accidents graves, bien que peu fréquents, que l'on qualifie de majeurs. Ces installations sont désignées sous l'appellation "Seveso", et elles peuvent être classées en "seuil haut" ou en "seuil bas", en fonction des critères établis par la réglementation européenne, notamment la directive "Seveso III".

En effet, la directive SEVESO a été créée. Après l'émission accidentelle de dioxine dans la ville de SEVESO en Italie en 1976, l'Union européenne et ses États membres ont reconnu

l'impératif de mettre en place une politique commune pour prévenir les risques majeurs liés à l'industrie. (Prieur, 1989)

En 1982, la directive SEVESO a exigé que les États membres identifient les dangers liés à certaines activités et procédés industriels nuisibles et prennent les mesures nécessaires pour y faire face. Plusieurs modifications ont été apportées à la directive SEVESO, en particulier après l'incident de Bâle en 1986.

cela a introduit le concept de gestion des risques dans le contexte des incidents majeurs liés à des substances dangereuses (Prieur, 1989). La directive SEVESO 3 est entrée en vigueur le 1er juin 2015.

Afin de minimiser les répercussions des accidents industriels, cette instruction inclut des mesures pour encourager une utilisation adéquate du sol. Dans ce contexte, elle souligne également l'importance de renforcer la coopération, la participation et la consultation de la population locale.

Selon la quantité totale de produits dangereux présents sur le site, la directive SEVESO classe les installations industrielles en deux catégories : « *Les établissements Seveso seuil haut et Les établissements Seveso seuil bas* »

3.4 Evaluation de la démarche de maîtrise des risques à la source :

La stratégie pour réduire les risques d'accidents graves liés à l'exploitation d'installations industrielles, repose sur une approche qui prend en compte deux paramètres interconnectés, lesquels sont intrinsèquement liés à la production du risque (Ineris, 2010) :

- La probabilité de survenue de l'accident : Ce paramètre évalue la fréquence à laquelle un accident potentiel pourrait se produire. Il prend en compte divers facteurs tels que les processus industriels, les systèmes de contrôle, la maintenance préventive, ainsi que les actions et les mesures de sûreté mises en place pour réduire les risques d'un incident.
- La gravité des conséquences : Ce paramètre se rapporte à l'ampleur des dommages qui pourraient résulter d'un accident. Il englobe les impacts sur la sécurité humaine, les pertes

environnementales, les effets économiques et sociaux, ainsi que la durée de récupération nécessaire après l'incident.

La conjonction de ces deux facteurs offre la possibilité d'une évaluation des risques associés à la gestion d'une installation industrielle plus approfondie et précise. Cette approche facilite l'élaboration de stratégies de prévention et de gestion des risques en mettant en lumière les scénarios critiques et en prenant les mesures adéquates pour réduire au minimum les conséquences potentielles des accidents industriels.

Ainsi, dans chaque étude de danger, il est essentiel de se situer par rapport à chaque incident potentiel en utilisant une combinaison des deux paramètres précédemment mentionnés.

Après avoir classé les événements redoutés selon leur gravité et leur probabilité d'occurrence, la matrice présentée ci-dessous établit trois zones de risque distinctes en se basant sur la courbe de Farmer. Ces zones sont définies comme suit :

- **Zone autorisée** (sans spécification particulière) : Cette zone englobe les scénarios où le risque est considéré comme acceptable dans le contexte de la matrice. Cela signifie que les niveaux de gravité et de probabilité associés à ces événements sont jugés compatibles avec les normes de sécurité établies, sans nécessiter de mesures de prévention ou de réduction de risques supplémentaires.
- **Zone acceptable** (représentée par des hachures) : Cette zone regroupe les scénarios où le risque est toléré, bien qu'il puisse nécessiter une attention particulière et des mesures d'atténuation. Les événements dans cette région maintiennent un équilibre entre la gravité potentielle des conséquences et la probabilité de leur occurrence. Il est envisageable de diminuer encore davantage le risque en mettant en place des mesures de prévention et de gestion.
- **Zone critique** (représentée en gris) : Dans cette zone, le risque est qualifié d'inacceptable en raison d'une combinaison de gravité élevée et de probabilité significative. Les événements dans cette région nécessitent une intervention rapide et des actions de prévention strictes. Le but essentiel est de minimiser la probabilité de survenue de tels

événements, ainsi que la gravité de leurs conséquences, afin de les ramener dans des niveaux de risque plus acceptables.

En conclusion, la matrice dérivée de la courbe de Farmer représente efficacement la gamme de niveaux de risque possibles, de la sécurité au danger. La capacité à évaluer rapidement et avec précision les niveaux de risque à travers différents scénarios permettent aux autorités et aux experts en sécurité de mettre en place rapidement et efficacement des actions pour éviter et réduire les risques inacceptables (voir le Tableau 3-3).

Tableau 3- 3 Matrice d'acceptabilité des risques (Ineris, 2010)

| Probabilité Gravité | Fréquence 4 Plus de 3 barrières Indépendantes | Fréquence 3 3 barrières Indépendantes | Fréquence 2 2 barrières Indépendantes | Fréquence 1 1 seule barrière |
|--|--|---|---|------------------------------------|
| Distances aux effets létaux à L'extérieur du site | | | | |
| Distances aux effets irréversibles à L'extérieur du site | | | | |
| Distances aux effets irréversibles à L'intérieur du site | | | | |

En effet il est impératif de considérer et d'évaluer divers facteurs dans les études de dangers des installations industrielles, tels que la probabilité d'occurrence, la cinétique, l'intensité des effets et la gravité des conséquences des accidents potentiels. La fourniture d'intervalles d'estimation s'avère essentielle pour une évaluation plus approfondie et précise des risques associés à ces installations dans cette optique., couvrant une plage allant du minimum au maximum. Ces intervalles sont classés de la manière suivante :

- La probabilité, allant de « A » à « E »
- La gravité des conséquences sur les individus, allant de « Modéré » à « Désastreux »

En combinant ces deux échelles, les experts et les décideurs peuvent évaluer les niveaux de risque corrélé aux accidents potentiels de manière plus précise et complète, ce qui est important pour mettre en place des actions adéquates de prévention et de gestion des risques.

Une illustration concrète fournie par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer Français (2017), met en lumière la conception d'une matrice d'évaluation. Cette matrice intègre de manière interdépendante les notions de "probabilité" et de "gravité". À travers cette grille, trois zones de risque accidentel peuvent être identifiées :

« Une zone à risque élevé, indiquée par « NON », Une zone à risque intermédiaire, marquée par « MMR » (mesures de maîtrise des risques), où des mesures renforcées peuvent être mises en place pour minimiser les effets et les conséquences, en tenant compte de la vulnérabilité de l'environnement environnant l'installation. Une zone à risque moindre, ne contenant ni « NON » ni (MMR) »

Les cases "NON" ou "MMR" sont classées en "rangs", indiquant un plus grand risque. Les cases "MMR" se situent du niveau 1 au niveau 2, tandis que les cases "NON" se situent du niveau 1 au niveau 4. Cette graduation démontre la priorité accordée à la réduction des risques, en se concentrant sur les risques les plus élevés (voir le Tableau 3-4).

Tableau 3- 4 Une grille d'évaluation en fonction des couples « probabilité » et « gravité » (Ineris, 2010)

| Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque (note 1) | PROBABILITE (sens croissant de E vers A) | | | | |
|--|--|------------|------------|------------|------------|
| | E | D | C | B | A |
| Désastreux | NON partiel (site nouveaux) / MMR rang 2(sites existant) | NON rang 1 | NON rang2 | NON rang 3 | NON rang 4 |
| Catastrophique | MMR rang 1 | MMR rang 2 | MMR rang 1 | MMR rang 2 | MMR rang 3 |
| Important | MMR rang 1 | MMR rang 1 | MMR rang 2 | NON rang1 | NON rang2 |
| Sérieux | | | MMR rang 1 | MMR rang2 | NON rang1 |
| Modéré | | | | | MMR rang1 |

3.5 Probabiliste et déterministe dans la gestion du risque industriel :

Les lois sur la maîtrise et la gestion des risques industriels varient d'un pays à l'autre, mais certains pays adoptent une méthode probabiliste basée sur des modèles statistiques et des probabilités pour évaluer les risques, tandis que d'autres adoptent une approche déterministe basée sur des valeurs fixes et des scénarios spécifiques. Les données disponibles, la complexité des installations et les préférences nationales sont des facteurs qui déterminent le choix entre ces méthodes. La protection des populations, de l'environnement et des biens contre les risques industriels est toujours l'objectif, peu importe l'approche choisie.

3.5.1 La démarche déterministe :

La démarche déterministe se résume à identifier et recenser les événements susceptibles de déclencher des accidents graves pour l'environnement. Ces événements sont ensuite classés en fonction de l'ampleur de leurs conséquences. L'objectif ultime est de maintenir le risque à des niveaux acceptables à l'aide du concept de défense en profondeur, une approche qui vise à évaluer minutieusement la sécurité des installations dangereuses. (Martinais 2011)

Le concept de défense en profondeur repose sur un ensemble de stratégies et de méthodes organisées en niveaux ou barrières de protection. Chaque niveau a pour rôle d'empêcher les dégradations de se propager vers le niveau suivant et de réduire les conséquences du niveau précédent. Cette approche s'intéresse à la prévention des événements pouvant déclencher des accidents graves et à la limitation de leurs impacts.

Exemplaire de ce principe, au sein d'une installation industrielle, l'application de la stratégie de défense en profondeur implique la mise en place d'une série de barrières diversifiées. Ces dispositifs comprennent des systèmes de contrôle sophistiqués, des mécanismes de sécurité avancés, l'instauration de procédures opérationnelles strictes et la mise en œuvre de mesures de protection environnementale. Chaque barrière est conçue pour intercepter ou atténuer les effets d'un événement potentiel, contribuant ainsi à maintenir les risques sous contrôle et à minimiser les conséquences en cas d'accident.

En résumé, la démarche déterministe et le concept de défense en profondeur mettent l'accent sur la reconnaissance des situations à risque, leur classification et la mise en place de barrières de sécurité multicouches pour prévenir et réduire les répercussions des accidents. Cette méthode vise à maintenir les risques à des niveaux acceptables tout en garantissant la sécurité des établissements industriels et la protection de l'environnement.

3.5.2 La démarche probabiliste :

Selon les recherches de Propeck-Zimmermann et al. (2007), l'approche probabiliste constitue une méthode robuste qui repose sur une analyse quantitative de la relation entre la probabilité et la gravité des événements dans l'évaluation des risques industriels. Cette approche émerge comme un moyen efficace de quantifier les incertitudes associées à la survenue d'accidents graves et aux conséquences qui en découlent.

L'essence même de cette démarche réside dans le concept du cumul de probabilités. Elle se concentre sur l'agrégation méthodique des probabilités liées à la réalisation d'événements catastrophiques, ceux qui pourraient générer des répercussions significatives sur les plans humain, urbain et environnemental. En réunissant ces probabilités, l'approche probabiliste offre une vision systématique et quantitative des risques, démontrant comment les multiples facteurs et les interactions complexes contribuent aux éventualités dommageables. (Ineris, 2010)

Un aspect crucial de cette approche réside dans sa capacité à évaluer la probabilité des incidents en intégrant des données et des informations historiques sur la fréquence des déclencheurs potentiels. De plus, elle prend en compte les probabilités d'échec ou de succès des différentes barrières de sécurité prévues, généralement établies dans le cadre du concept de défense en profondeur. Cette approche aboutit à une évaluation plus complète des risques, permettant aux décideurs d'avoir une compréhension plus solide des conséquences potentielles de divers scénarios. (Saadat, 2020)

En résumé, l'approche probabiliste est une méthode développée pour la gestion des risques industriels qui prend en confédération non seulement la probabilité que les incidents se produisent, mais aussi une vision globale des effets potentiels. Cette méthode donne un cadre solide pour éclairer les décisions en matière de prévention, de réduction et de gestion des risques en combinant une analyse rigoureuse des données historiques avec des évaluations quantitatives.

3.6 La maîtrise d'urbanisation comme solution :

Comme nous l'avons précédemment mentionné, la maîtrise des risques industriels à leur source a démontré ses limites en termes de réduction des dangers. Blesius (2014) a souligné

que même si l'activité industrielle est fréquemment associée à des accidents industriels, ce n'est pas toujours le cas. C'est là que les concepts d'effet domino deviennent pertinents, indiquant que les accidents peuvent être déclenchés par des agressions externes sur des installations déjà vulnérables. Ces agressions peuvent découler d'évènement naturelles imprévue et dévastateur ou d'actes de de vandalisme.

Dans ces situations, l'accident peut ne pas être causé par l'installation industrielle elle-même, mais par des facteurs externes compromettant sa sécurité. Cela met l'accent sur le fait qu'il est crucial de considérer des situations complexes et diverses lors de quantification des risques industriels.

C'est ainsi que la vision de la maîtrise de l'urbanisation a émergé comme solution qui peut faire face aux risques industriels, en se basant sur les enjeux urbains et les caractéristiques urbanistiques de la ville qui coexistent avec l'activité industrielle et ces risques.

Lorsqu'elle est abordée initialement dans le contexte de la gestion de l'urbanisation, cette notion est souvent comprise comme l'interdiction de construire ou la limitation de l'urbanisation à proximité d'activités industrielles. Cette méthode a pour but de minimiser le risque de crise en agissant sur des paramètres tels que la population, la densité urbaine et le nombre de constructions.

Lorsqu'il s'agit de gérer l'urbanisation en relation avec les activités industrielles, il est crucial de considérer la création de zones de sécurité autour de ces établissements. Ces zones tampon, également connues sous le nom de "zones non aedificandi", ces dernières sont des zones où la construction et l'urbanisation sont strictement interdites. Elles sont désignées comme des zones à haut risque, généralement identifiées par la couleur "rouge" sur les cartes de planification urbaine.

La maîtrise de l'urbanisation se manifeste de diverses manières, notamment par : (Blesius, 2014)

- La construction sur des terrains encore non explorés est strictement interdite.
- Des limitations s'appliquent à certains types d'utilisation des sols ou aux extensions urbaines.

- La démolition de bâtiments et de constructions est prohibée dans les zones déclarées "non aedificandi" ou à forte densité.
- Dans des situations liées au patrimoine, la prescription de travaux visant à la préservation et à la consolidation des bâtiments existants est envisagée.

En d'autres termes, la maîtrise de l'urbanisation englobe un ensemble de mesures visant à réguler et à orienter le développement urbain de manière à assurer la sécurité, la durabilité et la préservation du patrimoine, tout en respectant les spécificités de chaque zone.

Cependant, la maîtrise de l'urbanisation, lorsqu'elle est axée sur des mesures restrictives telles que la limitation, l'interdiction ou la démolition, peut ne pas être pleinement efficace. Le terme "maîtrise" peut également être interprété comme renforcer, remodeler et rendre la ville plus réactive, capable d'absorber, de détourner et de surmonter une crise en cas de risque.

Par exemple, dans une zone sujette aux inondations, la solution la plus simple serait la délocalisation. Cependant, si l'on applique le concept de cohabitation avec le risque, la solution consisterait à rendre l'espace urbain plus résilient en utilisant des constructions sur pilotis, en mettant en place un réseau d'assainissement plus fiable, et en adoptant d'autres mesures techniques et urbaines qui permettraient de faire face à cet aléa. Ainsi, la ville deviendrait plus résiliente et serait en mesure de vivre avec ce risque tout en le gérant efficacement.

CONCLUSION

Pour résumer, l'évolution de la vision sur la gestion des risques dans les villes témoigne d'un changement majeur dans la façon dont nous abordons la sécurité et la résilience urbaines. Les villes étaient autrefois principalement perçues comme des espaces de vie communautaire, mais l'accent est désormais mis sur le fait que les risques internes, en particulier ceux liés aux activités industrielles, sont tout aussi importants que les risques externes.

La proximité entre les zones urbaines et les installations industrielles est un problème important car elle expose les populations urbaines à des dangers potentiels importants. En évaluant la probabilité d'un accident et la gravité de ses conséquences, cela met en avant

l'importance de la gestion des risques à leur origine. Cette approche globale améliore la compréhension et la gestion des risques liés à l'exploitation des établissements industriels.

Cependant, la réduction des risques à la source de danger a prouvé son inefficacité, car l'activité industrielle peut être impliquée dans une série d'événements où elle ne serait pas le principal facteur déclenchant. Dans ces situations, l'accident peut ne pas être causé par l'installation industrielle elle-même, mais par des facteurs externes compromettant sa sécurité. Cela souligne l'importance de prendre en compte des scénarios complexes et variés lors de l'évaluation des risques industriels. C'est pourquoi la maîtrise de l'urbanisation pourrait être la solution.

Mais il est essentiel de noter que la maîtrise des risques ne doit pas uniquement se concentrer sur des mesures restrictives telles que la délocalisation ou la démolition. Elle doit également prendre en compte des approches proactives visant à renforcer la résilience urbaine et à rendre les villes plus réactives aux crises potentielles. La maîtrise de l'urbanisation émerge ainsi comme une solution complète qui intègre les enjeux urbains et les caractéristiques urbanistiques pour mieux faire face aux risques industriels.

En fin de compte, la gestion des risques dans les villes nécessite une approche holistique qui combine la compréhension des risques industriels, maîtrise d'urbanisation et la planification urbaine adaptative. Cela peut contribuer à augmenter la sécurité et la qualité de vie des habitants tout en préservant l'environnement urbain.

CHAPITRE IV : LES RISQUES INDUSTRIELS DANS LES VILLES ALGERIENNES : REALITE, DEFIS ET PLANIFICATION URBAINE

INTRODUCTION :

L'Algérie, tout comme de nombreux autres pays, se trouve confrontée à la vulnérabilité face aux accidents et aux risques industriels. En raison de l'augmentation importante du nombre d'accidents industriels à l'échelle mondiale, la prévention de ces dangers est un sujet de plus en plus préoccupant pour les chercheurs et les études urbaines. L'augmentation de la fréquence et de la gravité des accidents industriels en Algérie, tels que l'accident dans l'installation pétrochimique de Skikda en 2004, entraîne des pertes importantes en vies humaines, des dommages matériels et des dommages aux infrastructures.

La planification urbaine constitue un processus fondamental qui guide l'orientation du développement et de l'évolution des zones urbaines. Elle sert à définir les orientations de croissance des villes et à identifier les besoins prioritaires en matière de logement, d'équipements et d'infrastructures, ainsi qu'à élaborer des stratégies pour l'allocation des ressources en vue de satisfaire ces besoins. Cependant, il est crucial de tenir compte des risques industriels potentiels lors de cette procédure. Les activités industrielles peuvent mettre en danger la santé publique et l'environnement en raison de divers types de pollution, sans oublier les différents types d'accidents tels que les incendies et les explosions

En effet les gouvernements, les entreprises et les communautés à l'échelle nationale sont de plus en plus préoccupés par la gestion des risques industriels. En identifiant les zones à risque et en concevant des plans pour réduire les effets potentiels sur les habitants et l'environnement local, c'est pour cela qu'on souligne l'importance de la planification urbaine pour prévenir et gérer ces risques urbains.

Ce chapitre se penchera sur la question des risques industriels en Algérie et analysera la manière dont ces risques sont gérés dans le pays, en mettant particulièrement l'accent sur la planification urbaine à travers l'utilisation de textes législatifs et d'outils d'urbanisme tels que le PDAU « *Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme* » et le POS « *Plan d'Occupation des Sols* ». Nous examinerons de manière approfondie l'efficacité réelle de ces instruments de planification urbaine en Algérie. De plus, nous étudierons comment ces outils

interagissent actuellement avec les paramètres de gestion des risques industriels. L'objectif principal est d'obtenir une compréhension approfondie et une évaluation de la philosophie algérienne en matière de gestion des risques liés aux activités industrielles.

4.1 Le risque industriel en Algérie

Ces dernières années, une augmentation marquée des désastres et des catastrophes d'origine industrielle ou naturelle a été constatée, due à une urbanisation accélérée non réfléchie ainsi qu'à une surconcentration de populations et d'infrastructures économiques. Cela tend à augmenter l'importance des enjeux et leurs vulnérabilités en présence permanent de source de danger à caractère aléatoire et imprévisible

En Algérie, il y a eu une augmentation notable des accidents et des catastrophes, qu'ils soient causés par des activités industrielles ou naturelles, ces dernières années. La croissance est principalement le résultat d'une urbanisation rapide et non réfléchie.

Ainsi qu'à une concentration excessive de populations et d'infrastructures économiques. Cela a conduit à une hausse de l'importance des enjeux et de leur vulnérabilité, étant donné la présence constante de sources de danger imprévisibles et aléatoires. (CNES, 2003)

En Algérie, la multiplication d'événements exceptionnels tels que les catastrophes naturelles et industrielles a engendré d'importantes pertes, à la fois en termes de population que de dégâts matériels et urbain, estimées en milliards de dinars.

Selon le rapport du CNES (2003) intitulé : « *L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : Inquiétudes actuelles et futures* », l'Algérie, consciente de l'importance des risques, accorde une priorité primordiale à la préparation du pays pour une meilleure gestion de ces situations critiques, en adoptant une politique de prévention.

L'industrie n'est pas uniquement une source de richesse et de prospérité pour chaque pays, mais elle est également synonyme de dangers et de catastrophes (Ulrich, 2001). En Algérie, l'activité pétrolière, gazière et électrique constitue le pilier fondamental des revenus total du pays. La coexistence de l'espace urbain et de ces activités à haut risque demande des efforts considérables et une vigilance accrue afin de minimiser au maximum les dangers.

Selon les informations fournies par le ministère de l'Environnement en 2011, il y a environ 4050 établissements industriels à risque élevé situés dans les zones urbaines, qui ne représentent que 1,7% de la surface totale de l'Algérie. La majorité de la population y habite également. (Mate, 2011),

D'après Lezhari (2020), PDG de « *la Société Algérienne de Production d'Électricité (SPE)* », les secteurs pétrolier et gazier sont à l'origine de 80% des risques industriels majeurs en Algérie. Les centrales électriques représentent des sites particulièrement dangereux du fait de la présence de nombreux aléas : températures extrêmes, courants électriques intenses, hautes pressions et substances toxiques. Pour prévenir les accidents, ces installations sont soumises aux réglementations de sécurité les plus strictes qui existent.

Pourtant, l'accumulation d'accidents graves ces dernières années montre que des efforts considérables restent à accomplir en matière de prévention. Renforcer la sécurité des installations industrielles en Algérie est un défi majeur pour préserver les vies humaines et l'environnement.

Pour plus de précision et d'explication du phénomène, l'implantation de zones industrielles dans les villes algériennes peuvent inclure aussi des aspects négative sur la ville quotidienne (Zaghouane, 2018) telle que :

- Pollution environnementale : Les activités industrielles peuvent polluer l'air, l'eau et le sol, ce qui peut être nocif pour l'environnement et la santé des habitants.
- Congestion routière : L'augmentation du nombre de véhicules utilisés pour se rendre aux usines peut entraîner une congestion routière.
- Nuisance acoustique : Le bruit produit par les activités industrielles peut augmenter, ce qui peut nuire à la qualité de vie des habitants des zones environnantes.
- Dévaluation des propriétés : La présence d'une zone industrielle peut dévaluer la valeur des propriétés immobilières environnantes,
- Tension sociale : Les conflits entre les entreprises industrielles et les résidents des environs peuvent entraîner une tension sociale accrue.

Gendron (2004) souligne l'importance de gérer ces risques et ces répercussions sur l'environnement urbaine en adoptant des mesures telles que :

- Les réglementations environnementales strictes
- Créer des systèmes de gestion et de purification de l'aire de l'eau et travailler en étroite collaboration avec les communautés locales afin de réduire ces effets négatifs.
- **La planification urbaine appropriée.**

4.2 Etat et statistique des établissements à risque dans les villes algériennes :

En Algérie, plusieurs accidents industriels ont engendré des pertes humaines et matérielles au cours de divers incidents exceptionnels (Boulkaibet and Benmissi, 2019). Étant donné le déficit d'éléments d'information crédibles sur les conséquences de ces événements et de la complexité liée à la réalisation d'évaluations précises, nous ne pouvons que dresser un rapprochement basé sur des estimations fournies par quelque chercheurs, protection civil, article de journaux...etc.

Il ne fait aucun doute que les dangers possibles sont facilement identifiables en raison de la forte concentration d'unités industrielles dans les villes (plus de 4050 installations) surtout au du nord de l'Algérie. De nombreux cas particuliers l'illustrent, notamment : (Boulkaibet, 2011)

- Les champs pétroliers important, les puits anciens d'extraction de pétrole et les zones de stockage des drivé pétrolier extrêmement dangereuses qui ne répondent pas aux normes.
- Les grands pôles industriels pétrochimique (Alger, Skikda, Béjaïa, Arzew) et Hassi Messaoud comme un cas exceptionnel.
- Les lignes électriques à haute tension traversant les zones urbaines.
- Installations industrielles des produits chimique dans les zone urbaine, tels que l'usine d'Annaba, qui représente un grand danger enfoui au sein du tissu urbain.

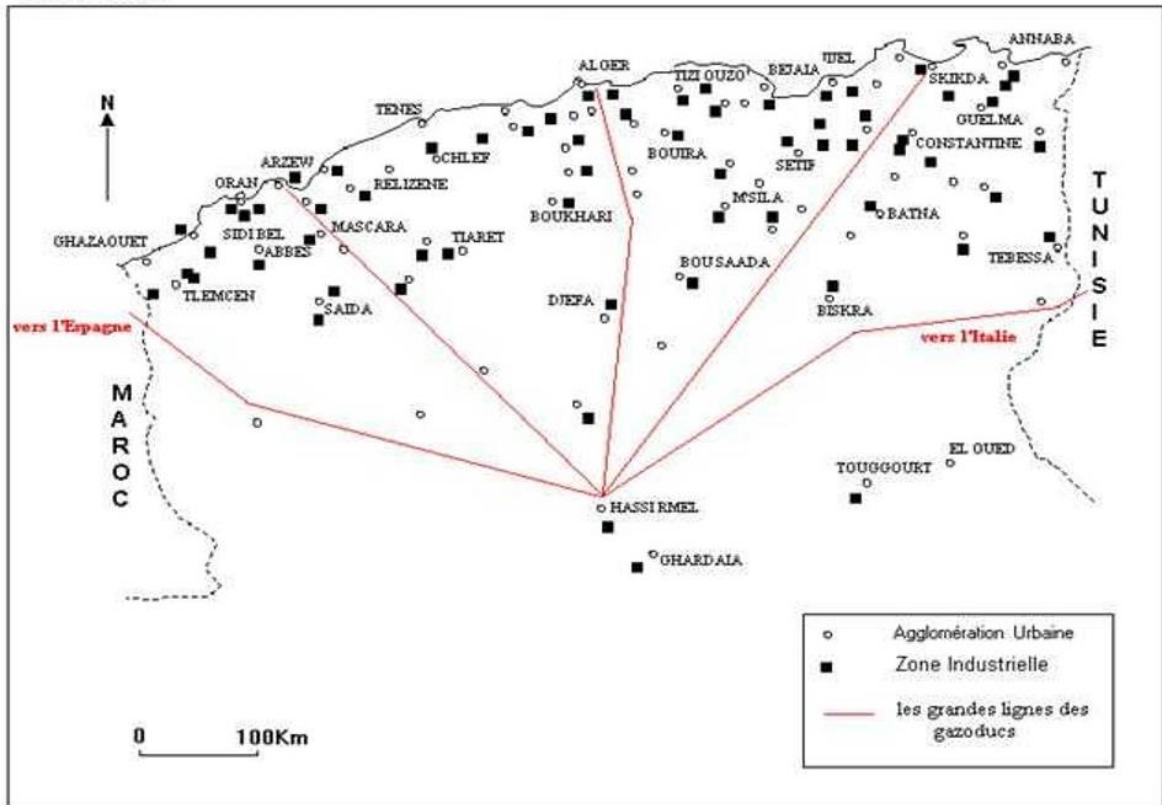


Figure 4- 1 Croisement entre les villes algériennes et les zones industrielles (Cote, 2005)

Plus de la moitié des exploitations pétrolières et gazières en Algérie se trouvent dans les grandes villes telles qu'Alger, Hassi Messaoud, Béjaïa, Blida, Annaba, Arzew et Skikda. (Boutarcha, 2022) Bien que l'implantation de ces zones industrielles en milieu urbain soit un élément important du développement économique du pays, elle présente des aspects complexes et source de danger permanent (voir la Figure 4-1).

Ces zones industrielles offrent des espaces pour l'installation et l'expansion des entreprises industrielles, ce qui peut stimuler la prospérité financière des pays ainsi que la promotion de l'emploi et en favorisant les exportations. Cependant, et selon Cherid-Tiliouine (2011) « *il est important de noter que 80% de ces installations comportent des risques majeurs tels que les incendies, les explosions et les risques toxiques* ». Une étude menée sur un échantillon de 65 installations révèle que :

- 44% d'entre elles sont exposées à un risque élevé d'explosion.
- 40% présentent un danger important d'incendie.

- 17% sont sujettes à des aléas toxiques.

En effet la présence des établissements à haut risque à proximité des grandes villes côtières en Algérie a été causée par l'activité industrielle, ce qui met en danger les enjeux humain et urbain. En ce moment, il y a une flagrante augmentation de la tache urbaine des ville, incontrôlée et non réfléchie sans planification urbaine adéquat autour d'importante zones industrielles pétrochimiques, telles qu'à Annaba, Skikda, Alger, Hassi Messaoud et Béjaïa, Arzew.

La croissance urbaine non maîtrisée a engendré une cohabitation étroite entre les zones industrielles à risque et les résidents locaux, les exposant ainsi à des dangers potentiels. Les installations industrielles, notamment les raffineries et les complexes pétrochimiques, représentent des sources de risques significatifs tels que des incendies, des explosions, voire des fuites de substances chimiques dangereuses. Ces incidents potentiels peuvent avoir des conséquences graves sur l'environnement urbain, soulignant la nécessité d'une planification urbaine stratégique pour atténuer ces risques.

Cependant une vue d'ensemble de la coexistence entre zone urbaine et l'industrie est fournie dans le tableau ci-dessous. Néanmoins, il présente une limite : il ne parvient pas à donner une représentation complète de la situation des risques industriels dans toute l'Algérie. Il est vrai que l'impact du risque et du danger causés par une installation industrielle ne s'étend pas seulement à son environnement proche (voir le Tableau 4-1).

En réalité, les risques industriels peuvent avoir des répercussions bien au-delà des zones industrielles elles-mêmes. Ils peuvent toucher la ville avoisinante toute entière, les infrastructures essentielles, les ressources en eau, l'air, le sol, et même les zones éloignées en cas d'incidents majeurs. Il est donc essentiel d'adopter une vision plus globale et de prendre en compte l'ensemble du territoire urbain dans la quantification la gestion et l'étude des risques industriels.

Tableau 4- 1 Habitations en coexistence avec des installations et des d'activités industrielles (Boulkaibet, 2011)

| Wilaya | Nombre des constructions |
|---------------|---------------------------------|
| Chlef | 3 |
| Laghouat | 67 |
| O.e. bouaghi | 23 |
| Batna | 71 |
| Biskra | 60 |
| Bouira | 6 |
| Tébessa | 548 |
| Tlemcen | 400 |
| Tiaret | 10 |
| Alger | 575 |
| Djelfa | 349 |
| Jijel | 13 |
| Sétif | P |
| Saida | 4 quartiers |
| Skikda | 2679 |
| Annaba | Plusieurs quartiers |
| Constantine | 623 |
| Medea | 87 |
| Mostaganem | 348 |
| M'sila | 50 |
| Ouargla | Plusieurs quartiers |
| Tissemsilt | 5 |
| Souk ahras | 3 |
| Tipaza | 640 |
| Mila | 34 |
| Ain defla | 326 |
| Relizane | 817 |

4.3 Outils, Lois et Instruments de Planification en Algérie et leur Impact sur la gestion des risques industriels.

Il existe dans le monde plusieurs organismes et agences impliqués dans la gestion des risques industriels, notamment : (Gauthey, 2017)

- ANISI « *L'Agence nationale de sécurité des installations industrielles : cette agence a pour mission de contrôler les installations industrielles pour éviter les accidents et protéger la population et l'écosystème. »*
- ANGED « *L'Agence nationale de gestion des déchets : Cette organisation est chargée de gérer les déchets industriels et de prévenir la pollution de l'environnement. »*
- CNSPC « *Le Centre national de sécurité des produits chimiques : Cet institution est responsable de la sécurité des produits chimiques et de la prévention des danger associés à leur stockage et utilisation. »*
- (CNERS) « *Le Centre national d'étude et de recherche sur les équipements de sécurité et de protection des personnes : Cet institution recherche les procédés de sécurité et de protection des travailleurs dans les environnements industriels »*

En Algérie, la responsabilité de la réglementation et de la surveillance des installations industrielles est confiée au ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement. Par ailleurs, des organismes locaux tels que le DUAC, la WILAYA et l'APC jouent un rôle prépondérant dans ce secteur.

En plus de ces institutions particulières, l'Algérie a un système législatif et réglementaire qui régit les risques industriels. Il est important de souligner la loi n°04-12, qui concerne la prévention des risques industriels et la préservation de l'environnement.

4.3.1 Loi et réglementation

Principales lois et décrets qui régissant la gestion des risques et l'urgence en Algérie : (Protection Civile, 2019, JORA, 1990)

- « *Décret n°85-231 du 25 août 1985 fixant les conditions et modalités d'organisation et mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes. »*
- « *Décret n°85-232 du 25 août 1985 relatif à la prévention des risques de catastrophe. »*
- « *Décret exécutif n°90-402 du 15 décembre 1990 portant organisation et fonctionnement du fonds de calamités naturelles et de risques technologiques majeurs ; décret exécutif n° 01-100 du 18 avril 2001 ; décret exécutif n°05-131 du 24 avril 2005 ; arrêté interministériel du 26 décembre 2017 modifiant l'arrêté du 6*

février 2011 fixant la nomenclature des recettes et des dépenses du compte d'affectation spéciale du Trésor 302-042 intitulé (fonds de calamités naturelles et de risques technologiques majeurs) ».

- *« Décret exécutif n. 91-503 du 21 décembre 1991 portant sur l'organisation de l'administration centrale de la direction générale de la protection civile et décret exécutif n. 93-147 du 22 juin 1993 modifiant et complétant le décret exécutif n. 91-503 du 21 décembre 1991 portant sur l'organisation de l'administration centrale de la direction générale de la protection civile. »*
- *« Loi n°01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement du territoire. »*
- *« Décret exécutif n°02-247 du 23 juillet 2002 fixant les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spéciale n° 302-096 intitulé (fonds pour les urgences et les activités de soins médicaux) ».*
- *« Loi n°03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable. »*
- *« Loi n°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. »*
- *« Décret exécutif n°11-194 du 22 mai 2011 portant sur les missions, organisation et fonctionnement de la délégation nationale aux risques majeurs. »*
- *« Loi n° 19-02 du 17 juillet 2019 relative aux règles générales de prévention des risques d'incendie et de panique. »*
- *« Décret exécutif n° 19-59 du 2 février 2019 fixant les modalités d'élaboration et de gestion des plans. »*
- *« Loi n°90-29 relative à l'aménagement et à l'urbanisme. »*

La loi « n : 04-20, datée du 25 décembre 2004 », a été instaurée en Algérie dans le but d'établir un cadre juridique qui englobe la prévention et la gestion des risques majeurs ainsi que des catastrophes. Cette démarche s'inscrit dans une vision globale de développement urbain durable.

Cette législation précise les intervenants chargés de prévenir et gérer les risques majeurs et les catastrophes, en définissant clairement leurs responsabilités. En outre, elle énonce des dispositions régissant la planification et l'exécution de ces opérations.

En outre, la loi crée un système d'alerte précoce en cas de catastrophe, crée un plan national de gestion des catastrophes et crée un système de coordination et Collaboration pour gérer les situations d'urgence.

En somme, la loi numéro 04-20 vise à protéger les enjeux humain, urbain, et institutionnels en Algérie contre les risques et les catastrophes majeurs industriel. Elle établit des procédés et des mécanismes performant pour prévenir, anticipé et gérer les situations d'urgence et de crise tout en garantissant que les activités humaines se déroulent de manière responsable et durable. (Hadeif, 2020)

Il est nécessaire que ces lois soient promulguées et mises en œuvre de manière appropriée lors de la création des outils d'urbanisme afin qu'elles apportent les résultats souhaités et aient un impact déterminant sur la sécurité urbaine et la gestion de l'espace urbain. Cela sous-entend que les responsables sont tenus de veiller à l'incorporation totale des règles et réglementations concernant la prévention des risques industriels, la gestion des catastrophes et le développement durable des villes dans l'ensemble du processus de planification urbaine. Ceci englobe également la conception des sites industriels et la gestion des espaces urbains, soulignant l'importance d'une approche holistique pour assurer la sécurité, la résilience et la durabilité dans le contexte urbain..

Malheureusement, il est fréquemment difficile d'assurer la concrétisation et le respect de ces lois et décrets en Algérie. La coexistence entre la ville et l'industrie est dangereuse dans cette situation, ce qui pourrait entraîner des lacunes dans la sécurité urbaine et des dangers pour les enjeux humains, urbains et institutionnels. Il est crucial de continuer à faire des efforts pour renforcer l'application de ces lois et les impliquer dans tous les actes d'urbanisation et de planification pour améliorer la sécurité des villes en Algérie.

4.3.2 Les plans de prévention :

Selon Tameur and Djeghar, 2019 « *Le Plan général de prévention (PGP) est un document de planification qui élabore les politiques et les stratégies destinées à gérer les risques naturels et industriels dans une zone spécifique* ». Il peut inclure des instructions pour l'aménagement du territoire et la planification urbaine, ainsi que diverses mesures pour prévenir, protéger et réduire les risques potentiels.

En effet la sensibilisation et la formation du public peuvent être incluses dans le Plan général de prévention (PGP). Le PGP a pour but principal de minimiser les effets néfastes des risques sur les enjeux humains, institutionnels et urbains, tout en garantissant que les zones exposées sont prêtes à faire face aux situations de crise et d'urgence.

L'élaboration et l'application concrète du Plan général de prévention résultent fréquemment d'un travail de coopération entre les pouvoirs publics locaux, les institutions publiques et privées, les spécialistes du domaine et la population locale.

En définitive, le Plan Général de Prévention instaure :

- SNAV « *Le Système National de Veille* »
- SNAA « *Le Système National d'Alerte* »

Le plan général de prévention des risques industriels et énergétiques prescrit toutes les mesures, les instructions et les procédures nécessaires pour prévenir et réduire divers risques liés aux activités industrielles, tels que les explosions, la propagation de gaz toxiques et les incendies. Il vise également à prévenir les dangers découlant de l'utilisation de matières dangereuses (Hadeff, 2020). Cette mission est d'ailleurs inscrite dans la loi : l'article 32 de la loi 04-20 précise que le plan général de prévention établit les moyens de prévenir et de réduire ces risques industriels majeurs que sont les explosions, émissions de gaz, incendies, ainsi que les risques associés à l'utilisation des matières dangereuses. Il établit : (Ministère de l'Intérieur, 2004)

A. Les établissements et installations industriels concernés.

B. Les méthodes de gestion des risques industriels sont modifiées en fonction de la localisation de l'installation, et elles peuvent présenter des différences selon que cette installation se trouve dans une zone industrielle, en dehors de celle-ci, ou en zone urbaine.

D'après l'article 33 de la loi 04-20 « *il existe des dispositifs pour superviser et mettre en œuvre les actions du Plan général de prévention des risques industriels et énergétiques* ».

Pour assurer une réponse efficace et coordonnée à un incident industriel, des mesures d'urgence telles que le plan ORSEC « *Organisation de la Réponse de Sécurité Civile* » et une planification d'interventions spécifiques sont mises en place. L'objectif est de garantir la sécurité des enjeux humain et urbains dans de telles circonstances.

C. Le plan ORSEC « *Organisation de la Réponse de sécurité Civile* » : selon Art 54, loi 04 20, les plans ORSEC comprennent :

- « *Plans ORSEC nationaux* ».
- « *Plans ORSEC inter-wilaya* ».
- « *Plans ORSEC de wilaya* ».
- « *Plans ORSEC de commune* ».
- « *Plans ORSEC de sites sensibles* ».

La vocation première des plans ORSEC est de mettre l'accent sur les enjeux stratégiques suivants :

- Les actions de sauvetage des individus en détresse et de secours aux victimes suite à la catastrophe, qui doivent être réalisées dans les meilleurs délais.
- La mise en place rapide d'hébergements provisoires sécurisés pour abriter les sinistrés dont les habitations ont été détruites ou endommagées.
- L'organisation rationnelle et équitable de la distribution des aides, qu'elles soient matérielles, alimentaires ou financières, aux populations touchées.
- La protection de la santé, physique et psychique, des personnes impliquées, ainsi que la préservation de leurs biens mobiliers et immobiliers.
- La garantie d'un approvisionnement suffisant en eau potable malgré les dégâts sur les infrastructures.
- Le rétablissement en urgence de l'alimentation en énergie, indispensable au fonctionnement des secours et des soins.

D. Les Plans Particuliers d'Intervention (PPI) sont élaborés dans le but de prendre en compte les risques associés à chaque aléa ou danger majeur identifié. Ils visent à analyser ces risques, à mettre en place les mesures spécifiques requises, et à informer les citoyens de ces mesures.

E. Les PII « *Plans Internes d'Intervention* » sont élaborés par les responsables des sites industriels dans le but de détailler les dispositions préventives à mettre en œuvre, les ressources mobilisées, et les protocoles à suivre en cas d'incident. Cette démarche a pour objectif de garantir que les réponses aux incidents soient orchestrées de manière coordonnée et efficiente, assurant ainsi la sécurité des enjeux humain et matériel.

4.4 Planification urbaine et instrument d'urbanisme :

On distingue divers modes d'installation des activités industrielles, présentant chacun des atouts et des limites spécifiques. Les formes les plus répandues sont notamment:(Mutin, 1980)

- Zones industrielles dédiées : Il s'agit de zones désignées spécifiquement pour les activités industrielles, souvent situées à l'extérieur des centres urbains.
- Zones industrielles intégrées : Il s'agit de zones industrielles situées à l'intérieur des centres urbains, souvent en combinaison avec d'autres activités telles que les services, le commerce et le logement.
- Parcs industriels : organisés en complexes centralisés, regroupent diverses installations industrielles et comprennent souvent des équipements auxiliaires tels que des centres de formation, des laboratoires de recherche et développement, ainsi que des prestataires de services aux entreprises. Cette organisation favorise la synergie entre les activités industrielles, créant un environnement propice à l'innovation, à la formation et aux services.
- Zones industrielles écologiques : Ces sites accueillant des activités industrielles sont aménagés de façon à atténuer l'empreinte écologique, en utilisant des techniques non toxiques et en instaurant des procédures durables.

La décision concernant le type d'implantation industrielle à adopter repose sur divers éléments, notamment la disponibilité des terrains, la proximité des ressources, les contraintes réglementaires et les aspirations en termes de développement durable. Les autorités locales peuvent examiner ces paramètres dans le but d'identifier le mode d'installation des activités industrielles le plus approprié à leur territoire.

En effet November (2011) a souligné que « *Un des principes fondateurs de la gestion des risques est basé sur l'éloignement des risques : plus les risques sont éloignés des fortes densités urbaines, moins il y aura à craindre de grandes catastrophes* ». En conséquence, il est impératif de rediriger l'urbanisation vers des régions moins exposées aux risques industriels. L'éloignement de ces régions à risque est une mesure cruciale pour atténuer les impacts des dangers sur la population et leurs biens.

Toutefois, il est crucial de noter que l'éloignement des installations industrielles peut engendrer des répercussions économiques et sociales, telles que la perte d'emplois, la fragmentation des communautés, et la nécessité de développer des infrastructures pour relier ces zones industrielles éloignées. Par conséquent, il est crucial de développer une approche équilibrée qui scrute de manière approfondie les avantages et les inconvénients, dans le but d'atteindre un compromis entre la sécurité des individus et de leurs biens d'un côté, et la durabilité économique et sociale des régions impactées de l'autre.

D'après Mutin (1980), les type d'implantation des installations industriel en Algérie est bien tranché :

- Des installations situées à l'intérieur des villes, intégrées au tissu urbain.
- Des installations localisées dans des zones industrielles spécifiques.
- Des installations isolées, implantées au sein de zones agricoles.

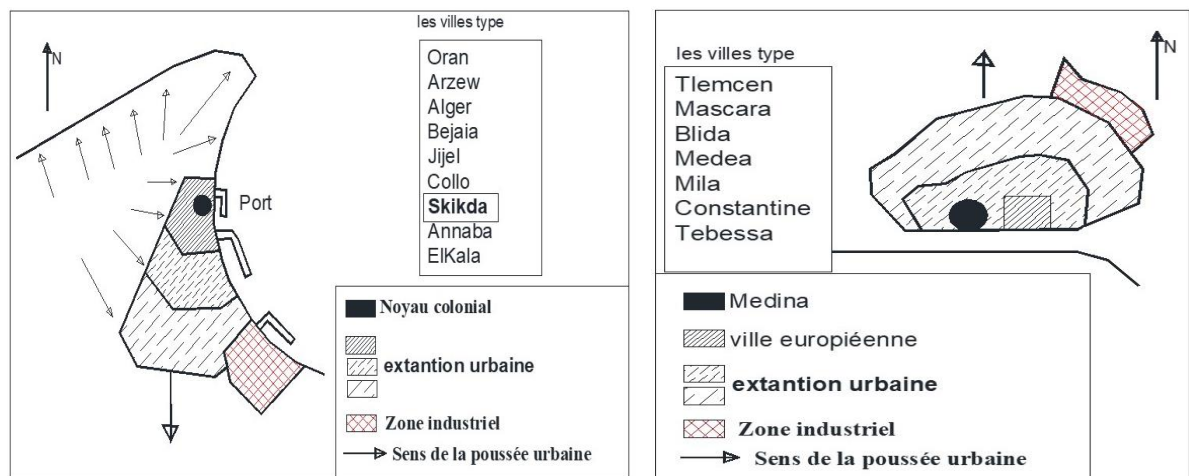
L'emplacement des installations industrielles dans les villes algériennes peut revêtir différentes configurations. En effet, elles peuvent être situées au cœur des villes, en périphérie urbaine, ou bien dans des zones spécialement désignées appelées "zones industrielles". Ces zones industrielles prennent souvent la forme de complexes industriels, généralement situés à proximité des grandes agglomérations urbaines.

Néanmoins, en abordant la croissance économique, les répercussions environnementales et la gestion des risques industriels, chaque méthode exhibe ses propres atouts et faiblesses. Il devient impératif, lors de la planification et de la régulation des installations industrielles, d'intégrer consciencieusement ces éléments pour garantir une approche équilibrée et durable.

En 1962, le secteur industriel en Algérie se trouvait encore dans une phase de développement peu avancée et était principalement Regroupé exclusivement dans trois agglomérations

côtières.: Alger, Oran et Annaba. Ce n'est qu'au fil des années 70 que le complexe industriel de Skikda a vu la lumière, suivi en 1978 par celui d'Arzew.

Selon Cote (2005) Les villes algériennes sont un reflet des tensions et des oppositions qui existent actuellement dans la société. Elles montrent les différentes logiques et stratégies qui ont évolué au fil des changements qu'elles ont subis, que ce soit dans leur fonction économique, leur forme spatiale et urbaine, leur profil sociologique ou leur mode de fonctionnement (voir la Figure 4-2).



(a) modèle des villes portuaires

(b) modèle de ville intérieure

Figure 4- 2 Modèle de coexistence : ville algériennes / installation industriel (Cote, 2005)

La logique derrière l'installation des grandes industries à risque était également basée sur la facilité d'accès et la disponibilité de terres vierges (urbaines ou pré-urbaines). Cela signifie que les entreprises industrielles ont souvent choisi de s'implanter dans des zones, péri-urbaines ou urbaines pour leur accessibilité et leur proximité avec les ressources et atouts naturelles, telles que la topographie facile, la bonne accessibilité, les matières premières et la disponibilité des eaux.

Néanmoins, cette approche a fréquemment engendré des effets nuisibles sur l'environnement et les populations locales, du fait de la pollution, du bruit, et d'autres répercussions défavorables associées aux activités industrielles. Par conséquent, il est impératif de considérer attentivement les impacts potentiels de l'implantation d'industries dans les zones

périurbaines ou urbaines, afin de déterminer si cette option représente véritablement la meilleure solution pour les villes voisines et pour l'environnement.

En Algérie, il existe quatre niveaux d'intervention différents dans le processus d'urbanisation. : (CNES, 2003)

- Le SNAT « *Schéma national d'aménagement du territoire* » fixe les principes directeurs de l'utilisation du territoire au niveau national.
- Les SRAT « *Schémas régionaux d'aménagement du territoire* » fixent les règles pour l'utilisation d'espaces géographiques homogènes au niveau régional, qui peuvent inclure plusieurs wilayas ou une partie de wilaya.
- À l'échelle locale, le terme "espace communal" fait référence à l'espace au sein d'une commune. Les PDAU « *Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme* » et les POS « *Plans d'occupation des sols* » fixent les normes pour l'utilisation de cet espace.
- Finalement, il s'agit de documents concrets qui permettent la concrétisation physique au niveau de la parcelle plutôt que d'orientations ou de mesures générales. Le certificat d'urbanisme, le permis de construire et le certificat de conformité font partie de ces documents.

Les deux premiers niveaux d'intervention, englobant le SNAT « *Schéma national d'aménagement du territoire* » et les SRAT « *Schémas régionaux d'aménagement du territoire* », relèvent de la sphère de l'aménagement territorial. Ces niveaux visent à établir des orientations générales et régionales pour l'utilisation du territoire.

A l'inverse, les deux derniers niveaux d'intervention relèvent spécifiquement du domaine opérationnel de l'urbanisme. Au niveau local, les PDAU élaborés à l'échelle d'une commune ou d'un ensemble intercommunal, ainsi que les POS, ont pour fonction de traduire réglementairement les orientations générales d'aménagement du territoire en règles concrètes d'utilisation du sol à une échelle fine. Ils déterminent de façon détaillée la vocation des différents espaces du territoire communal ou intercommunal.

A l'échelle parcellaire, des documents opérationnels comme les certificats d'urbanisme, les permis de construire et les certificats de conformité encadrent juridiquement l'usage individuel du sol. Ils définissent précisément la constructibilité des terrains et les règles d'implantation et de volume auxquelles les constructions doivent se soumettre.

L'objectif de ces outils est d'organiser l'espace urbain de façon cohérente et harmonieuse à une échelle fine, en assurant la déclinaison des orientations d'aménagement fixées au niveau national et régional.

En résumé, ces documents de planification servent de guide pour la planification et l'organisation de l'utilisation de l'espace à différents niveaux, tels que le niveau national, régional, communal et même au niveau parcellaire. Ces outils de planification définissent l'apparence et la configuration spatiale de la ville, qui sont en harmonie avec les activités industrielles et les risques permanents qui y sont associés.

En théorie, ces outils de planification urbaine ont pour mission essentielle de définir la manière dont les territoires sont développés et organisés. Ils doivent permettre de faire coexister le développement économique avec la protection des populations et le bien-être du cadre de vie. En intégrant la question des risques industriels dans ces processus de planification urbaine, les villes peuvent devenir à la fois plus sûres et plus résilientes face aux accidents, tout en favorisant un développement équilibré et durable. L'urbanisme réglementaire a donc le potentiel, sur le papier, de concilier croissance urbaine, prévention des risques et amélioration du cadre de vie.

4.4.1 Les instruments d'urbanisme PDAU et POS :

Selon CNES, 2003 et d'après la loi la loi n° 90-29 du 1^{er} novembre 1990 « *Le PDAU Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme* » ainsi que le POS *Plan d'Occupation des Sols*, ont été créés dans le cadre de la réforme de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme mise en place en Algérie en 1990 ». Ces deux documents de planification urbaine réglementaire ont été institués à cette période dans le but de mieux encadrer et orienter le développement des villes algériennes.

A- Plans Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) :

Selon CNES, 2003 et d'après la loi la loi n° 90-29 du 1^{er} novembre 1990 « *Les PDAU (Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme) sont des documents de planification urbaine essentiels en Algérie. Élaborés par les collectivités locales et les pouvoirs publics en concertation avec les acteurs du territoire et la population, ils fixent les orientations et les objectifs à long terme pour le développement et l'aménagement des espaces urbains et des agglomérations. Les PDAU servent ainsi de référence et de guide pour la mise en œuvre opérationnelle de la politique d'urbanisme à l'échelle des villes et des regroupements de communes. Ce sont des outils stratégiques de planification territoriale qui doivent permettre un développement urbain cohérent et durable* ».

Ainsi, les (PDAU) contiennent généralement de nombreuses informations essentielles pour orienter le développement futur des zones urbaines. Ils analysent entre autres les évolutions démographiques, les besoins en logements, les infrastructures à réaliser, les localisations préférentielles pour de nouveaux projets d'aménagement, les espaces naturels à protéger ou les corridors écologiques à préserver.

Grâce à ces diagnostics et orientations, les PDAU fournissent aux collectivités un cadre de référence pour prendre des décisions éclairées concernant l'affectation des sols et la mise en œuvre des opérations d'urbanisme. Ils sont ainsi des guides indispensables pour la planification urbaine future.

En résumé, les PDAU sont des instruments essentiels pour garantir un développement urbain cohérent, durable et respectueux de l'environnement dans les villes et agglomérations algériennes. Ils sécurisent l'évolution des zones urbanisées sur le long terme.

Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) procède généralement à un zonage réglementaire du territoire de la commune. Il divise celui-ci en différents secteurs délimités en fonction de l'état actuel d'urbanisation et du potentiel futur de développement de chaque zone. Ce découpage permet de classer les espaces selon leur vocation dominante existante ou projetée (habitat, activités économiques, équipements publics, zones naturelles ou agricoles, etc.). Chaque secteur se voit ainsi affecté à un usage principal par le règlement d'urbanisme du PDAU. Cette sectorisation réglementaire vise à orienter de manière

cohérente l'évolution du développement urbain sur l'ensemble du territoire communal, en allouant chaque portion d'espace à une fonction prédéterminée. (JORA, 1990)

- Les secteurs urbanisés comprennent les zones déjà développées et urbanisées, tels que les centres villes, les quartiers résidentiels, etc.
- Les secteurs à urbaniser comprennent les zones qui ont un potentiel pour le développement urbain à court ou moyen terme.
- Les secteurs d'urbanisation future comprennent les zones qui sont destinées à être développées dans un avenir lointain.
- Les secteurs non urbanisables comprennent les zones non aedificandi ou des zones qui sont protégées pour des raisons environnementales ou patrimoniales et qui ne sont pas destinées à être développées à l'avenir.

Ainsi la segmentation en secteurs distincts est essentielle pour une planification urbaine cohérente et efficace au niveau de la commune. Elle garantit que les zones sont exploitées de manière appropriée, en respectant les objectifs de planification à long terme. Cette approche sectorielle permet de mieux gérer l'utilisation des terres, d'optimiser les ressources disponibles et de s'assurer que le développement urbain s'aligne sur les besoins et les orientations préalablement définis. Elle contribue ainsi à la création de villes mieux organisées, durables et répondant aux attentes des habitants.

B- Les POS « *Plan d'Occupation des Sols* »

Selon CNES, 2003 et d'après la loi la loi n° 90-29 du 1^{er} novembre 1990 Il permet également de protéger les intérêts de la population et de l'environnement « *Le POS (Plan d'Occupation des Sols) est un document d'urbanisme réglementaire utilisé en Algérie. Elaboré par les autorités locales, il établit des règles et des orientations pour l'utilisation et l'aménagement des sols au sein des périmètres urbanisés. Le POS fixe, à l'échelle de la commune ou d'un regroupement de communes, les destinations autorisées pour toute parcelle constructible ainsi que la nature des constructions permises* ». Il détermine également des coefficients d'occupation des sols et des règles morphologiques pour encadrer la densité et les formes urbaines. Outil de

planification spatiale, le POS vise à organiser le développement harmonieux et cohérent des zones urbaines, en fonction des objectifs généraux définis par les documents de planification supérieurs. (JORA, 1990)

Le POS définit les zones destinées à différents usages, telles que les zones résidentielles, commerciales, industrielles, agricoles, etc. Il établit également les normes pour la construction, les restrictions d'utilisation du sol, les conditions environnementales, les protections des ressources naturelles, etc. Les autorités locales s'appuient sur le Plan d'Occupation des Sols comme document de référence pour prendre des décisions concernant les projets de développement urbain à venir. Le POS leur fournit un cadre réglementaire pour déterminer la constructibilité des terrains et la nature des programmes immobiliers réalisables sur chaque parcelle. Grâce à ces règles d'urbanisme, les collectivités peuvent par exemple orienter les choix en matière de construction de bâtiments, d'allocation de terrains pour des activités économiques, d'aménagement d'espaces publics ou de protection d'espaces naturels. Le POS est donc un outil essentiel pour les autorités locales afin de garantir un aménagement cohérent de leur territoire, en phase avec les objectifs de développement définis dans ce document de planification.

Le Plan d'Occupation des Sols (POS) joue un rôle capital dans la planification urbaine en Algérie en assurant une cohérence et une conformité du développement urbain avec les objectifs de planification à long terme. En établissant des règles définies pour l'utilisation du sol dans les zones urbaines, il sert de garantie pour la protection des intérêts de la population et de l'environnement.

Ainsi on peut résumer les objectifs du POS « *Plan d'Occupation des Sols* » en quatre points principaux :

- Organiser les zones urbaines : le POS permet de définir les zones destinées à différents usages, tels que les zones résidentielles, commerciales, industrielles, etc., et de fixer les normes de construction pour chacune d'entre elles. Cela aide à maintenir un ordre et une cohérence dans l'utilisation du sol dans la zone urbaine.
- Protéger les espaces naturels : le POS peut également inclure des dispositions pour protéger les espaces naturels et les zones vertes, en déterminant les zones qui sont

protégées pour des raisons environnementales ou patrimoniales et en interdisant les activités qui pourraient les détériorer.

- Préparer la réalisation des équipements futurs : le POS peut inclure des dispositions pour préparer la réalisation de futurs équipements publics, tels que les routes, les écoles, les parcs, etc., en réservant les zones appropriées pour ces usages.
- Fournir une information juridique certaine aux usagers : le POS sert également de document juridique pour les usagers, en définissant les règles et les réglementations pour l'utilisation des terres dans la zone urbaine. Cela permet aux usagers de connaître les restrictions et les obligations liées à l'utilisation de leurs propriétés et de planifier en conséquence.

En résumé, les principales finalités du POS consistent à favoriser une utilisation rationnelle et uniforme des terrains dans les zones urbaines, à protéger les atouts naturels et les espaces verts, à anticiper la mise en place des besoins futurs en logement et équipements publics, ainsi qu'à offrir une base juridique claire aux résidents et aux acteurs impliqués dans l'aménagement urbain.

C- Interconnexion entre le PDAU « *Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme* » et le POS « *Plan d'Occupation des Sols* » :

En Algérie, il existe une étroite interconnexion entre PDAU et le POS. Le PDAU, en tant que document de planification à long terme, énonce les objectifs et les orientations stratégiques pour le développement des zones urbaines. À l'inverse, le POS est un outil de planification plus détaillé qui précise les règles et les réglementations régissant l'utilisation des terrains au sein des zones urbaines.

En compte tenu des considérations environnementales, le PDAU peut servir de cadre pour l'élaboration du POS en identifiant les zones d'affectation des sols et en définissant les objectifs de développement. En retour, le POS peut être utilisé pour mettre en pratique les stratégies définies dans le PDAU en déterminant les zones destinées à des usages spécifiques, en établissant des normes de construction, etc.

En résumé, le PDAU et le POS sont des instruments de planification complémentaires en Algérie, collaborant pour assurer une planification urbaine efficace et cohérente, tout en veillant à ce que les zones urbaines se développent harmonieusement et respectueusement de l'environnement.

En effet Les instruments de planification urbaine ont pour mission de garantir une planification efficace et cohérente, prenant en compte les besoins communautaires et les impacts environnementaux. Ces dispositifs englobent divers éléments tels que les schémas directeurs, les réglementations urbanistiques, les normes de construction, les zonages, les plans de quartier, visant à créer des environnements urbains durables et adaptés aux exigences locales.

Ils visent principalement à garantir un développement urbain équilibré et durable tout en favorisant la croissance économique, en conservant les richesses naturelles et en optimisant la qualité de vie des résidents. Ces outils peuvent également être utilisés pour surveiller des activités potentiellement dangereuses, telles que la pollution ou les activités industrielles dangereuses.

En conclusion, les instruments d'urbanisme ont un rôle primordial dans la planification des villes en instaurant des critères et des règles visant à favoriser un développement urbain durable et respectueux de l'écosystème.

4.4.2 Impacte des instruments d'urbanisme sur la gestion des risques industriels :

L'analyse du processus d'urbanisation à plusieurs niveaux offre un éclairage sur les facteurs déterminants qui ont façonné l'urbanisation actuel. Cette démarche permet, d'une part, d'établir des liens avec les menaces et les risques industriels, et, d'autre part, de dégager des enseignements significatifs en vue d'une sensibilisation accrue aux risques industriels. (CNES, 2003)

Il est crucial d'adopter des mesures préventives par le biais d'une urbanisation raisonnée afin de réduire les pratiques dangereuses pour la sécurité des personnes, l'économie et l'environnement. Une urbanisation préventive améliorée peut contribuer à minimiser les risques potentiels, tandis qu'une gestion efficace des conséquences peut être essentielle pour

faire face aux situations où de telles pratiques se produisent malgré les efforts déployés en matière de prévention.

Cela peut inclure aussi la prévention des comportements à risque, il est crucial de mener des campagnes de sensibilisation auprès du grand public sur les conséquences néfastes de certaines pratiques. L'adoption de réglementations strictes, assorties de sanctions dissuasives, peut permettre d'encadrer voire d'interdire les activités particulièrement dangereuses. La mise en place de dispositifs de surveillance et d'intervention rapide est également nécessaire pour détecter tout incident et y répondre immédiatement. Une coordination étroite entre les pouvoirs publics, les organisations de la société civile et les collectivités locales est indispensable pour garantir l'efficacité de ces mesures préventives. Chacun doit prendre ses responsabilités, à son niveau, pour modifier les comportements par des actions concrètes et durables. Une approche globale et concertée est essentielle pour réduire significativement les pratiques à risque dans tous les domaines.

L'efficacité du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) et du Plan d'Occupation des Sols (POS) dans la prévention des risques industriels est conditionnée par différents éléments.

Tout d'abord, ces documents d'urbanisme doivent identifier clairement les zones à risques industriels et prévoir des mesures adaptées comme des distances minimales entre industries dangereuses et zones d'habitation. Des plans rigoureux et complets sont nécessaires.

Ensuite, les autorités doivent mettre en œuvre concrètement sur le terrain les dispositions spécifiques aux risques industriels, en allouant des moyens suffisants. Le contrôle du respect des règles d'urbanisme autour des sites industriels à risque est essentiel.

Par ailleurs, la sensibilisation de la population aux risques industriels pendant l'élaboration des plans directeurs et d'occupation des sols renforce l'acceptabilité des mesures spécifiques. La concertation permet une meilleure appropriation des enjeux.

Ainsi, l'efficacité de ces outils d'urbanisme pour la prévention des risques industriels repose sur l'identification précise de ces risques, leur prise en compte effective dans les documents d'urbanisme, et l'implication des populations concernées.

En général, le PDAU et le POS peuvent avoir un impact positif sur la réduction des risques industriels en permettant une planification urbaine cohérente et rigoureuse des zones urbaine cohabitant avec des activité industrielles. Le PDAU peut inclure des dispositions pour minimiser les risques pour la santé et la sécurité publiques, tels que :

- Les normes de distance minimale entre les sites industriels et les zones urbaine peuplé
- Les dispositifs de protection contre les risques environnementaux.

De plus, le POS peut inclure des dispositions pour minimiser les risques pour les enjeux humain et urbain tels qu'une maîtrise d'urbanisation avec une réglementation rigoureuse peut aider à créer des villes plus résilientes face aux risques permanents tels que les risques industriels. En distinguant les zones à urbaniser, non urbanisables et à protéger, De plus, en intégrant des normes de sécurité dans les processus d'urbanisation, de construction et de gestion des entités urbaines, il est possible d'accroître la résilience des villes face aux risques industriels.

Le plan d'occupation des sols est un instrument d'urbanisme essentiel pour développer la résilience des villes face aux risques de catastrophes. En réglementant de manière cohérente l'usage des terrains, le POS peut favoriser une morphologie urbaine cohérente, lisible, interconnecté et intégré. Cette approche permet d'optimiser la mobilité au sein de l'espace urbain et facilite grandement la mise en œuvre des plans de prévention et de gestion d'urgence en cas de besoin. Un POS qui promeut une utilisation rationnelle et équilibrée du sol urbain est donc un facteur clé pour renforcer la capacité de la ville à résister aux chocs, à absorber l'impact de crises éventuelles et à assurer un retour rapide à la normale. L'élaboration d'un POS résilient doit devenir une priorité pour accroître la sécurité des populations face aux risques de catastrophes industrielles.

En somme, une réglementation stricte et une maîtrise d'urbanisation peuvent aider à créer des villes plus résilientes face aux risques industriels en permettant une planification cohérente et rigoureuse, en protégeant les populations et en préparant les réponses aux incidents industriels.

Néanmoins, pour que le PDAU et le POS produisent un réel effet dans la réduction des risques industriels, il est essentiel d'intégrer la notion d'urbanisme défensif et réactif lors de

l'élaboration de ces instruments, tout en tenant compte de la présence continue et coexistant des dangers au sein de la ville.

Malheureusement, en Algérie, les PDAU, les POS et leurs réglementations sont dépassés par la réalité urbaine. Les besoins de la ville évoluent rapidement, de manière accélérée, et ces instruments d'urbanisme n'ont pas été en mesure de suivre et de contrôler cette urbanisation chaotique. Cette situation peut rendre les villes vulnérables aux risques industriels, laissant la ville constamment en décalage par rapport aux instruments qui la régissent. (Zouani, 2016)

Cette situation peut engendrer divers problèmes, notamment la construction illicite de quartiers entiers au sein de la ville, une connectivité inégale entre ses différentes parties, des problèmes de congestion urbaine, des difficultés de déplacement et de mobilité urbaine, ainsi que la formation d'espaces fortement ségrégués. Tout ceci résulte d'une planification urbaine incohérente et dépassée, incapable de faire face à l'urbanisation anarchique, accélérée et non réfléchie.

La performance urbaine des villes algériennes est sérieusement affectée par des problèmes de gestion et de gouvernance, entraînant une résilience limitée face aux risques, notamment industriels.

Il est crucial de mettre en place une réglementation et des politiques publiques plus efficaces pour maîtriser l'urbanisation et renforcer la capacité de résistance des villes algériennes face aux aléas industriels. Des réformes en profondeur des outils d'urbanisme s'avèrent nécessaires afin de promouvoir un développement urbain mieux adapté aux enjeux de résilience, et de doter les villes de performances et de moyens à la hauteur des défis posés par les risques industriels.

L'objectif prioritaire doit être d'encourager une urbanisation rationnelle et durable, conjuguant prévention des risques et efficacité économique et sociale. Seule une approche globale permettra d'accroître significativement la résilience des villes algériennes face aux catastrophes industrielles.

CONCLUSION :

Les risques industriels constituent une préoccupation cruciale pour les villes algériennes, avec la possibilité d'entraîner de lourdes répercussions et dégâts sur les plans humain, urbain et environnemental en cas d'accidents industriels. L'impact des outils d'urbanisme revêt une importance particulière dans ce contexte, ces derniers conditionnant directement la structure et les fonctions des zones urbaines par leur réglementation de l'usage des sols.

En Algérie, la gestion des risques industriels revêt un caractère primordial, notamment face à une urbanisation rapide. Les PDAU et les POS sont des outils centraux de la planification urbaine. Cependant, leur efficacité est entravée par une urbanisation anarchique et galopante qui excède leur capacité de régulation. Pour contrer cette tendance, Il est impératif de renforcer l'application des PDAU et POS en introduisant des outils juridiques plus efficaces. Leur amélioration régulière est tout aussi cruciale pour s'adapter au rythme croissant du développement urbain. Une collaboration étroite entre les politiques d'aménagement urbain et de gestion des risques industriels est essentielle pour faire des PDAU et POS des instruments véritablement efficaces dans la prévention de ces risques.

Cette situation entraîne divers problèmes, notamment la construction illicite, la connectivité urbaine inadéquate, la congestion, les difficultés de mobilité et la ségrégation spatiale. Ces défis compromettent la résilience des villes face aux risques industriels.

Pour remédier à cette situation, il est impératif de réformer les instruments d'urbanisme en intégrant des principes d'urbanisme défensif et réactif pour anticiper et gérer efficacement les risques industriels. Ces réformes devraient promouvoir une urbanisation plus résiliente, encourager la coordination entre les acteurs urbains et consolider la résistance et l'adaptabilité des villes aux risques industriels. Il s'agit de développer des capacités accrues de prévention, d'absorption et de récupération face à d'éventuels accidents industriels majeurs. Seule une approche globale et intégrée permettra de minimiser l'exposition des populations urbaines aux dangers industriels.

Il est crucial que les autorités locales et les gouvernements collaborent pour renforcer ces instruments d'urbanisme et garantir un développement urbain sain et sécurisé. La

consultation des résidents des villes est également essentielle pour prendre en compte leurs besoins et leurs préoccupations dans le processus de développement urbain.

En fin de compte, le développement urbain doit être planifié de manière à minimiser les risques industriels et à garantir la sécurité et la santé des habitants des villes. Les instruments d'urbanisme doivent être constamment mis à jour et renforcés pour refléter les besoins changeants des villes en mutation constante.

La planification urbaine en Algérie ne répond pas toujours aux exigences en matière de gestion des risques industriels. Il est courant que les outils d'urbanisme tels que le PDAU et le POS ne soient pas complètement utilisés pour s'adapter aux besoins changeants des villes et contrôler l'urbanisation anarchique. Cela peut exposer les villes à des risques industriels accrus et aggraver les problèmes de danger pour la ville et ces résidents. Il est crucial de continuer à travailler pour améliorer la planification urbaine et la gestion des risques industriels en Algérie, en s'assurant que les outils d'urbanisme sont à jour et efficaces, et qu'ils soient mis en œuvre de manière cohérente en fonction des besoins changeants des villes.

CHAPITRE V : INFLUENCE DE LA MORPHOLOGIE URBAINE SUR LA GESTION DES RISQUES INDUSTRIELS

INTRODUCTION

L'inexistence du risque n'a jamais existé et n'existera probablement jamais. Les activités industrielles comportent toujours un certain degré de risque, même si l'utilisation de technologies innovantes et de procédés ingénieux peut contribuer à minimiser les effets potentiellement négatifs de ces activités.

Toutes ces mesures préventives demeureront des procédés limités qui sont incapables de faire face à des agressions et des menaces extérieurs dévastateurs, tels qu'un tsunami ou un acte terroriste, auxquels l'installation industrielle peut être exposée. Ces événements peuvent déclencher une chaîne d'événements, allant de l'incident à la catastrophe, ce que l'on appelle les risques associés. Cette séquence d'événements, où l'installation industrielle n'est le premier maillon, est connue de risque associé et aussi sous le nom d'effet domino.

L'effet domino nous amène à une réalité qui se résume ainsi : même si l'installation dispose de procédés préventifs, elle ne peut pas atteindre un risque zéro, et elle ne peut pas non plus maîtriser, contrôler ou faire obstacle à une menace externe.

La cohabitation de la ville avec les risques industriels peut représenter une solution à long terme. Pour y parvenir, il est d'associer et corrélérer les fondements de la résilience urbaine aux projets d'urbanisme. La résilience urbaine se réfère à la performance et la capacité d'une ville à affronter efficacement les défis et les menaces potentielles, y compris les risques industriels, tout en minimisant les dommages et les impacts négatifs. Cette réalisation peut être obtenue en mettant en place des mesures préventives, en favorisant une planification urbaine durable, en gérant les risques de manière proactive, en encourageant la coopération entre diverses parties prenantes et l'implication active de la communauté.

Il est crucial de comprendre que la solution de réduction de la vulnérabilité de la ville ne se limite pas à prévenir le risque à sa source, ce qui s'est avéré inefficace. La clé de la solution réside davantage dans l'autre composante de l'équation du risque, à savoir les enjeux. Dans ce chapitre, nous aborderons la manière de rendre la ville plus résiliente en réduisant sa

vulnérabilité, ainsi explorer la manière dont la performance de l'environnement urbain peut servir de paramètre significatif pour évaluer la résilience des villes.

5.1 La performance de l'espace urbaine, indicateur révélateur de la résilience urbaine :

Les répercussions, conséquences et les dégâts d'un accident industriel sur la ville mettent en lumière les dysfonctionnements et les problèmes urbains préexistants, une crise ne fait accentuer et augmenter ces dysfonctionnements urbains. (Boyer, 2015)

En effet, Pigeon (2005) a souligné que le processus d'urbanisation a la tendance à accroître les risques liés aux accidents industriels, en influençant à la fois les éléments aléatoires, c'est-à-dire les facteurs imprévisibles qui contribuent aux catastrophes, ainsi que différents aspects de la vulnérabilité urbaine.

Selon Baudet-Michel and Aschan-Leygonie (2009), *« la configuration de l'espace urbain, comprenant des caractéristiques telles que la densité du réseau routier, la concentration et la hauteur des bâtiments, ainsi que la présence d'espaces verts, peut varier d'une zone à l'autre, et ces variations peuvent avoir un impact significatif sur la manière dont les conséquences d'un aléa, comme un accident industriel, se manifestent et sont gérées au sein de la ville ».*

L'existence de lacunes à divers niveaux, allant de la morphologie urbaine aux normes de planification, en passant par les règles et lois de construction, peut aggraver les répercussions et les dommages en cas de crise. Pour gérer efficacement de telles situations, il est impératif de renforcer les performances des entités urbaines, tant sur le plan physique qu'immatériel, tout en maintenant une vision cohérente et fonctionnelle de l'espace urbain.

La configuration urbaine d'une structure urbaine est essentielle pour gérer efficacement l'environnement urbain et ses résidents. Il est crucial d'évaluer comment les espaces urbains réagissent face au risque industriel afin de mieux gérer et contrôler la vulnérabilité de ces espaces, tout en cherchant à réduire au maximum les dommages en cas d'accident industriel.

Ainsi la vérification du comportement de l'espace urbain face à un risque industriel, ainsi que le dialogue entre les différents indicateurs, constituent la base d'une logique de résilience

de l'espace urbain. Cette démarche nous permettra de mieux comprendre, D'une part, il convient d'examiner les diverses insuffisances et dysfonctionnement observées dans les zones urbaines, tandis que, d'autre part, il est essentiel d'analyser les multiples paramètres ayant une influence directe sur la performance et l'efficacité d'une zone urbaine en cas de risque industriel. En procédant ainsi, nous serons en mesure d'identifier tous les facteurs susceptibles d'influencer le degré de résilience de la ville.

5.1.1 La concentration humaine :

Les enjeux humains constituent un élément essentiel à prendre en compte dans la gestion du risque. En effet, la concentration humaine en milieu urbain et la répartition des services et des infrastructures de la ville peuvent jouer un rôle important dans la manière dont l'espace urbain est géré et fonctionne, ce qui a des répercussions significatives sur son efficacité et sa capacité à faire face à des situations d'urgence ou de crise.

Par exemple, dans une ville densément peuplée où les infrastructures médicales et les hôpitaux sont concentrés dans une zone spécifique, un accident industriel à proximité peut avoir des répercussions importante sur la population locale. En revanche, dans une ville moins densément peuplée, les services de santé peuvent être plus éloignés, ce qui peut entraîner des retards dans la prise en charge des victimes.

La densité de population, qui mesure la concentration des résidents et des mouvements, représente un indicateur clé de la vulnérabilité, étant le facteur le plus manifeste à cet égard. (Blancher et al., 1996)

L'augmentation de tous les types de densité, Que ce soit en ce qui concerne la concentration de la population humaine, de densité du bâti ou de densité des activités, peut devenir un concept à connotation négative lorsqu'elle est associée à un système urbain défaillant. En d'autres termes, une croissance excessive de la densité sans une planification adéquate et sans des infrastructures urbaines adaptées peut entraîner des problèmes importants. Cela peut inclure une pression accrue sur les ressources, une congestion du trafic, une surpopulation des espaces urbains, des difficultés de déplacement, et la création de déséquilibres spatiaux et fonctionnels. L'ensemble de ces facteurs exercera une influence défavorable sur la capacité des villes à répondre à une crise soudaine, comme les risques industriels.

Effectivement, la question humaine représente un élément critique dans la complexité de la vulnérabilité urbaine. La concentration accrue de population dans des zones exposées à des aléas tend à accroître la vulnérabilité, réduisant ainsi la résilience de la ville. Une densité élevée de population dans des zones à risque augmente le nombre potentiel de personnes impactées en cas d'incident, rendant la gestion de crise plus ardue et susceptible d'entraîner des conséquences néfastes plus importantes.

5.1.2 La connectivité et intégration urbaine :

L'impact d'un choc sur la ville peut déclencher une série de dysfonctionnements urbains qui affectent les réseaux et les services de base. Ces dysfonctionnements peuvent se traduire par des interruptions totales ou partielles de la connectivité entre les différentes entités de la ville. En conséquence, cela peut entraîner un état de paralysie sur les axes routiers et les nœuds principaux, ce qui a un impact direct sur les opérations d'aide dès la phase post-urgence. Cette situation tend à accroître la vulnérabilité de la ville et à réduire sa capacité à faire face à cette crise. En d'autres termes, la perturbation de la connectivité urbaine peut aggraver la situation et rendre la réponse aux urgences plus difficile.

En effet, les interconnexions entre les systèmes et les différentes entités au sein de la ville revêtent une importance cruciale, notamment lors de situations d'urgence. C'est pourquoi il est essentiel de se concentrer sur les réseaux et les structures urbaines ainsi que sur leurs connexions dès le stade de la préparation et de l'anticipation. (Boyer, 2015)

En est fait les dysfonctionnements urbains peuvent avoir des impacts différents en fonction de la structure de la ville. Par exemple, dans une ville avec une structure en étoile où les rues convergent vers un point central, un accident sur l'une des principales artères peut paralyser toute la ville en bloquant l'accès à ce point central. Dans une ville avec un plan en damier, où les rues sont disposées en grille, les itinéraires alternatifs peuvent être plus nombreux, mais les rues étroites peuvent entraver l'accès des secours.

En effet, la connectivité urbaine doit être envisagée à différentes échelles, et il est impératif de considérer les interconnexions non seulement à l'échelle de la ville, mais également à celle des quartiers résidentiels. La connectivité au niveau du quartier revêt une importance tout aussi capitale que celle de l'ensemble de la ville.

Il est donc essentiel de mettre en avant l'importance d'une intégration harmonieuse des quartiers résidentiels dans leur environnement. Cette intégration est cruciale pour garantir une gestion efficace des situations de crise et maintenir la cohésion et la cohérence de l'ensemble urbain, que ce soit à travers les ruelles, les voies, les espaces publics ou les places.

L'engagement des quartiers résidentiels dans leur environnement favorise la création de zones résilientes, où les résidents peuvent se déplacer aisément, accéder aux services essentiels et collaborer en cas de besoin. Cela renforce le tissu social local et simplifie la mobilisation des ressources locales en période de crise, comme l'a souligné. (Boyer, 2015)

En résumé, la connectivité urbaine doit être une préoccupation à toutes les échelles, et l'intégration fluide des quartiers résidentiels dans leur environnement est un élément essentiel pour une gestion de crise efficace et pour maintenir l'unité et la cohésion de l'ensemble de la ville.

5.2.3 L'accessibilité :

La gestion des crises et des perturbations en milieu urbain dépend fortement de l'accessibilité. Les difficultés d'accès, voire l'arrêt complet de la circulation vers et entre les entités urbaines d'une ville, peuvent aggraver une crise déjà présente en multipliant les conséquences d'une catastrophe.

Les réseaux de circulation, tels que les routes, rues, carrefours, places, ruelles, corridors, escaliers urbains et trottoirs, participent au bon fonctionnement, la lisibilité, la cohérence spatiale et fonctionnelle de la ville. Comme l'a souligné Boyer (2015), ces réseaux permettent la fluidité des déplacements des biens et des personnes, ce qui est indispensable pour les activités économiques et urbaines. En structurant l'espace urbain à différentes échelles de mobilité, ces réseaux deviennent un élément clé de la gestion urbaine. Ils sont nécessaires pour assurer la fluidité au sein des quartiers, faciliter l'accessibilité des quartiers éloignés, qu'ils soient formels ou informels, et soutenir les systèmes de transport. Ces mouvements, qui sont essentiels pour les dynamiques territoriales, sociales et économiques, revêtent un rôle primordial en ce qui concerne la sécurité et de secours lors de crises urbaines.

En d'autres termes, les réseaux de circulation sont vitaux pour le bon fonctionnement de la ville, tant sur le plan social qu'économique. Ils façonnent la manière dont les habitants se

déplacent et interagissent avec leur environnement urbain. Il est crucial de gérer efficacement les réseaux d'infrastructures essentielles, en particulier en matière de sécurité et d'interventions d'urgence en cas de crise.

L'un des critères fondamentaux pour qu'une ville soit résiliente réside dans sa capacité à surmonter une paralysie causée par un accident industriel. Cela implique de maintenir au minimum une dynamique interne et une connectivité efficace entre ses différentes parties, ainsi qu'avec le monde extérieur. La connectivité interne englobe les routes, les transports publics et les réseaux de communication qui rendent le quotidien des habitants plus facile et leur donnent accès aux services publics essentiels ainsi qu'à une mobilité efficace. (Boyer, 2015)

En effet tout événement survenant dans une ville peut gravement paralyser ses déplacements et ses activités. La crise sera d'autant plus difficile à gérer si les problèmes d'infrastructures déjà présents ne sont pas pris en compte. Des réseaux de transport inadéquats ou saturés compliqueront par exemple l'évacuation des populations touchées et l'acheminement rapide des secours, aggravant la situation. Une ville doit donc anticiper ses points faibles en termes de mobilité et de flux pour pouvoir réagir efficacement en cas d'urgence.

C'est pour cela qu'en cas de crise, toute difficulté d'accès ou rupture de la mobilité entre les quartiers et infrastructures vitales d'une ville peut avoir de graves conséquences. Cela risque de paralyser les déplacements des habitants, d'empêcher l'accès aux services d'urgence et de santé, ainsi que d'entraver l'approvisionnement en biens de première nécessité. Ces blocages peuvent aussi grandement compliquer le travail des secours et les efforts de rétablissement du fonctionnement normal de la ville après une catastrophe. Il est donc essentiel d'identifier en amont les points névralgiques du réseau de mobilité urbaine et de prévoir des solutions alternatives pour maintenir une connectivité minimale en situation de crise.

Il est crucial que les urbanistes et experts en planification urbaine anticipent les risques potentiels et renforcent la capacité de la ville à faire face aux imprévus. Cela peut passer par des initiatives visant à améliorer l'accessibilité des différentes zones urbaines, consolider les réseaux de transport, et élaborer des plans d'urgence pour garantir une mobilité fonctionnelle en cas de crise. Cette démarche proactive permet de préparer la ville à relever des défis inattendus et ainsi assurer le bien-être et la sécurité des habitants, même dans les contextes

les plus critiques. Des infrastructures de transport flexibles et redondantes, ainsi qu'une coordination efficace entre les différents intervenants, sont essentielles pour minimiser l'impact d'un événement majeur sur la vie urbaine.

5.2 La morphologie urbaine :

L'efficacité d'une morphologie urbaine repose sur plusieurs aspects, notamment l'accessibilité entre les différentes zones urbaines, la connectivité assurée par des réseaux de transport redondants, l'intégration spatiale des fonctions complémentaires, ainsi que la cohérence et la clarté des espaces et de leurs utilisations respectives.

Ces éléments permettent d'optimiser les flux, les déplacements et les interventions en cas de crise industrielle majeure. Une accessibilité renforcée facilite l'évacuation massive des populations exposées. La connectivité fluidifie l'accès des secours sur les lieux du sinistre. L'intégration spatiale équilibrée limite la concentration d'enjeux vulnérables. La cohérence des formes et des fonctions urbaines ainsi qu'une meilleure lisibilité spatiale améliorent l'orientation et réduisent les perturbations en situation d'urgence. C'est de la combinaison de ces paramètres que résulte une morphologie performante. Celle-ci permet de réduire les risques liés à la proximité d'activités dangereuses et de renforcer la résilience de toute la ville face aux accidents industriels de grande ampleur.

5.2.1 Définition :

La morphologie urbaine implique l'analyse de l'évolution historique de la forme urbaine ainsi que de la structure physique d'une ville, en examinant les éléments qui la composent. L'objectif de cette analyse morphologique est de déterminer la configuration urbaine qui caractérise la ville.

Selon Aymonino (1970), « *La forme urbaine est un processus continu, et s'il est possible de la décrire ou de la caractériser à une période précise, on ne peut négliger pour la comprendre l'étude des périodes antérieures qui ont conditionné son développement et l'ont littéralement formée...* ».

En effet, la morphologie urbaine, en tant que discipline, se penche sur l'étude approfondie de la forme et de la structure des environnements urbains, qu'il s'agisse de villes, de quartiers ou de structures spécifiques. Elle analyse minutieusement les caractéristiques physiques de l'urbanisation, englobant l'agencement des rues, des places, des parcs, des édifices, des

quartiers et des cités. De manière plus complexe, elle explore les interactions dynamiques entre ces divers éléments dans le contexte spatial, et évalue comment ces interrelations impactent les activités économiques, sociales et culturelles au sein de la population locale.

Pour reprendre, la morphologie urbaine comprend les aspects historiques, culturels et architecturaux d'une ville. Elle étudie également les tendances du développement urbain et comment elles influent sur le cadre de vie des habitants. La morphologie urbaine est un domaine qui combine des idées et des techniques provenant de divers domaines tels que l'architecture, l'urbanisme, l'aménagement du territoire, la géographie et l'histoire de l'architecture.

En d'autres termes Borie and Denieul, 1984 on souligné que « *la morphologie urbaine repose sur deux éléments essentiels : la structure urbaine et le tissu urbain. La structure urbaine englobe les éléments physiques qui composent la ville, comme les bâtiments, les routes, les parcs et les places. D'un autre côté, le tissu urbain désigne la manière dont ces éléments sont agencés et interconnectés dans l'espace urbain* » (voir la Figure 5-1).

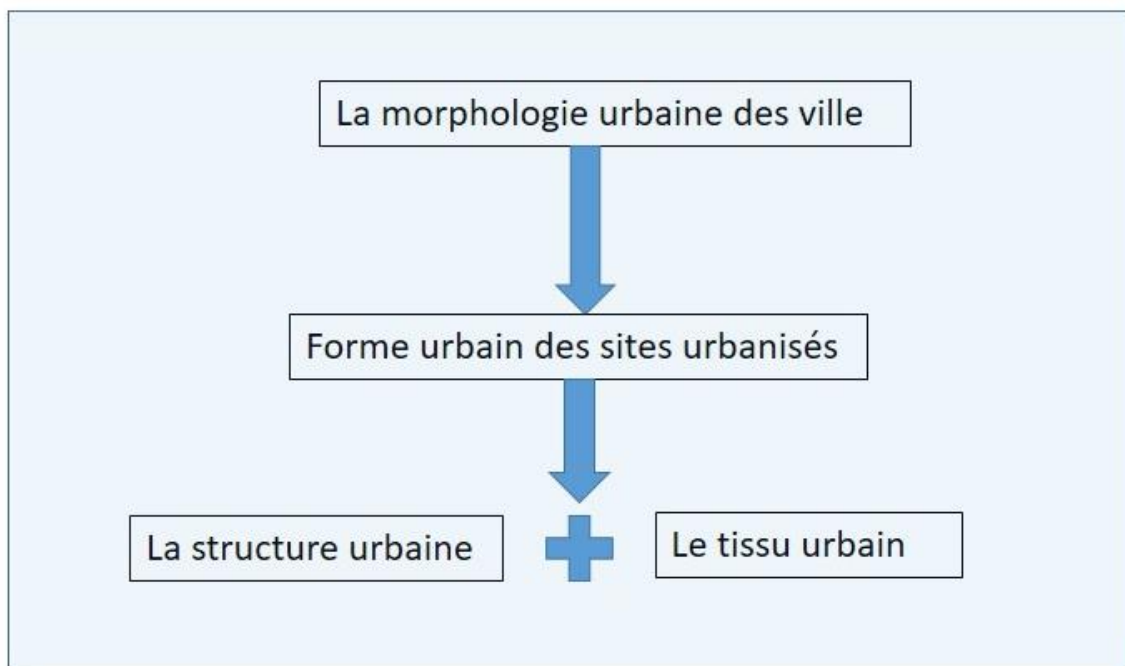


Figure 5- 1 Comprendre et analyser la morphologie urbaine. (Mazouz, 2005)

Par conséquent, la compréhension et l'étude de la morphologie urbaine sont basées sur l'examen des liens entre la structure urbaine et le tissu urbain. En examinant la configuration des éléments physiques d'une ville et leurs positions relatives dans l'espace, la forme, les

fonctions et l'évolution d'une zone urbaine peuvent être caractérisées. C'est en appréhendant la ville comme un système dynamique, où les composantes spatiales sont dans une relation d'interdépendance, que l'on peut appréhender sa complexité morphologique et les logiques qui sous-tendent son développement. (Voir Figure 5-1)

Pour illustrer ce lien, prenons l'exemple de Paris, dont la structure urbaine a été radicalement transformée par le plan d'Hausmann au XIX^e siècle. Ce plan a introduit des percées rectilignes et la superposition d'un réseau de boulevards concentriques, modifiant ainsi la configuration de la ville. Ces interventions urbaines massives, qui se sont étalées sur plus de deux décennies, ont été réalisées dans le but de répondre à des impératifs sanitaires, sécuritaires et de gestion des flux humains, notamment en cas d'émeutes ou de conflits. Elles visaient à rendre la structure urbaine de Paris plus apte à gérer les déplacements et la circulation, tout en permettant d'absorber de grandes quantités de personnes et de véhicules, et de les canaliser en cas de besoin.

En somme, le lien entre la structure physique d'une ville et son tissu urbain est intrinsèquement lié à la morphologie urbaine, car cette interaction définit la façon dont une ville fonctionne et se transforme avec le temps. L'agencement des rues, des bâtiments, des espaces publics et des infrastructures urbaines, ainsi que leurs connexions, forment un système indissociable qui détermine l'organisation spatiale et les dynamiques de la ville. Analyser finement ces composantes et leurs interrelations permet donc de comprendre et d'agir sur la morphologie urbaine dans une perspective globale.

5.2.2 Impacte de la morphologie urbaine sur la résilience des villes face aux risques industriels :

Pellegrino (2005) a souligné que « *Deux voies, complémentaires et interdépendantes, permettent d'aborder l'objet « ville » : celle de l'architecture de la ville, des formes urbaines, des configurations spatiales, et celle des formes sociales, des pratiques spatiales, des déplacements* ». Ces deux perspectives offrent une compréhension plus complète et intégrée de la notion de ville.

La morphologie urbaine étudie la structure spatiale des villes dans toute sa complexité. En analysant les interrelations entre les éléments clés (voirie, parcellaire, îlots, espaces publics, bâtiments), elle fournit un éclairage indispensable à la planification et l'aménagement urbain

durables, impactant des aspects essentiels comme les mobilités, l'accessibilité, le cadre de vie ou encore la résilience face aux risques.

Cependant, il est primordial de garder à l'esprit que la forme urbaine n'est pas une donnée prédéfinie et objective. Elle résulte d'un processus intellectuel de modélisation et de représentation graphique répondant à des objectifs analytiques spécifiques. La morphologie urbaine doit donc être comprise comme la construction d'un modèle interprétatif de la structure spatiale urbaine, visant à révéler des logiques sous-jacentes d'organisation, des dynamiques d'évolution, et des interactions entre les différentes composantes morphologiques selon le point de vue adopté. (Lévy, 2005)

En effet il est possible de distinguer plusieurs catégories majeures de modèles morphologiques urbains traditionnels. Chacun de ces modèles présente des caractéristiques propres dans l'organisation des réseaux, des îlots, des quartiers et des fonctions urbaines. On peut identifier diverses formes de villes, telles que les villes compactes, les villes radioconcentriques ou en étoile, les villes quadrillées orthogonales, les villes linéaires ou les villes étalées ou fragmentées. Chacune de ces structures spatiales exerce des effets singuliers sur la mobilité, la densité, la mixité des usages et la qualité de vie urbaine. Ainsi, le recours à l'analyse morphologique permet de mettre en lumière les atouts et limites intrinsèques à chaque modèle d'organisation de l'espace urbain.

Si l'on prend l'exemple du modèle de la ville compacte, celle-ci se distingue par des densités élevées et une urbanisation continue (Pouyanne, 2004). Ce modèle est souvent présenté comme avantageux, puisqu'il réduit la nécessité de déplacements, promeut l'utilisation des transports publics, améliore l'accessibilité et l'interconnexion entre les différentes zones urbaines, et réduit la ségrégation en favorisant une meilleure intégration spatiale. Ces facteurs ont un impact direct sur les performances de cette configuration spatiale et sa capacité à faire face à des perturbations soudaines, telles qu'un accident industriel.

Cependant, il présente également des limites, notamment la congestion routière, la diminution de l'accès aux vides urbains (jardins, places publiques, etc.), l'augmentation des prix des logements et la diminution de l'espace de vie. Dans la planification urbaine, ces avantages et inconvénients doivent être pris en compte. Tous ces éléments ont été discutés

en profondeur par des chercheurs tels que Dantzig and Saaty (1973) et Newman and Kenworthy (1989), ainsi que des critiques tels que, Breheny (1997) et Burton (2000).

Baudet-Michel and Aschan-Leygonie (2009) ont mis en évidence que la morphologie de l'espace urbain, y compris des aspects tels que la densité des rues, la densité et la hauteur des bâtiments, ainsi que la densité des espaces verts, peut avoir un impact sur les facteurs qui influencent la performance de la morphologie urbaine, tels que la cohérence, la lisibilité spatiale, la connectivité et l'intégration spatiale. Cette influence se manifeste notamment dans les conséquences des événements imprévus, comme les catastrophes industrielles ou les accidents urbains. Les variations dans la morphologie de l'espace urbain peuvent engendrer des résultats différents en cas de tels événements, soulignant ainsi l'importance de la compréhension de la morphologie urbaine pour la gestion des risques en milieu urbain.

Pour résumer, chaque forme urbaine présente des aspects favorables et des inconvénients en ce qui concerne la résilience urbaine en période de crise. Bien que les villes compactes offrent une meilleure accessibilité et connectivité, elles peuvent également être plus exposées aux catastrophes industrielles. En revanche, les villes en damier peuvent améliorer l'accessibilité, mais leur disposition étroite peut engendrer des défis lorsqu'il s'agit d'évacuer rapidement en cas d'urgence. Afin d'améliorer la performance et la capacité des formes urbaines à faire face aux risques industriels, il est essentiel de prendre en compte ces facteurs dans la planification urbaine. Cela aurait un impact positif sur leur résilience globale.

A titre d'exemple la morphologie urbaine peut également influencer la capacité des services d'urgence à intervenir en cas de crise. Par exemple, dans une ville où les rues sont étroites et sinueuses, les véhicules d'urgence peuvent avoir des difficultés à atteindre les zones touchées. Dans une ville avec une structure en étoile, un accident sur l'une des principales artères peut paralyser l'ensemble de la ville.

Ainsi, outre des variables telles que la densité de population, la répartition des services urbains, la connectivité des entités urbaines, etc., la structure physique et la configuration spatiale de la ville doivent également être prise en compte, pour assurer une résilience urbaine optimale face aux perturbations et aux crises. Cela doit être complété par une coordination spatiale efficace des différentes composantes urbaines. Une planification urbaine adaptée à

la morphologie de la ville, ainsi qu'une gestion de crise efficace, peuvent réduire les risques et permettre une réponse rapide et efficace en cas d'urgence en superposant ces éléments.

Dans l'ensemble, la nature urbaine de la ville, déterminée par ses caractéristiques physiques influençant sa réponse et réactivité en cas de crise, peut avoir divers effets sur la capacité de gestion des crises et la résilience. La connectivité urbaine, l'accessibilité et l'intégration urbaine sont tous des facteurs déterminants, des éléments critiques qui ont un effet indirect sur la durabilité et la performance de la conception urbaine.

La relation entre ces concepts nous pousse à repenser la ville en améliorant la conception des entités urbaine pour les rendre plus sûrs, en adaptant la morphologie urbaine pour faciliter l'accès et en favorisant une intégration optimale des entités urbaines, le tout soutenu par une excellente interconnectivité. Cela augmenterait la performance de la ville à faire face aux crises et assurerait une meilleure résilience globale.

5.2.3 Analyse morphologique

Pinon and Dupré-Henri (1992) présente une approche de l'analyse morphologique qui se décline en deux niveaux d'examen « *les infrastructures, englobant la configuration des éléments urbains tels que le site, les rues et la subdivision parcellaire, et les superstructures, qui englobent les éléments d'occupation du sol, notamment les bâtiments et les espaces non construits. En étudiant ces deux niveaux, il devient possible de décrypter la morphologie de l'espace urbain et de comprendre ses implications sur la ville et ses résidents* ».

Cette distinction fondamentale entre les infrastructures et les superstructures dans la morphologie urbaine repose sur une logique solide. En effet, les infrastructures comme les rues et les parcelles ne sont pas simplement des éléments passifs qui se forment en réponse aux caractéristiques de la construction urbaine, telle que le bâtiment. Au contraire, les éléments architecturaux s'ajustent souvent aux infrastructures préexistantes. Bien que ces infrastructures soient souvent conçues en tenant compte des utilisations urbaines prévues, elles possèdent un certain degré d'autonomie, qu'il soit délibéré ou inconscient, inhérent au processus de développement de la ville. (Pinon, 1991)

En conséquence, lors de l'analyse morphologique, il est judicieux de séparer les infrastructures des superstructures afin de mieux appréhender leurs interactions et leurs

connexions. Pour étudier leur cohérence individuelle, cette méthode d'analyse morphologique permet de diviser les éléments urbains en unités distinctes, puis de réintégrer ces éléments pour étudier leurs relations spécifiques.

Il est crucial de mettre en avant l'importance de la reconnaissance internationale des travaux des experts en morphologie urbaine pour appréhender les fondements de cette discipline. En effet, on peut distinguer quatre principales écoles de pensée qui ont eu une influence déterminante sur l'évolution de la morphologie urbaine.

- A. **L'école italienne** : Les précurseurs de l'école italienne en morphologie urbaine étaient des architectes et des éducateurs italiens qui ont mené les premières recherches dans ce domaine. Leur démarche a débuté par l'analyse de la ville de Venise pour identifier les fondements de l'approche morphologique. Ils ont élaboré des méthodes de périodisation historique pour comprendre l'évolution des villes au fil du temps. Parmi ces figures pionnières, on peut citer Muratori, qui considérait le territoire comme une œuvre d'architecture sédimentée et percevait les éléments qui composent l'architecture comme une gradation d'échelle. La théorie italienne de la morphologie urbaine avait pour objectif de fournir des outils pour analyser de façon systématique la configuration et les potentialités des tissus urbains, tout en conservant la conception urbaine et architecturale comme une technique de composition. Avant que ses tenants ne se recentrent sur la pratique architecturale, cette approche a connu une large diffusion dans les années 1980.
- B. **L'école française** : Cette école a pris forme à la suite de la publication en 1977 de "Système de l'architecture urbaine : le quartier des Halles à Paris", dirigée par André Chastel. Les principaux théoriciens de cette école comprennent « *Castex, Celeste, Panerai, Fortier, Huet, Borie, Pinon, Micheloni, Rouleau, Zunz et Devillers* ». Les chercheurs français ont poursuivi les recherches en morphologie urbaine entreprises en Italie, mais ont également introduit des méthodes d'analyse cognitives. Ils ont également étudié la sémiotique de l'espace pour comprendre comment la configuration spatiale et la structure sociale sont liées.
- C. **L'école anglaise** : L'école anglaise de morphologie urbaine, principalement constituée de géographes, a grandement contribué au développement de techniques d'analyse de la forme urbaine. Cette tradition de recherche a été initiée par le géographe Schlüter qui

s'est intéressé à la morphologie des paysages culturels. Par la suite, Bill Hillier, Alan M. Wilson et Michael Batty, géographes de renom, ont travaillé au sein du groupe "Urban Morphology" de l'École de géographie de l'Université de Birmingham. S'appuyant sur la méthode de Conzen, ils ont identifié trois systèmes complexes qui interagissent pour produire la forme urbaine : le plan de la ville, le tissu bâti et l'usage des sols. Leur approche novatrice a permis d'établir des ponts entre l'analyse morphologique et l'étude des processus socio-économiques, la gestion des paysages historiques et la préservation du patrimoine bâti. Les travaux de cette école ont eu une influence considérable sur l'avancée des connaissances en matière de compréhension des dynamiques urbaines.

D. **L'école nord-américaine** : Des chercheurs comme « *Vernez-Moudon et Baird* » appartiennent à cette école de morphologie urbaine. En Amérique du Nord, la méthode typo-morphologique développée en France a été diffusée, avec des liens entre « *Castex et Vernez-Moudon* », ainsi qu'avec les recherches « *de Muratori via Caniggia* ». La faculté d'architecture de l'université Laval a été soutenue par l'université Laval, notamment avec l'équipe du « *Centre de Recherche en Aménagement et Développement et du Centre d'Étude interdisciplinaire sur les Lettres* », « *les Arts et les Traditions des francophones en Amérique du Nord* ». Ces chercheurs se concentrent sur l'analyse morphologique des villes et des quartiers tout en intégrant des analyses socio-économiques et environnementales dans leurs études.

5.3 La modélisation comme outil d'analyse de la morphologie urbaine :

On distingue deux grandes approches dans la recherche sur l'espace urbain : l'approche normative et l'approche cognitive. La première s'intéresse à la structure physique de l'espace public pour appréhender le paysage urbain. Cette approche, qui s'appuie sur les recherches de Camillo Sitte, 1996, considère que « *la configuration d'une ville résulte d'un système complexe de relations issu de diverses circonstances historiques, culturelles, politiques et architecturales* ». (Sitte, 1996)

D'autre part, L'approche cognitive, quant à elle, se concentre sur les mécanismes cognitifs et perceptifs liés aux interactions entre l'individu et son cadre bâti. Un lien entre le comportement humain et le cadre physique urbain a été mis en évidence par les recherches menées dans ce domaine. Cependant, la représentation de l'espace urbain et sa caractérisation sont l'un des défis majeurs rencontrés dans ce domaine. (Rémy, 2004)

Dans le domaine de la recherche sur l'espace urbain, deux questions fondamentales émergent concernant la description de cet espace. La première question se focalise sur la manière de décrire avec précision et de manière cohérente les bâtiments et les quartiers, afin de pouvoir maîtriser les variables spatiales dans le cadre de la recherche. La seconde question se concentre sur la description et l'explication du comportement des individus dans cet espace en se basant sur ces variables spatiales. (Mazouz, 2005)

Les chercheurs engagés dans l'étude de la morphologie urbaine attachent une importance significative à ces problématiques, qui nécessitent une résolution pour favoriser une synergie entre la recherche théorique et la recherche appliquée.

La modélisation revêt une importance cruciale dans l'analyse de la morphologie urbaine, offrant la possibilité de simuler de manière dynamique les relations complexes entre les divers éléments du système urbain. Elle se base sur des représentations précises des caractéristiques physiques de la ville. Les modèles urbains offrent de précieuse capacité pour explorer différents scénarios d'évolution des formes urbaines, évaluer par anticipation les répercussions de transformations urbaines sur l'environnement et les flux, simuler des scénarios contrastés d'aménagement. Ils sont ainsi des instruments essentiels pour mieux comprendre les dynamiques morphologiques à l'œuvre, anticiper les futurs possibles de la fabrique urbaine et éclairer les décisions d'aménagement. Couplés à des données fines et à des techniques de simulation avancées, les modèles urbains constituent des laboratoires virtuels permettant d'appréhender dans toute sa complexité la réalité mouvante de la ville.

Hassoumi, 2015 a précisé que « *Les modèles peuvent être basés sur différentes approches, telles que la modélisation basée sur les agents, la modélisation de systèmes complexes, la modélisation de la croissance urbaine, la modélisation géospatiale, la modélisation de réseaux urbains, la modélisation multi-agents, etc. Chaque approche a ses propres avantages et limites* ».

En effet l'utilisation de la modélisation s'étend à l'analyse de différents aspects de la morphologie urbaine, tels que la densité, la configuration, l'accessibilité, la connectivité, la diversité, la mixité, et d'autres encore. Ces modèles permettent également d'explorer les

interactions entre les différents éléments de la ville, tels que les édifices, les voies, les systèmes de transport, les espaces publics, etc.

En outre, La modélisation peut également servir à évaluer les conséquences des transformations urbaines sur des domaines tels que l'environnement, la qualité de vie, la mobilité, la sécurité et la santé. Elle permet de repérer les effets indésirables imprévus des mesures et des plans d'urbanisme.

En résumé, la modélisation constitue un outil essentiel pour appréhender la morphologie urbaine et évaluer les impacts des évolutions urbaines sur la cité et ses habitants. Les modèles urbains sont précieux car ils aident les décideurs, les urbanistes, les architectes et les chercheurs à prendre des décisions stratégiques pour l'avenir de la ville.

5.3.1 Les SIG comme outils

Dès la seconde moitié des années 1990, les SIG ont changé la façon de faire de l'orientation en milieu rural et urbain. Krier et al., 1996 ; Rodier, 2000 ; Robert, 2011 en citent que « *Les SIG sont des appareils informatiques destinés à stocker, analyser et manipuler des données géographiques. Ils permettent de visualiser des données spatiales sur une carte et d'effectuer des analyses spatiales* ».

L'avènement des SIG « *Systèmes d'Information Géographique* » a représenté un progrès considérable dans la planification et l'administration des espaces ruraux et urbains. En zone rurale, les SIG ont offert la capacité de cartographier et d'étudier la répartition spatiale des ressources naturelles telles que les forêts, les terres agricoles ou les zones humides. Ces systèmes se sont révélés particulièrement bénéfiques dans la gestion des dangers naturels comme les inondations et les glissements de terrain. Ils sont devenus des instruments indispensables pour la planification urbaine, l'administration des infrastructures et l'assistance à la prise de décisions stratégiques en milieu urbain. Ils ont permis de cartographier de façon détaillée tous les composants de la ville : bâtiments, réseaux viaires, transports, espaces publics, etc.

Les SIG ont également facilité la réalisation d'analyses spatiales visant à évaluer des aspects tels que l'accessibilité aux services urbains, les impacts des évolutions urbaines sur l'environnement, ainsi que la qualité de vie des habitants.

En globalité, l'adoption des Systèmes d'Information Géographique (SIG) a entraîné une amélioration de l'analyse spatiale et de la gestion des zones rurales et urbaines. Ces systèmes ont offert des moyens de stocker, traiter et manipuler des données géographiques, contribuant ainsi à renforcer la planification et la gestion des ressources naturelles ainsi que des infrastructures. Cependant, l'utilisation des SIG en morphologie urbaine présente certains défis. Notamment, la qualité des données peut poser problème, des lacunes ou imprécisions risquant d'entraîner des analyses erronées. La pérennité des données est aussi un enjeu, des informations obsolètes pouvant diminuer la fiabilité des résultats. La qualité et l'actualisation des données sont donc cruciales pour tirer pleinement profit des SIG en morphologie urbaine.

Un autre défi réside dans la complexité des modèles d'analyse. Les SIG offrent une grande quantité d'informations sur la morphologie urbaine, mais leur interprétation peut s'avérer difficile. De plus, l'utilisation de modèles complexes peut exiger des compétences techniques avancées, ce qui peut limiter l'accessibilité de ces outils aux professionnels et aux décideurs.

Enfin, les ressources disponibles peuvent également constituer une limite pour l'utilisation des SIG. L'analyse de la morphologie urbaine peut nécessiter des données volumineuses et des calculs complexes, ce qui peut prendre du temps et requérir des ressources informatiques substantielles. Les coûts associés à la collecte et à l'analyse de ces données peuvent également être élevés.

Malgré ces défis liés aux données, les Systèmes d'Information Géographique demeurent des outils précieux pour l'analyse de la morphologie urbaine. Leurs atouts sont nombreux : visualisation spatiale, traitement de grandes quantités de données, modélisation de scénarios, etc. Ces fonctionnalités offrent des apports indéniables aux professionnels et décideurs de l'urbanisme. Bien sûr, la qualité des données reste primordiale et nécessite vigilance et mises à jour régulières. Mais globalement, les SIG s'affirment comme des instruments clés de la compréhension des formes urbaines, en dépit des limites inhérentes. (Chorley, 1987)

Cependant la complexité des modèles d'analyse disponibles dans les SIG pose de sérieux défis. Bien que ces systèmes fournissent une multitude d'informations sur la morphologie urbaine, leur interprétation peut s'avérer ardue. En outre, l'utilisation de modèles complexes

peut exiger des compétences techniques avancées, ce qui peut limiter l'accès à ces outils pour de nombreux professionnels et décideurs.

Enfin, bien que les Systèmes d'Information Géographique (SIG) soient des outils précieux pour l'analyse de la morphologie urbaine, leur utilisation à cette fin comporte certains défis. Notamment, l'analyse morphologique via les SIG peut nécessiter d'importantes ressources en termes de données à traiter et de puissance de calcul pour les traitements complexes. Les coûts de collecte et d'analyse des données spatiales sont également à prendre en compte.

Cependant, malgré ces contraintes, les SIG conservent de nombreux avantages clés grâce à leurs fonctionnalités de visualisation et d'analyse spatiale approfondie. Ils fournissent aux professionnels de l'urbanisme et aux décideurs publics des informations capitales sur la structure et les dynamiques de transformation des tissus urbains. C'est pourquoi les SIG demeurent des instruments essentiels pour appréhender la complexité morphologique des villes, en dépit des défis techniques et financiers que peut représenter leur déploiement.

5.3.2 La Space Syntax comme outil :

La méthode de la « syntaxe spatiale » de Hillier et Hanson a été ajustée pour mettre en avant l'importance des liens et des corrélations entre la configuration spatiale et la mobilité, ainsi que pour souligner le rôle central des interactions entre le spatial et le social dans l'analyse urbaine (Hillier et al., 1987). Cette approche repose également sur l'utilisation d'outils de modélisation pour améliorer et approfondir notre compréhension des relations entre l'espace et la société.

En recourant à la méthode de la Space Syntax, il devient possible d'explorer la manière dont les espaces sont interconnectés les uns aux autres et comment ces connexions influencent la mobilité et les interactions au sein de l'environnement urbain. Cette approche s'avère précieuse pour examiner divers aspects de la ville, notamment les centres urbains, la criminalité, les flux de déplacement, les disparités spatiales et sociales, les risques urbains, ainsi que les problématiques environnementales. (Hillier, 1987)

Voici quelques-uns des précurseurs de l'approche Space Syntax :

- Bill Hillier : En tant que professeur de planification urbaine et de géographie à l'University College de Londres, Bill Hillier est généralement reconnu comme le

pionnier de la Space Syntax. Il a commencé à élaborer cette méthode dans les années 1970 en collaboration avec des architectes et des urbanistes.

- Julienne Hanson : Julienne Hanson, architecte et urbaniste britannique, a travaillé aux côtés de Bill Hillier à l'University College de Londres pour développer la Space Syntax. Elle a également rédigé de nombreux articles et livres sur ce sujet.
- Alan Penn : Alan Penn, architecte et urbaniste britannique, a collaboré avec Bill Hillier à l'University College de Londres pour développer la Space Syntax. Il est également le fondateur du laboratoire Space Syntax au sein de cette institution.
- Michael Batty : Michael Batty, géographe britannique, a également contribué à la Space Syntax à l'University College de Londres.
- Stephen Marshall : Stephen Marshall, urbaniste britannique, a travaillé sur la Space Syntax à l'University College de Londres. Il a également établi la société Space Syntax Limited, qui offre des conseils en urbanisme et en architecture basés sur l'approche de la Space Syntax.

La syntaxe spatiale est une méthode d'analyse de la morphologie urbaine qui fait usage d'outils mathématiques pour explorer la structure spatiale d'une ville. Elle a été développée dans les années 1960 par les architectes et urbanistes « *Bill Hillier et Julienne Hanson* ». (Hillier et al., 1987)

Ainsi la syntaxe spatiale est une méthode d'analyse de la morphologie urbaine qui repose sur la notion fondamentale que la forme d'une ville peut être appréhendée en fonction des relations spatiales entre ses éléments constitutifs. Ces relations spatiales sont formalisées sous forme de règles syntaxiques qui décrivent la manière dont les éléments urbains s'organisent les uns par rapport aux autres.

Pour parvenir à cette analyse, la syntaxe spatiale fait appel à des techniques mathématiques avancées telles que la théorie des graphes, la géométrie fractale et l'analyse en composantes principales. Ces méthodes permettent de quantifier et d'explorer en profondeur ces relations

spatiales. Ainsi, elle permet d'obtenir une vision holistique de la configuration urbaine en définissant les noyaux centraux, les zones périphériques, les quartiers résidentiels, les zones économiques, et en mettant en lumière les divers flux de déplacement qui établissent des liens entre ces différentes composantes. Cette approche offre ainsi une perspective intégrée de l'organisation spatiale de la ville.

La syntaxe spatiale est d'une grande utilité pour les urbanistes et les architectes, car elle les aide à concevoir des plans urbains mieux adaptés aux besoins des habitants tout en prenant en compte les relations spatiales existantes. Cette approche contribue à la création de milieux urbains durables et agréables, améliorant ainsi la qualité de vie des résidents et réduisant les impacts environnementaux. L'analyse numérique de l'espace à travers la syntaxe spatiale utilise divers outils de représentation pour quantifier les propriétés spatiales de manière systématique, adaptés à diverses applications et types d'analyses. (Fezzai, 2018)

Parmi ces outils de représentation, on peut citer : (Hillier, 1987)

- La carte axiale, qui sert à illustrer les axes les plus étendus et les moins fréquents dans l'environnement urbain, ainsi que les liens de connexion qui existent entre les divers espaces.
- La carte convexe, qui découpe l'espace en sections convexes afin de repérer les zones potentielles d'interaction sociale.
- L'isoviste est celui qui utilise un point de vue spécifique pour décrire les spécificités visuelles de l'environnement urbain ou architectural.
- Le graphe de visibilité, qui représente les relations de vue entre les différents points de l'espace.

Ces outils de représentation sont utilisés pour quantifier diverses caractéristiques de l'espace, comme la connectivité, l'accessibilité, la visibilité, etc. Ils sont employés pour analyser l'organisation spatiale et urbaine de la ville et ses impacts sur les comportements des résidents, ainsi que pour faciliter la planification urbaine et architecturale.

5.3.2.1 La configuration spatiale :

La notion de configuration spatiale englobe les interrelations entre les composants d'un système spatial et comment ces éléments s'organisent pour former un ensemble. Elle peut également être interprétée comme une relation qui prend en compte les autres interrelations

au sein du système spatial considéré, englobant ainsi toutes les relations au sein de ce système spatial. (Hillier and Vaughan, 2007)

Lorsqu'on examine la configuration spatiale d'un environnement urbain à travers l'approche de la Space Syntax, on parvient à appréhender comment les différentes parties de la ville s'organisent et interagissent les unes avec les autres. Cette analyse permet également de saisir comment ces relations spatiales influent sur la mobilité et les interactions sociales au sein de la ville.

5.3.2.2 Représentation de l'espace en syntaxe spatiale :

Les différentes représentations spatiales sont étroitement liées au comportement humain et offrent des perspectives significatives : (Hillier, 1987)

- A. **Espace et Mouvement - Carte Axiale** : Cette représentation unidimensionnelle focalise l'attention sur les éléments clés de l'environnement urbain en reliant les zones convexes par des lignes droites. Elle vise à maximiser la connectivité en identifiant les axes les plus longs et les moins nombreux, influençant ainsi la mobilité et les interactions sociales en ville.
- B. **Espace et Interaction Sociale - Carte Convexe** : Cette représentation bidimensionnelle découpe l'espace urbain en entités convexes minimales, facilitant l'analyse de la structure spatiale. Elle localise les zones d'interaction sociale en identifiant les espaces connectés, tout en examinant les déplacements et les interactions des individus, ce qui a des implications pour la conception urbaine et architecturale.
- C. **Espace et Vue - Isoviste** : L'isoviste est un concept clé de la Space Syntax permettant de décrire les caractéristiques visuelles d'un environnement depuis un point de vue spécifique. Il englobe tous les points visibles sans obstruction depuis cet emplacement, ce qui est essentiel pour étudier la perception visuelle de l'environnement urbain et ses conséquences pour la conception urbaine et architecturale.

5.3.2.3 Les mesures de la syntaxe spatiale :

Hillier, 2007 a cité que « *La syntaxe spatiale est une méthode d'analyse des configurations spatiales des villes et des bâtiments qui se concentre sur les relations entre les espaces plutôt que sur les espaces eux-mêmes* ». Dans ce sens les mesures on était classifié en :

A. Mesures du premier degré : Les mesures syntaxiques de la syntaxe spatiale peuvent être utilisées pour évaluer : (Hillier, 2007)

- La connectivité,
- L'intégration,
- La valeur de contrôle
- Le choix des espaces dans un système.

Les mesures de la syntaxe spatiale sont des outils flexibles pour analyser la configuration spatiale des villes et des bâtiments. Elles incluent des mesures locales et globales, adaptées à différentes échelles. Les mesures locales se basent sur le nombre d'espaces adjacents ou une distance métrique, tandis que les mesures globales, comme l'« intégration core », identifient les espaces les plus intégrants. La sélection de la valeur du rayon (qu'il soit topologique ou métrique) est conditionnée par les objectifs spécifiques et les caractéristiques de la configuration spatiale sous examen. En somme, ces mesures contribuent à approfondir notre compréhension de la conception et de l'utilisation des espaces urbains et architecturaux.

B. Mesures du deuxième degré : Les mesures de second ordre sont des indicateurs plus complexes qui évaluent les caractéristiques globales de l'organisation spatiale en mettant en relation plusieurs mesures de premier ordre (voir la Figure 5-2). Par exemple : (Hillier, 2007)

- ***L'intelligibilité*** : Elle reflète le croisement et l'intersection entre la connectivité et l'intégration. Une forte corrélation indique que la structure peut être comprise à partir de ses éléments constitutifs, ce qui signifie que les connexions locales bien établies sont également des connexions globales, rendant l'ensemble lisible depuis ses parties.
- ***La synergie*** : Cette mesure évalue la façon dont la structure interne d'une zone est en harmonie avec le système à plus grande échelle dans lequel elle est intégrée.
- ***L'interface*** : Elle évalue le croisement et l'intersection entre l'intégration et le choix, en se penchant sur les espaces publics au sein du tissu urbain qui agissent comme des points d'interaction entre différents types d'utilisateurs.

En approfondissant l'analyse, on peut associer des données sociales telles que le taux de criminalité, les flux de trafic, la satisfaction des résidents ou les performances économiques avec des indicateurs de syntaxe spatiale. Cette conjonction offre la possibilité de vérifier des hypothèses relatives aux aspects sociaux de la planification spatiale ou de développer des modèles prédictifs pour évaluer les implications sociales de la configuration spatiale..

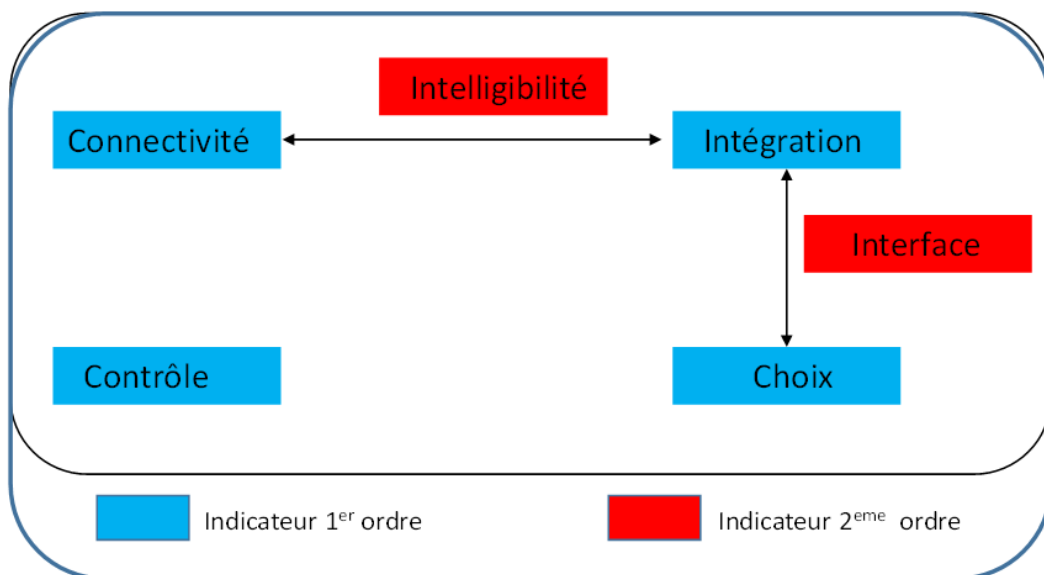


Figure 5- 2 Mesures premières et deuxième degré (Mazouz, 2005)

Une étude menée par Hillier et al. (1987) a révélé que, l'indicateur le plus fiable pour prédire les déplacements des individus dans la majorité des contextes urbains est l'intégration plutôt que le choix.

Cependant, cette tendance peut varier en fonction du degré de familiarité des individus avec la structure de la ville. En effet, les résidents qui ont une connaissance approfondie de leur environnement peuvent trouver que le choix est un prédicteur plus efficace, tandis que les visiteurs ont tendance à se fier davantage à la lisibilité de l'environnement pour se déplacer. Ainsi, la relation entre l'intégration et le choix peut refléter la distinction entre les déplacements des visiteurs moins familiers avec la région et ceux des résidents bien informés.

5.3.3 La carte axiale comme outil de diagnostic de la performance urbaine :

La carte axiale, un outil de la syntaxe spatiale, révèle les axes de circulation essentiels pour analyser la structure urbaine d'une ville. Elle sert également à diagnostiquer les problèmes

urbains. Par exemple, une zone sous-développée ou mal desservie se manifestera par une faible intégration dans la carte axiale. De même, des taux de criminalité élevés ou une activité économique limitée se traduiront par une faible connectivité dans cette carte.

Cette carte est un atout pour les urbanistes et les planificateurs, car elle leur permet de repérer les secteurs nécessitant des améliorations en termes de connexion et d'harmonisation. Elle facilite également la prise de décisions éclairées par les décideurs en ce qui concerne les investissements urbains.

La carte axiale utilise plusieurs indicateurs tels que la connectivité, l'intégration et l'intelligibilité pour analyser la structure urbaine. La connectivité mesure le nombre d'espaces voisins directement reliés à un espace donné. En revanche, l'intégration est une mesure globale qui indique la proximité d'un espace donné avec tous les autres espaces de la ville. (Hillier and Hanson, 1987)

L'intelligibilité, basée sur la relation et le croisement entre la connectivité et l'intégration, évalue la facilité avec laquelle les utilisateurs peuvent comprendre et interpréter un réseau. Une "haute intelligibilité" est marquée par une forte corrélation, rendant ainsi l'ensemble facilement compréhensible à partir de ses parties. Cette mesure a une influence significative sur l'évaluation de la performance urbaine face aux crises et aux perturbations, en particulier en ce qui concerne les risques industriels. En prenant en compte divers facteurs urbains qui facilitent la navigation et l'accessibilité dans l'espace, ces indicateurs jouent un rôle essentiel dans l'évaluation de la réactivité de la ville.

Il est intéressant de constater que plusieurs recherches récentes en Algérie ont utilisé la carte axiale comme outil de diagnostic des dysfonctionnements urbains. Parmi ces recherches, on peut citer l'étude de Laouar and Mazouz (2017) sur l'accessibilité spatiale dans la ville d'Annaba, l'étude de Femmam et al. (2018) sur la ségrégation socio-spatiale dans certains quartiers de la ville de Biskra, et l'étude de FEZZAI (2018) sur l'utilisation de la configuration urbaine comme outil d'orientation des comportements dans la vieille ville de Constantine.

Dans ces études, la carte axiale a été utilisée comme un outil d'analyse et de diagnostic de la morphologie urbaine dans différentes villes ou zones urbaines. Elle se base sur diverses

mesures telles que la connectivité, l'intégration et l'intelligibilité des espaces urbains. L'objectif est d'identifier la performance urbaine et de repérer les zones vulnérables.

En utilisant la carte axiale, ces études ont pu analyser la configuration urbaine et les interactions entre les différents espaces urbains. Cette approche peut contribuer à l'amélioration de la planification urbaine et à une meilleure gestion des crises urbaines.

En prend comme exemple l'étude menée par ALI KHODJA (2022) a examiné la configuration spatiale et les usages d'un quartier informel à Sétif, en Algérie, en utilisant la méthode de la carte axiale pour évaluer la connectivité et l'intégration. Les résultats ont montré une forte connectivité axiale mais une intégration relativement faible, indiquant que les espaces du quartier étaient relativement isolés les uns des autres. Les espaces publics étaient largement utilisés pour les interactions sociales, tandis que les espaces privés étaient peu fréquentés. En fin de compte, l'étude a souligné l'impact significatif de la configuration spatiale sur les usages des espaces dans ce quartier informel.

Il existe également de nombreux travaux internationaux pionnier et développeur de la syntaxe spatial et son utilisation comme outil de diagnostic la morphologie urbaine. Et on cite :

- "The axial map: A representation of the urban system" (Hillier and Hanson, 1984) - Cette recherche a introduit la carte axiale en tant qu'outil pour l'analyse de la structure spatiale des villes.
- "The social logic of space" (Hillier and Hanson, 1984) - Cette recherche a approfondi l'utilisation de la carte axiale pour comprendre les relations sociales dans les environnements construits.
- "Using axial maps to measure urban spatial structure" de Bill Hillier et al. (1987) : cet article présente l'utilisation de la carte axiale pour mesurer la structure spatiale des villes et évaluer les impacts de différents scénarios de développement urbain sur la connectivité et l'intégration.

- "The axial map: a geometric approach to urban form" de Bill Hillier et Julienne Hanson (1984) : cet article pose les bases théoriques de la carte axiale en présentant une approche géométrique de la forme urbaine et en définissant les concepts de connectivité et d'intégration.
- "Introducing Space Syntax" de Bill Hillier et al. (2002) : cet ouvrage présente la méthode Space Syntax, qui utilise la carte axiale comme outil principal d'analyse spatiale, et propose des applications dans différents domaines comme l'urbanisme, l'architecture ou la sociologie.

Voici une compilation de recherches qui ont utilisé la carte axiale comme outil d'analyse spatiale de la morphologie urbaine et ça performance face à des perturbation ou crise. Chaque recherche sera brièvement expliquée :

- "Urban morphology and the postmodern critique" (Corner, 1999) - Cette recherche a exploré comment la carte axiale pouvait être utilisée pour analyser les tendances postmodernes dans l'architecture et l'urbanisme.
- "Urban public transport accessibility and spatial equity: A space syntax approach" (Paulsen and Kovács, 2019) - Cette recherche a utilisé la carte axiale pour évaluer l'accessibilité et l'équité spatiales dans les systèmes de transport public urbain.
- "A comprehensive analysis of the spatiotemporal characteristics of urban functional areas using the space syntax method" (Liu and Guo, 2020) - Cette recherche a utilisé la carte axiale pour étudier les caractéristiques spatio-temporelles des zones fonctionnelles urbaines.
- "Evaluating the spatial accessibility of urban public open spaces using space syntax: A case study in Nanjing, China" (Jia et al., 2021) - Cette recherche a utilisé la carte axiale pour évaluer l'accessibilité spatiale des espaces publics ouverts dans la ville de Nanjing en Chine.

- "Urban vulnerability to climate change : A space syntax approach in Athens, Greece" (Mavridou et al., 2021) - Cette recherche a utilisé la carte axiale pour évaluer la vulnérabilité des zones urbaines au changement climatique dans la ville d'Athènes en Grèce.

Toutes ces recherches illustrent les différentes applications de la carte axiale comme outils dans l'analyse de divers aspects de configuration spatiale urbaine et de la morphologie urbaine, tels que l'accessibilité, la structure spatiale, la qualité de l'air, les réseaux sociaux et la conception des espaces publics.

CONCLUSION :

En conclusion, Il est impératif de noter que le concept de risque zéro demeure hors de portée, même avec les avancées technologiques et les mesures préventives. Les activités industrielles comportent toujours un certain degré de risque inhérent, et des menaces externes dévastatrices peuvent dépasser les mesures de sécurité mises en place, engendrant une série d'événements en cascade, également appelés effets domino.

La morphologie urbaine, comprenant différentes formes, structures et caractéristiques urbaines telles que la densité, le réseau routier, la hauteur des bâtiments et la présence d'espaces verts, exerce une influence sur la vulnérabilité d'une ville face aux catastrophes industrielles. Les vulnérabilités présentes dans l'aménagement urbain, les normes de planification et les règles de construction peuvent aggraver les dommages en cas de crise.

En effet la gestion efficace de l'espace urbain et de ses habitants est fortement influencée par la configuration urbaine et la morphologie des villes, lesquelles ont un impact sur la performance de la morphologie urbaine et la résilience de la ville. L'analyse de la réactivité de l'espace urbain face au risque industriel est essentielle pour identifier les défaillances urbaines et mettre en lumière les indicateurs qui affectent la performance et la résilience urbaines.

En récapitulant, la morphologie urbaine, définie par ses formes et structures, joue un rôle crucial dans la gestion des perturbations et des crises. Chaque configuration présente des avantages et des inconvénients, dictés par ses caractéristiques physiques. Au-delà des éléments comme la densité de population, l'accessibilité et la connectivité, la résilience urbaine doit impérativement prendre en compte la morphologie urbaine. Une gestion des crises efficace et une planification urbaine adaptée à la structure de la ville peuvent ainsi contribuer de manière significative à atténuer les risques et à améliorer la réaction en cas d'urgence.

Dans ce sens, il convient de mettre en avant l'emploi de la syntaxe spatiale en tant qu'instrument d'analyse et de diagnostic de la morphologie urbaine. La carte axiale, un outil efficace de la syntaxe spatiale, facilite l'examen de la morphologie urbaine en mettant en lumière les principaux axes de circulation. Elle évalue la structure urbaine en se basant sur des indicateurs tels que la connectivité, l'intégration et l'intelligibilité.

Cette analyse peut révéler des problèmes urbains, comme des zones ségréguées ou mal desservies. En utilisant la carte axiale comme outil de diagnostic, les chercheurs peuvent identifier les zones les plus vulnérables qui nécessitent des améliorations ou des interventions urbaines. En résumé, la carte axiale est essentielle pour comprendre, analyser et améliorer la morphologie urbaine, contribuant ainsi à une planification urbaine plus efficace et à une meilleure gestion des crises. Elle favorise également une meilleure préparation aux perturbations, notamment en cas de risque industriel.

CHAPITRES VI : INTRODUCTION A LA VILLE DE SKIKDA

INTRODUCTION :

Au cœur de toute analyse urbaine significative réside un cas d'étude soigneusement sélectionné, agissant comme une lentille à travers laquelle nous pouvons explorer les intrications des défis et des opportunités urbaines. Le présent chapitre jette les bases de notre étude en se concentrant sur un cas d'une importance cruciale : la ville de Skikda. Située dans une région côtière de la Méditerranée.

À travers cette étude de cas approfondie, nous nous engageons à explorer les multiples facettes de la ville de Skikda. Nous plongerons dans ses caractéristiques physiques, son environnement naturel, ainsi que dans la présence d'une concentration d'activités industrielles et ses enjeux environnementaux. Par cette description analytique, nous espérons examiner les défis et les contraintes qui ont façonné l'image urbaine actuelle et qui guident la planification urbaine. Par cette exploration, nous souhaitons également mettre en lumière la manière dont les éléments naturels ont joué un rôle significatif dans son développement et continuent d'exercer leur influence sur sa trajectoire future.

6.1 Situation de la ville :

La wilaya de Skikda, située dans le nord-est de l'Algérie, est délimitée par plusieurs éléments géographiques importants. Au nord, elle est bordée par la mer Méditerranée, offrant ainsi une façade maritime avec un accès direct à la mer et des possibilités économiques liées à la navigation et au commerce maritime.

À l'Est, la wilaya de Skikda partage une frontière avec la wilaya d'Annaba, une région qui possède également un littoral méditerranéen riche en ressources et en opportunités économiques. Au sud, les wilayas de Constantine, Mila et Guelma entourent Skikda (voir la Figure 6-1), créant une connexion avec des régions importantes du pays. Enfin, vers l'ouest, la wilaya de Jijel sert de frontière avec Skikda, offrant des opportunités de croissance régionale et des connexions avec d'autres centres économiques et culturels.



Figure 6- 1 Localisation de la wilaya de Skikda (ANIREF, 2022)

Skikda est une ville attrayante avec son cadre côtier magnifique, ses plages pittoresques et ses paysages touristiques spectaculaires sur la mer Méditerranée. Elle possède également un riche patrimoine historique et archéologique, Ses nombreux atouts touristiques et son potentiel économique attirent de nombreux visiteurs et investisseurs dans cette région.

Grâce à son emplacement stratégique, situé entre deux pôles économiques importants en Algérie, à savoir Annaba et Constantine, Skikda joue un rôle essentiel dans les échanges économiques et commerciaux. Elle sert de porte d'entrée vers l'intérieur des hauts plateaux orientaux, tout comme Sétif (El Eulma, Guelma...) et d'autres régions du nord-est du pays. Cette configuration géographique confère à la wilaya de Skikda un positionnement stratégique au carrefour de différentes régions, lui permettant de jouer un rôle essentiel dans les échanges économiques, sociaux et culturels du nord-est de l'Algérie.

La ville de Skikda jouit d'une position géographique privilégiée sur la côte est algérienne de la Méditerranée. Au nord-est du pays, elle est située au sud du golfe de Stora. Avec ses coordonnées de 36° nord et 6° est, Skikda bénéficie d'un emplacement avantageux. Elle se trouve à 484 km à l'est d'Alger, à 87 km de Constantine et à 103 km d'Annaba. Cette situation stratégique sur la carte de l'Algérie, face à la Méditerranée, est très favorable pour Skikda. (Cote, 2006)

Skikda est délimitée par :

- La mer Méditerranée au nord
- La zone industrielle pétrochimique et La commune de Filfila à l'est
- Les villes de Hamadi Krouma et El Haddaïk au sud
- La commune d'Ain El Zouit à l'ouest.



Figure 6- 2 Environnement de la ville de Skikda (Google Maps, 2023)

Ainsi, la ville de Skikda est une destination prisée avec son cadre côtier magnifique, ses opportunités économiques et touristiques, et son rôle stratégique dans les échanges économiques et commerciaux dans la région nord-est de l'Algérie.

6.2 La topographie :

Les reliefs, en tant que caractéristiques géographiques du terrain, exercent une influence significative sur le développement urbain des villes. La topographie d'une région peut présenter des défis ou des opportunités pour l'expansion urbaine et la planification des infrastructures. Généralement, la topographie du site est l'un des facteurs qui déterminent le sens de la poussée urbaine et la direction de l'expansion urbaine en cherchant la disponibilité des terrains facilement urbanisables.

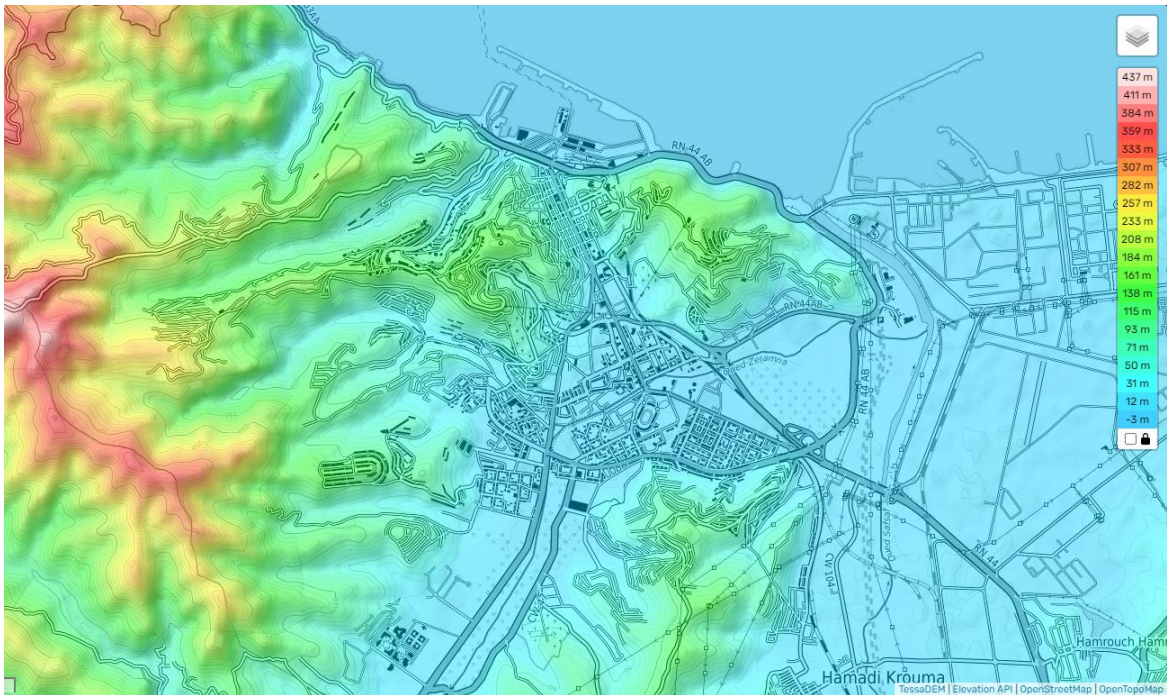


Figure 6- 3 Carte topographique de la ville de Skikda (Topographic-map, 2022)

On constate que la ville de Skikda est située dans une région aux reliefs difficiles, entre deux plateaux ou hauteurs. Le premier est le plateau de Bouabaz à l'est, à une altitude de 165 mètres, qui se positionne comme un facteur qui a entravé la croissance de la ville sur sa partie est. Le second est le plateau de Bouyala, à une altitude de 164 mètres. En raison de ces obstacles et de la difficulté d'urbanisation des côtés est et ouest, ainsi que du manque d'espace, l'expansion de la ville s'est dirigée vers le sud et le sud-est. Cela s'est fait au détriment de vastes étendues de terres agricoles de haute qualité (voir la Figure 6-3). (Bousmaha and Boulkaibet, 2019)

Ainsi, La topographie de la région a donc façonné l'urbanisation de Skikda, Cette situation a donné lieu à l'image finale de la ville, où la topographie est l'un des facteurs modulateurs non seulement de la forme urbaine actuelle de la ville de Skikda, mais a également favorisé l'apparition de zones d'habitat informel, exploitées par les nouveaux arrivants, dans les zones en pente telles que les plateaux de Bouabaz et de Bouyala, qui ont été classées comme zones marginales.

Le facteur des pentes est l'une des principales forces naturelles qui influencent et déterminent le mode d'urbanisation, la faisabilité des constructions et des aménagements urbains. En effet, plus l'inclinaison du terrain est importante, moins il est possible d'urbaniser facilement, et plus les coûts de construction augmentent, ce qui rend ces zones ségréguées, marginalisées et négligées. Ainsi, elles sont susceptibles d'être exploitées pour la construction d'habitats informels, en particulier les bidonvilles.

Le territoire sur lequel la ville a été construite présente une topographie avec des pentes variées réparties comme suit : (Hadeef, 2008)

- Pentes de 0 à 5 %, qui représentent une petite partie de la superficie de la ville, exposées aux inondations et qui ne connaissent pas une densité de population élevée.
- Pentes de 5 à 10 %, qui couvrent la plupart de la superficie du centre-ville (ancien centre colonial) (voir la Figure 6-4).
- Les pentes, dépassant les 10 %, s'étendent sur des zones considérables de la ville, particulièrement sur les versants escarpés et le plateau de Bouabaz à l'est. La majorité des constructions, y compris celles des hauteurs de Bani Malek et de Bouyala à l'ouest, sont situées dans ces zones en pente. Ces secteurs abritent principalement des habitations informelles fragiles.

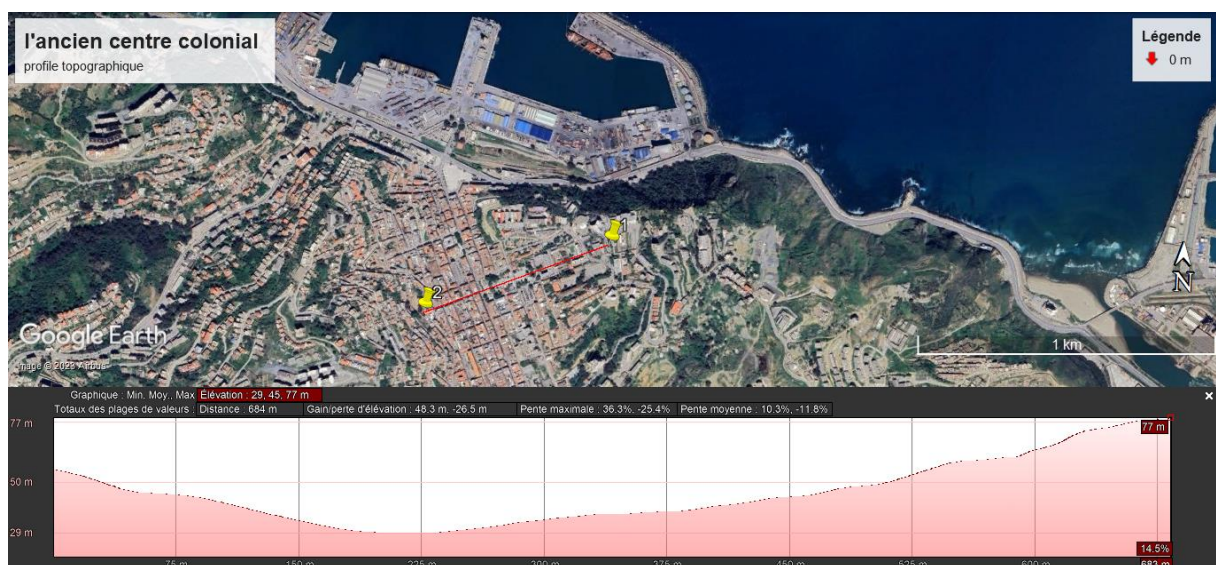


Figure 6- 4 La dénivelé "Ancien centre colonial" (Google earth, 2023 ; l'Auteur, 2023)

Le déclin est l'un des éléments naturels les plus importants qui dirigent, influencent parfois et peuvent entraver l'expansion urbaine des villes. Nous pouvons observer son impact considérable sur la structure urbaine en général de la ville de Skikda, qui se distingue par la complexité de ses terrains, ce qui indique la sévérité du déclin, et que la plupart de ses espaces ont des pentes importantes.

6.3 L'activité sismique :

Du fait de sa situation géographique (voir Figure 6-5), la ville de Skikda est très vulnérable aux séismes. Il est crucial de mener une analyse approfondie de l'aléa sismique pour prévenir les catastrophes et gérer efficacement les effets d'un éventuel tremblement de terre. Dans une optique de développement durable, cette étude doit permettre de classifier la région selon l'intensité et la fréquence des risques sismiques auxquels elle est soumise. Ces mesures permettront de prendre les précautions adéquates face aux niveaux de risque élevés que pourrait connaître la zone.



Figure 6- 5 Carte de zonage sismique du nord d'Algérie (Guizani et al., 2015)

Il est également primordial de prévenir toute construction anarchique, en particulier dans les zones classifiées à risque sismique élevé. Pour ce faire, des solutions techniques ou des démolitions pourraient être mises en place, et il est impératif d'intervenir rapidement dans les zones urbanisées de manière informelle afin de résoudre définitivement cette problématique

En conséquence, on peut dire que les zones sur lesquels est située la ville de Skikda se caractérisent comme suit :

- Des terres ayant une susceptibilité élevée aux glissements de terrain, en particulier dans sa partie Est et centrale.
- Des terres ayant une susceptibilité élevée aux inondations, notamment dans sa partie Ouest, y compris la ville de Skikda.
- La zone industrielle pétrochimique qui est situé dans la partie Est de la ville de Skikda (le scénario du tsunami du Japon et ça central nucléaire)

6.4 Le climat :

Dans le domaine de l'urbanisme et de la planification urbaine, l'étude approfondie du climat joue un rôle pivot. Elle influence plusieurs aspects, tels que le choix des sites à urbaniser, la conception du réseau routier, la détermination de la hauteur des bâtiments, ainsi que la distribution stratégique des parcs publics et des espaces verts. De manière tout aussi significative, la quantité et l'orientation de l'ensoleillement deviennent des facteurs déterminants lors de la sélection des emplacements, que ce soit pour répondre aux besoins des résidents ou pour concevoir des habitats adaptés, que ce soit dans des zones densément peuplées ou propices à l'implantation d'industries.

En effet, le choix approprié des sites pour construire des villes ou des centres urbains tient compte des conditions climatiques afin d'éviter leur implantation dans des zones inadaptées. Le climat est un facteur déterminant pour le développement de l'activité touristique dans les villes situées en bord de mer. Un été prolongé favorise l'afflux touristique, générant des revenus importants pour le développement local et créant de nombreux emplois, tant directs qu'indirects. (Boumaïz-Ben-Saad, 2019)

Skikda bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons bien distinctes : une saison chaude et sèche et une saison plus tempérée et pluvieuse. La ville est située directement en bord de mer, ce qui constitue une spécificité locale (voir la Figure 6-6).

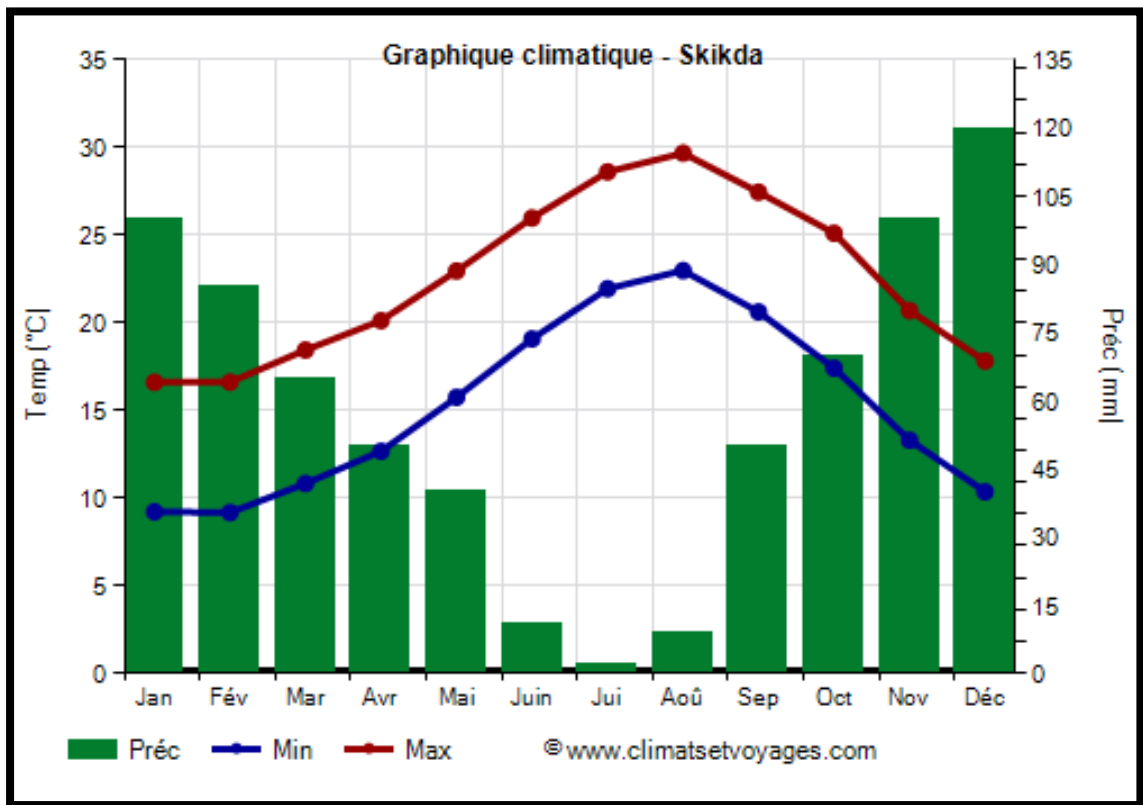


Figure 6- 6 Graphique climatique de la ville de Skikda (Climatsetvoyages, 2023)

Bien que les hivers soient généralement doux à Skikda, du fait de son climat méditerranéen, des vents catabatiques en provenance du nord peuvent occasionnellement engendrer des épisodes de froid. Des chutes de neige sporadiques surviennent ainsi certains hivers, comme celles observées en janvier 2005 et février 2012, mais elles restent peu fréquentes. Les reliefs rétro-littoraux situés au sud de la ville reçoivent cependant davantage de précipitations neigeuses lors de ces épisodes.

Tableau 6- 1 La ville de Skikda - Températures moyennes (1991-2020) (Climatsetvoyages, 2023)

| Mois | Min (°C) | Max (°C) | Moyenne (°C) |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Janvier | 9.3 | 16.7 | 12.8 |
| Février | 9.3 | 16.3 | 12.8 |
| Mars | 10.9 | 18.6 | 14.7 |
| Avril | 12.7 | 20.5 | 16.5 |
| Mai | 15.8 | 22.7 | 19.4 |
| Juin | 19.8 | 28.7 | 25.4 |
| Juillet | 21.8 | 28.7 | 25.4 |
| Aout | 23.2 | 29.8 | 26.5 |
| Septembre | 20.7 | 27.5 | 24.2 |
| Octobre | 17.5 | 25.2 | 21.3 |
| Novembre | 13.4 | 20.8 | 17.2 |
| Décembre | 10.4 | 17.9 | 14.2 |
| An | 15.4 | 22.6 | 18.9 |

Skikda connaît des variations climatiques tout au long de l'année, marquées par l'arrivée d'advections d'air saharien et entraînant des pics de température. Le mois le plus frais, février, enregistre une moyenne minimale de 12,8°C, tandis que le mois le plus chaud, août, affiche une moyenne maximale de 26,5°C. Ainsi, le climat méditerranéen de la ville se caractérise par des hivers doux et des étés chauds, créant une dynamique thermique distincte. (voir le Tableau 6-1).

6.4.1 Les précipitations :

Étudier la quantité de précipitations dans la ville est très important pour la planification, parce que cela nous permet d'identifier les régions les plus exposé par les inondations, où la construction ou l'utilisation de matériaux de construction spécifiques sont interdites afin de prévenir les pertes matérielles et humaines

Tableau 6- 2 La moyenne des précipitations (Climatsetvoyages, 2023)

| Mois | Quantité (mm) | Jour |
|------------------|----------------------|-------------|
| Janvier | 100 | 11 |
| Février | 85 | 7 |
| Mars | 65 | 7 |
| Avril | 50 | 10 |
| Mai | 40 | 5 |
| Juin | 11 | 2 |
| Juillet | 2 | 0 |
| Aout | 9 | 1 |
| Septembre | 50 | 6 |
| Octobre | 70 | 6 |
| Novembre | 100 | 11 |
| Décembre | 120 | 10 |
| An | 700 | 76 |

La pluviométrie moyenne annuelle de la ville de Skikda, située en zone climatique méditerranéenne, est de l'ordre de 700 mm, qualifiée de modérée dans ce contexte bioclimatique. Le régime pluviométrique se caractérise par un minimum estival marqué en juillet avec des cumuls avoisinant 2 mm et un maximum hivernal en décembre où les précipitations mensuelles peuvent dépasser 120 mm (voir le Tableau 6-2).

La station météorologique locale enregistre une moyenne annuelle de 76 jours de pluie, essentiellement concentrés sur la période s'étalant de novembre à février, saison durant laquelle des épisodes pluvieux intenses de type cévenol sont susceptibles de se produire.

L'implantation de Skikda dans une cuvette topographique de type « talweg », circonscrite par les reliefs d'Oued El Safsaf et Oued El Zeramna, engendre une concentration des écoulements pluviaux et un risque élevé d'inondation lié à la géomorphologie de la zone d'étude. (Boumaïz-Ben-Saad, 2019)

En raison de sa situation géographique surplombant la mer, et comme précédemment mentionné, la ville de Skikda se trouve à l'embouchure de plusieurs cours d'eau, tels que

l'Oued ElSaffsaf et l'Oued d'ElZeramena. En raison de sa vaste superficie, la ville de Skikda englobe ces vallées, notamment l'Oued d'El Saffsaf, qui est le principal cours d'eau alimentant l'ensemble de la wilaya et la ville elle-même (El Harrouch, Salah Bouchaour, Ramadhan Jamal, etc.), avec un bassin versant d'environ 1190 km², couvrant de nombreux quartiers jusqu'à son embouchure dans la mer (voir la Figure 6-7).

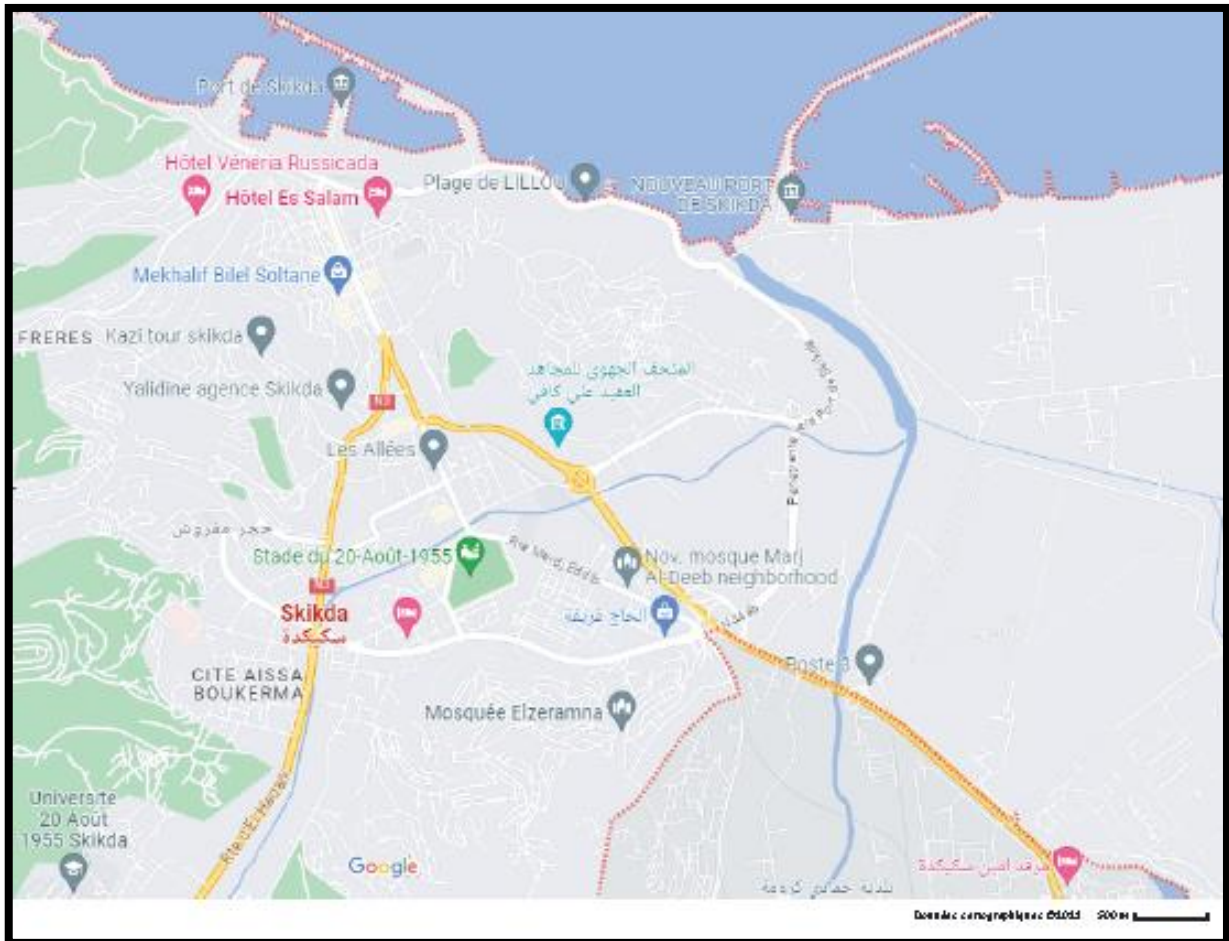


Figure 6- 7 la ville de Skikda / réseaux hydrologique (Google Maps, 2023)

Du fait de la traversée de la ville de Skikda par l'Oued d'El Zramena et l'Oued d'El Saffsaf, l'ensemble des infrastructures de base (administratives, de services et commerciales) sont concentrées au centre-ville et sur les rives de ces vallées, ce qui crée non seulement une menace d'inondations, mais aussi des obstacles physiques et des contraintes à la facilité d'accès à la ville



Figure 6- 8 La ville de Skikda - Les inondation du 29/12/1984 - (Khacha, 1984)

En 1984, la ville de Skikda a subi un épisode d'inondation majeur qui a affecté de nombreux quartiers résidentiels tels que Salah Boulakroua, Les Allées jusqu'au quartier du 20 Août 1955, Les Frères Saker et Merdj El Dib. Les zones urbaines situées en bordure des cours d'eau qui traversent la ville, comme l'oued El Zeramna, ont été particulièrement impactées par des hauteurs d'eau dépassant localement les 2 mètres. La survenue de cet incident a souligné la fragilité de Skikda face au danger d'inondation, en raison de la topographie de la région et de la présence de zones urbaines vulnérables situées le long des rives de l'oued, exposées aux risques d'inondations. (voir la Figure 6-8). (Boulghobra, 2006)

Ces inondations ont également entraîné l'inondation d'une partie considérable de la zone industrielle abritant le complexe pétrochimique de raffinage du pétrole et du gaz. De plus, elles ont provoqué la coupure de nombreuses routes nationales et provinciales reliant la ville de Skikda aux zones environnantes.



Figure 6- 9 Les Allé -Skikda- le 28-12-1984 (Khacha, 1984)

6.4.2 Les vents :

Les effets du vent sur l'environnement sont forts. Les vents modérés ont tendance à adoucir l'atmosphère, tandis que des vents forts ont généralement un impact négatif. De plus, les zones exposées aux vents sont sujettes à la pollution atmosphérique, en particulier à cause des usines et des carrières ou autre activité industriel situées dans les régions opposées aux vents. Ceci renforce l'importance de leur étude sur l'urbanisation des villes.

Pendant la période humide, les vents humides sont souvent porteurs de pluie. La source de cette humidité est généralement les masses d'air humides qui proviennent du nord (passant par la mer Méditerranée ou en provenance de cette dernière). Des influences similaires proviennent également de l'océan Atlantique, mais elles traversent aussi les montagnes de l'Atlas, affectant notamment les régions côtières pendant l'automne et l'hiver.

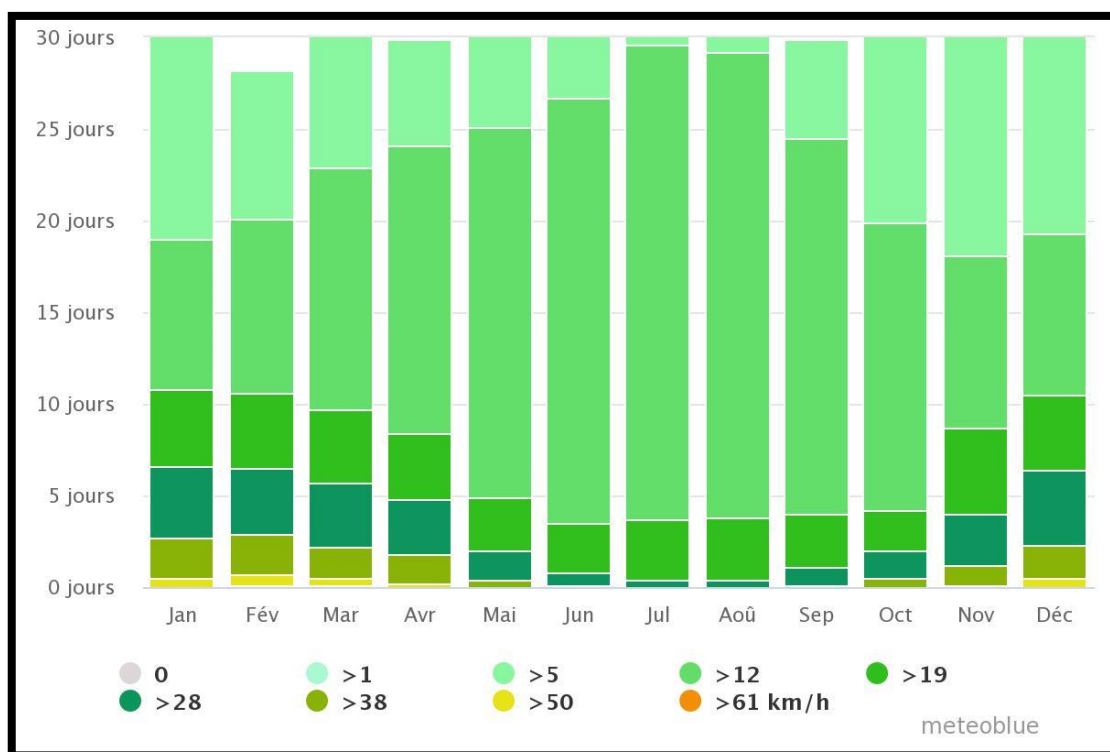


Figure 6- 10 Vitesse du vent (Meteoblue, 2023)

Cependant certains vents du sud, d'origine saharienne, influencent le climat de Skikda avec des advections d'air chaud et sec. Ces flux méridionaux peuvent occasionner une hausse marquée des températures, ayant un impact négatif sur les conditions de vie et la fertilité des sols (voir la Figure 6-10).

Ces vents du sud, chargés en poussières désertiques comme le sirocco, affectent épisodiquement la région de Skikda, principalement durant les saisons printanière et estivale. Ils ont des répercussions importantes sur la faune, la flore et les populations locales, en particulier lorsqu'ils transportent des aérosols sahariens. L'influence de ces vents méridionaux sur le climat méditerranéen de Skikda s'exerce donc par des advections d'air chaud et sec en provenance du Sahara.

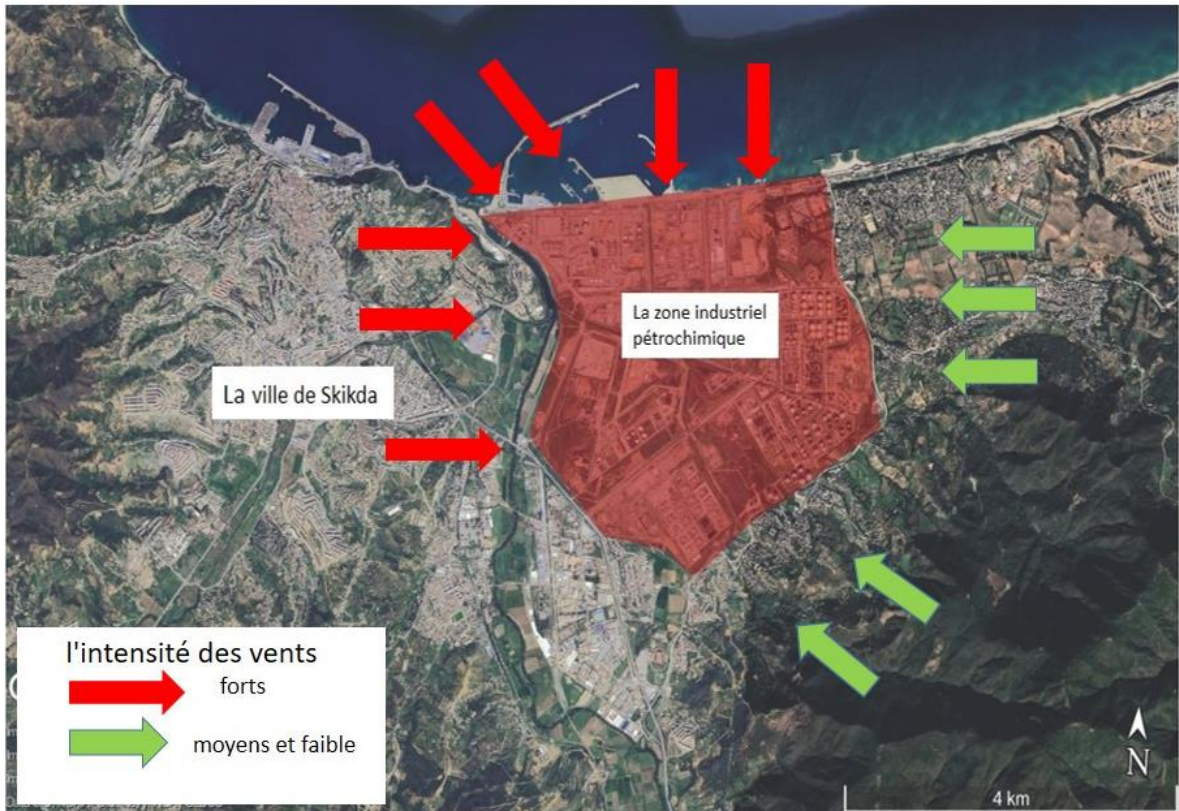


Figure 6- 11 Vents, ville et zone industriel (Google Maps, 2023 ; l'Auteur, 2023)

Il est essentiel de souligner que les zones de la ville de Skikda situées dans ces directions (sud, ouest, nord et nord-ouest) pourraient être particulièrement vulnérables aux vents forts en raison de leur exposition à des vents intenses. La complexification de la situation découlerait également de la proximité des importantes activités industrielles avec la ville. Par conséquent, ces zones urbaines pourraient être davantage impactées en raison de la force et de l'intensité accrues des vents, amplifiant ainsi les risques et les dommages potentiels liés à cette conjonction de facteurs. (voir la Figure 6-11).

6.5 La zone industrielle pétrochimique de la ville de Skikda :

La zone industrielle pétrochimique établie en 1968 se positionne en tant que pôle industriel prééminent du pays. S'étalant sur une étendue de 1 274 hectares, elle s'étire sur une distance de 4,44 kilomètres en bord de littoral. Cette zone se compose de diverses unités de transformation ainsi que d'un port pétrochimique.

Tableau 6- 3 La raffinerie de la zone pétrochimique de Skikda (Chettouh, 2016)

| Unité | Description |
|---|--|
| Distillation Atmosphérique | -Topping 10 et 11 : Fractionnent le brut en diverses coupes stabilisées. |
| Traitement de Gaz Plant | -Unités 30,31 et 104 : Séparent le Butane et le Propane commercial du GPL |
| Hydrotraitement et Reforming | -Unités 1 : Reforming catalytique ‘ : Transforme le Naphta moyen (Naphta B) du Topping en un produit (reformat) |
| Extraction du Benzène et Toluène | Unité 200 : Sépare le Benzène et Toluène des autre hydrocarbures à haute pureté. |
| Cristallisation du Paraxylène | -Unité 400 : Sépare le paraxylène des autres Xylènes par cristallisation. |
| Production de Bitume | -Unité 70 : Divisée en deux sections : -Section Bitume routier : Produit du Bitume routier et du fuel-oil par distillations sous vide d’un brut réduit importé. -Section Bitume oxydé : Produit du Bitume oxydé utilisé pour revêtements, étanchéité, etc. Après conditionnement. |
| Stockage, Mélanges, Expédition | -Unité 600 : Possède des bacs et réservoirs de stockage d’environ 2 600 000 m3. Equipée pour le mélange, le mouvement et l’exportation des produits finis. Expédition par canalisation vers les ports de Skikda et le centre de distribution du Khroub. |
| Annexes | -Central thermos-électrique. -Unité fuel gaz et gaz naturel (1070). -Unité de déminéralisation d’eau dessalée. -Unité de traitement des effluents. |

Cette raffinerie a pour principale mission de procéder à la transformation du pétrole brut acheminé depuis Hassi Messaoud. Sa capacité de traitement se chiffre à 15 millions de tonnes de pétrole par an, ainsi qu'à 279 000 tonnes par an de Brut Réduit Importé (BRI) (voir le Tableau 6-3).

L'installation de raffinage à Skikda est spécifiquement conçue pour accomplir les tâches suivantes : (Chettouh, 2016)

- Raffinage du pétrole brut issu de Hassi Messaoud.
- Traitement du Naphta en vue de la production d'Essences variées
- Traitement du Brut Réduit Importé (BRI) afin de générer des Bitumes adaptés aux routes et des Bitumes oxydés.

Il est à noter que la raffinerie de Skikda opère principalement pour l'exportation, avec 80% de sa production destinée à être expédiée à l'étranger.

La zone industrielle pétrochimique de Skikda comporte des risques majeurs, en particulier dans les opérations menées dans ces installations. Les produits tels que le pétrole et le gaz, manipulés à des températures et pressions élevées, posent un risque élevé d'explosion, dont les conséquences pourraient être désastreuses sur la zone entière, voire sur la ville de Skikda elle-même. (Guerzi, 2011)

Tableau 6- 4 Utilisation du sol dans la commune de Skikda (URBACO, 2015)

| Occupation | Surface / ha | Pourcentage % |
|------------------------------|--------------|---------------|
| Tissu urbain | 1605.26 | 28.49 |
| Zones industriels | 1576,56 | 27.98 |
| Surface totale de la commune | 5636 | 100 |

Dans le contexte de ces risques inhérents à la zone industrielle, il est essentiel d'examiner la diversité des utilisations des terres dans la commune de Skikda. Le tissu urbain occupe la majeure partie des terres, couvrant une superficie totale d'environ 1605,26 hectares, suivi par les zones d'activité industrielle qui englobent environ 1576,5 hectares (comprenant la zone pétrochimique de 1 274 hectares et la zone d'activité de Hamrouche Hamoudi de 302,56 ha) (voir le Tableau 6-4).

Ces deux éléments représentent collectivement un pourcentage significatif de 56,50 % de la superficie totale de la commune.

Il est important de souligner que la zone industrielle pétrochimique et la zone urbaine de Skikda présentent une superficie similaire et sont contigües. La zone industrielle, accueillant des activités à haut risque technologique, couvre une surface équivalente à celle de l'espace urbanisé de la ville.

Cette configuration spatiale juxtaposant habitation et industries à risque pose d'importants défis et soulève des inquiétudes légitimes. La proximité immédiate avec un complexe industriel majeur expose la ville de Skikda à des risques technologiques accrus. La coexistence et la promiscuité de ces deux zones aux fonctions divergentes aggravent considérablement les enjeux de sécurité et de protection de l'environnement auxquels doit faire face la ville (voir la Figure 6-12).

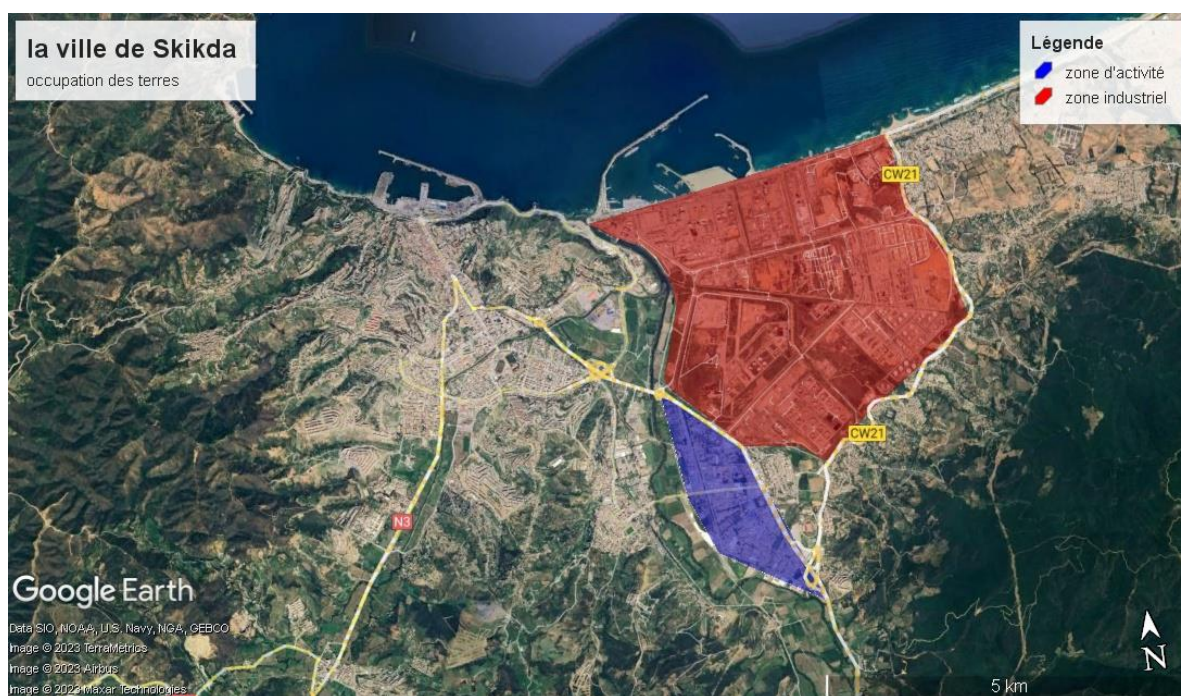


Figure 6- 12 la ville de Skikda / industrie (Google Maps, 2023 ; l'Auteur, 2023)

CONCLUSION :

La ville de Skikda est un exemple puissant de l'interaction complexe entre la topographie, le climat, l'industrialisation et l'utilisation des terres dans le façonnement d'une ville et de ses vulnérabilités. La topographie montagneuse a influencé l'urbanisation, créant un paysage

unique qui épouse les contours naturels de la vallée. Cependant, cette topographie a également engendré une vulnérabilité aux risques naturels, comme en témoignent les inondations de 1984 qui ont touché à la fois les zones industrielles et résidentielles.

Cette vulnérabilité, en cascade, soulève des enjeux plus complexes. Elle met en lumière un effet domino où la coexistence de l'urbanisation, des industries et de la topographie suscite des interactions délicates. Cette dynamique devient particulièrement préoccupante dans le contexte de la présence de zones industrielles, telles que le complexe pétrochimique. Bien que ces installations mettent en œuvre des mesures préventives, elles ne peuvent garantir une protection absolue contre les risques naturels.

De plus, le point crucial sur la menace externe vient ajouter une couche d'incertitude à cette dynamique. Les interactions entre les caractéristiques géotechniques, l'urbanisation et l'industrialisation créent une vulnérabilité qui, même avec des mesures de prévention, ne peut pas être totalement maîtrisée ou contrôlée. Les effets potentiels d'une menace externe, qu'elle soit naturelle ou non, ajoutent un niveau de complexité à la vulnérabilité globale de la ville.

En somme, Skikda illustre comment les éléments naturels et humains se tissent pour façonner une ville et sa vulnérabilité. Cette interaction entre caractéristique physique, industrialisation et urbanisation révèle les limites de la prévention et de la maîtrise totale des risques. La réalité est qu'une ville confrontée à des risques multiples ne peut garantir une sécurité absolue, et cette compréhension est cruciale pour des stratégies de planification urbaine résilientes et adaptatives.

CHAPITRE VII : INTERACTIONS ET ÉQUILIBRE : SKIKDA ET SA ZONE INDUSTRIELLE PETROCHIMIQUE

INTRODUCTION :

De nombreuses villes algériennes sont confrontées à d'importants risques industriels liés à la concentration d'activités dans des zones industrielles. Les établissements y sont interdépendants et les risques cumulativement amplifiés. Néanmoins, certains sites jugés particulièrement dangereux peuvent être implantés de manière isolée. Peu importe leur localisation, tous sont soumis au même cadre réglementaire. Cependant, les niveaux de risque diffèrent selon la stabilité des procédés industriels utilisés et la proximité des zones urbaines.

En effet Hadeif, 2020 a cité que « *La ville de Skikda est l'une des villes les plus exposées à ces menaces en Algérie. L'explosion en 2004 de la moitié des installations de liquéfaction de gaz naturel y a entraîné 27 morts et d'importants dégâts matériels* ». Cette tragédie illustre la grande vulnérabilité de Skikda face aux accidents industriels majeurs. Elle montre à quel point cette ville est soumise à des risques industriels élevés du fait de la concentration d'activités dangereuses, malgré les réglementations en vigueur. Cet exemple dramatique souligne les risques liés à la cohabitation d'installations industrielles à haut risque et de zones urbaines densément peuplées.

La cohabitation entre une activité industrielle importante et une ville résidentielle peut être complexe et entraîner des conflits d'intérêts. D'un côté, l'activité industrielle peut générer une richesse économique significative, contribuant ainsi au développement régional et national. D'un autre côté, elle peut également représenter un risque et un danger potentiels pour la ville et ses composants (infrastructures urbaines, habitants, établissements, etc.). (Torre et al., 2006)

Dans ce chapitre, nous nous efforcerons non seulement de présenter cette coexistence délicate avec sa zone d'activité industrielle correspondante, mais aussi d'analyser les défis et les opportunités qu'elle comporte.

7.1 Évaluation des risques industriels dans les villes exposées à un haut risques : Analyse des indicateurs de vulnérabilité et de coexistence :

Dans cette intervention, nous allons examiner la corrélation entre plusieurs facteurs et indicateurs qui ont un impact direct sur la gestion et la maîtrise des risques industriels dans les villes exposées aux dangers liés aux activités industrielles dans leur périmètre urbain. Nous avons sélectionné quatre indicateurs pour évaluer et vérifier la vulnérabilité et la coexistence de ces villes face à des risques industriels élevés :

A. Stabilité et sureté de l'activité industrielle :

Afin d'évaluer la stabilité et la sécurité de l'activité industrielle à Skikda, nous analyserons les incidents survenus ces 20 dernières années dans la zone pétrochimique. Cette analyse historique des accidents nous permettra de mieux appréhender la fréquence et la gravité des événements dans cette région. Nous pourrons ainsi juger du niveau de risque en nous basant sur le bilan des incidents passés.

B. La Distance ville /Activité industriel :

La gestion des risques dépend étroitement de la proximité ou de l'éloignement entre une source potentielle de danger industrielle et une zone urbaine. En général, la sécurité de la ville est proportionnelle à la distance qui la sépare de la source de danger, soulignant ainsi l'importance de ce paramètre dans les stratégies de gestion des risques.

C. Topographie :

Dans notre approche, la topographie est considérée comme un obstacle naturel et une forme de protection pour la ville. Lorsqu'il existe une topographie accidentée ou des éléments physiques tels que des montagnes, des collines ou des vallées entre la ville et la source de danger industrielle, cela peut agir comme une barrière physique contre les effets néfastes de l'activité industrielle non sécurisée. Ces éléments topographiques peuvent ralentir ou dévier les substances dangereuses en cas d'incident industriel, limitant ainsi leur propagation directe vers la ville

D. Les vents dominants :

Les vents peuvent jouer un rôle crucial dans la dispersion des produits gazeux dangereux émis par une activité industrielle. Ils peuvent être à la fois une menace et une opportunité, constituant une " lame à double tranchant".

Dans le cas où les vents dominants soufflent dans la direction de la ville, cela crée une situation défavorable à haut risque. Les produits gazeux dangereux peuvent être transportés vers la ville, augmentant ainsi le potentiel d'exposition de la ville et ces habitants aux risques industriels, cela peut entraîner des conséquences néfastes pour la santé humaine et l'environnement.

Cependant, dans certaines situations, les vents prédominants peuvent également avoir des avantages. Lorsqu'ils soufflent en direction opposée à la ville, ils peuvent éloigner les produits gazeux dangereux de la zone urbaine, La réduction du risque d'exposition dépend intrinsèquement de la configuration géographique particulière de la région et de la position relative des sources de danger industriel par rapport à la ville. La prise en compte de ces éléments devient essentielle dans l'élaboration de stratégies visant à minimiser les risques potentiels et à renforcer la sécurité de la zone urbaine concernée.

Dans le cadre de cette évaluation, trois niveaux de risque peuvent être définis pour une ville (voir le Tableau 7-1) :

Niveau 1 : Ville exposée à un risque zéro. Cela signifie que la ville présente une faible probabilité d'être affectée par des risques industriels

Niveau 2 : Ville exposée à un risque moyen. Dans ce cas, la ville présente une probabilité plus élevée d'être impactée par des risques industriels

Niveau 3 : Ville exposée à des risques élevés. Ce niveau indique que La ville fait face à des dangers industriels importants et potentiellement catastrophiques

Tableau 7- 1 Indicateur de la vulnérabilité d'une ville par rapport aux sources de risque industriel (l'Auteur 2015)

| | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
|--|----------|--------------------|-----------|
| Stabilité et sureté de l'activité industrielle | STABLE | Moyennement stable | Instable |
| La Distance ville /Activité industriel | Éloigner | Distance moyenne | Juxtaposé |

| | | | |
|---------------------|-----------|--------------------|-------------------|
| La Topographie | Protéger | Protection moyenne | Aucune protection |
| Les vents dominants | Favorable | Peu favorable | Défavorable |

7.2 Evaluation des indicateurs de coexistence entre la ville de Skikda et la zone industrielle pétrochimique :

Comme on a détaillé précédemment nous avons quatre indicateurs :

7.2.1 Stabilité et sureté de l'activité industrielle :

La raffinerie de Skikda est un vaste complexe de traitement du pétrole dont le processus d'industrialisation a débuté dans les années 80. Elle est reconnue comme étant le plus grand site de raffinage en Afrique. Localisée à 7 km à l'est de la ville de Skikda (voir la Figure 7-1), elle se trouve également à 2 km de la côte. Le complexe s'étendait initialement sur une superficie de 230 hectares, mais actuellement, sa taille a considérablement augmenté pour atteindre plus de 1800 hectares. Sa principale mission est de convertir le pétrole brut en provenance d'Hassi Messaoud. (Chettouh, 2021)



Figure 7- 1 La zone industrielle pétrochimique et la ville de Skikda (Google Maps, 2023 ; l'Auteur 2023)

Les analyses de risques menées dans la zone industrielle ont permis de recenser plusieurs dangers potentiels : (Evanno and Weinberger, 2014)

- **Risque d'incendie :**

Ce danger implique la possibilité qu'un incendie se déclare dans la zone industrielle, avec le potentiel de causer d'importants dégâts matériels, de mettre en péril la sécurité des travailleurs et des résidents voisins, ainsi que de provoquer des conséquences environnementales.

- **Risque d'explosion :**

Ce danger concerne la probabilité qu'une explosion survienne dans la zone industrielle en raison de la présence de substances inflammables ou explosives. L'explosion possède le pouvoir intrinsèque de déclencher des dévastations significatives, de causer des blessures graves, voire d'entraîner la perte de vies humaines, tout en engendrant des retombées environnementales néfastes.

- **Risque d'intoxication :**

Ce danger englobe le fait d'être exposé à des produits chimiques dangereux présents dans la zone industrielle, ce qui peut entraîner une intoxication des travailleurs, des résidents environnants, et des impacts sur les écosystèmes. Les substances toxiques peuvent être inhalées, ingérées ou absorbées par la peau, et elles peuvent causer des problèmes de santé à court et à long terme.

Ces risques nécessitent une gestion et des mesures de prévention appropriées pour réduire leur probabilité d'occurrence et minimiser leurs conséquences.

L'une des méthodes pour vérifier la stabilité d'une activité industrielle dans un périmètre urbain consiste à analyser en détail les données statistiques et l'historique des incidents dangereux survenus au cours des dernières décennies.

Tableau 7- 2 Historique des accidents sur la zone industrielle pétrochimique de Skikda (Chettouh, 2016 ; Protection Civile, 2019 ; l'Auteur 2022)

| Date de l'accident | Type | Dégâts et victimes |
|--------------------|----------|--------------------|
| 10/06/2003 | Incendie | 03 blessés |
| 25/08/2003 | Incendie | / |

| | | |
|---------------------|--|--|
| 15/11/03 | Incendie | 03 blessés + dégâts matériels |
| 19 /20 janvier 2004 | Explosions de la chaudière du complexe GNL | Dégâts matériels/ 27morts/74 blessés |
| 21/04/2004 | Incendie | / |
| 03/10/2004 | Incendie | / |
| 20/11/2004 | Incendie | Dégâts matériels |
| 12/03/2005 | Incendie | Dégâts matériels |
| 24/09/2005 | Fuite de gaz | Dégâts matériels |
| 4 /10/ 2005 | Explosion | Dégâts matériels /02 morts /05 blessés |
| 21/01/2006 | Fuite de gaz | Dégâts matériels |
| 24/01/2006 | Incendie | / |
| 06/06/2006 | Incendie | Dégâts matériels |
| 09/08/2006 | Incendie | Dégâts matériels |
| 25/02/2007 | Chute | 01 mort |
| 13/06/2007 | Dérapage du réservoir de véhicule | Dégâts matériels |
| 24/10/2007 | Incendie | 01mort + Dégâts matériels |
| 11/06/2008 | Incendie | Dégâts matériels |
| 07/07/2008 | Explosion | Dégâts matériels |
| --/02/2009 | Incendie | / |
| 03/04/2009 | Incendie | 03 blessés + Dégâts matériels |
| 13/09/2009 | Incendie | / |
| 24/09/2009 | Incendie | Dégâts matériels |
| 10/11/2009 | Explosion | Dégâts matériels |
| 17/02/2010 | Fuite de gaz | / |
| 09-10-12/03/2010 | Incendie | 03 blessés + Dégâts matériels |
| 05-06/02/2011 | Défaillance électrique + fuite de gaz | Dégâts matériels |
| 11/03/2011 | Dispersion de produit | Dégâts matériels |
| 05/03/2012 | Explosion | Dégâts matériels |
| 21/06/2012 | Défaillance électrique | / |

| | | |
|--------------|-----------------------|--|
| 22/10/2012 | Dispersion de produit | Arrêt temporaire de l'unité |
| 17/12/2012 | Explosion | 06 blessés + dégâts matériels |
| 23/12/2012 | Incendie | / |
| 03/01/2013 | Explosion | 03 blessés + dégâts matériels |
| 07/01/2013 | Incendie | Dégâts matériels |
| 02/02/2013 | Incendie | Dégâts matériels |
| 14/02/2013 | Incendie | / |
| 26/02/2013 | Dispersion de produit | Dégâts matériels |
| 03/03/2013 | Dispersion de produit | Dégâts matériels |
| 06/03/2013 | Incendie | Dégâts matériels |
| 09/07/2013 | Incendie | Dégâts matériels /01 morts /01 blessés |
| 09/08/2013 | Incendie | / |
| 17/12/2013 | Incendie | Dégâts matériels |
| 20/12/2013 | Explosion | Dégâts matériels |
| 28/02/2014 | Incendie | Dégâts matériels |
| 16/10/2014 | Incendie | Dégâts matériels |
| 05/01/2015 | Incendie | 01 blessé + Dégâts matériels |
| 19 /07 /2015 | Incendie | Dégâts matériels |
| 11/08/2015 | Incendie | Dégâts matériels |
| 31/10/2015 | Dispersion de produit | Dégât matériels |
| 24 /11/2015 | Explosion | Dégâts matériels |
| 05/01/2016 | Incendie | 20 blessés + dégâts matériels |
| 19/03/2016 | Incendie+ Explosion | Dégâts matériels |
| 19/04/2016 | Incendie | 04 blessés + dégâts matériels |
| 01/11/2016 | Incendie | Dégâts matériels |
| 11/12/2016 | Incendie | Dégâts matériels |
| 19/07/2017 | Incendie | Dégâts matériels |
| 06/10/2018 | Dispersion de produit | Dégâts matériels |
| 08/08/2019 | Incendie | Dégâts matériels |
| 28/08/2019 | Incendie | Dégâts matériels |
| 11/06/2021 | Incident technique | / |
| 30/11/2021 | Incendie | 08 blessés + dégâts matériels |

| | | |
|------------|-----------|--|
| 15/08/2022 | Incendie | 01mort + 02 blessés + dégâts matériels |
| 15/09/2022 | Explosion | Dégâts matériels |

L'objectif principal par rapport aux gestions des risques dans une installation industrielle est d'atteindre le risque zéro, ou du moins de s'en rapprocher. Malheureusement, L'examen détaillé des statistiques d'accidents des 20 dernières années dans le complexe pétrochimique de Skikda révèle une fréquence alarmante d'incidents. L'analyse précise de l'historique accidentel depuis deux décennies dans cette zone industrielle cruciale met en lumière l'occurrence de plus de 61 accidents, soit plus de 3 par an en moyenne. Ce bilan dramatique illustre une propension très préoccupante à l'accidentologie sur ce site stratégique (voir le Tableau 7-2).

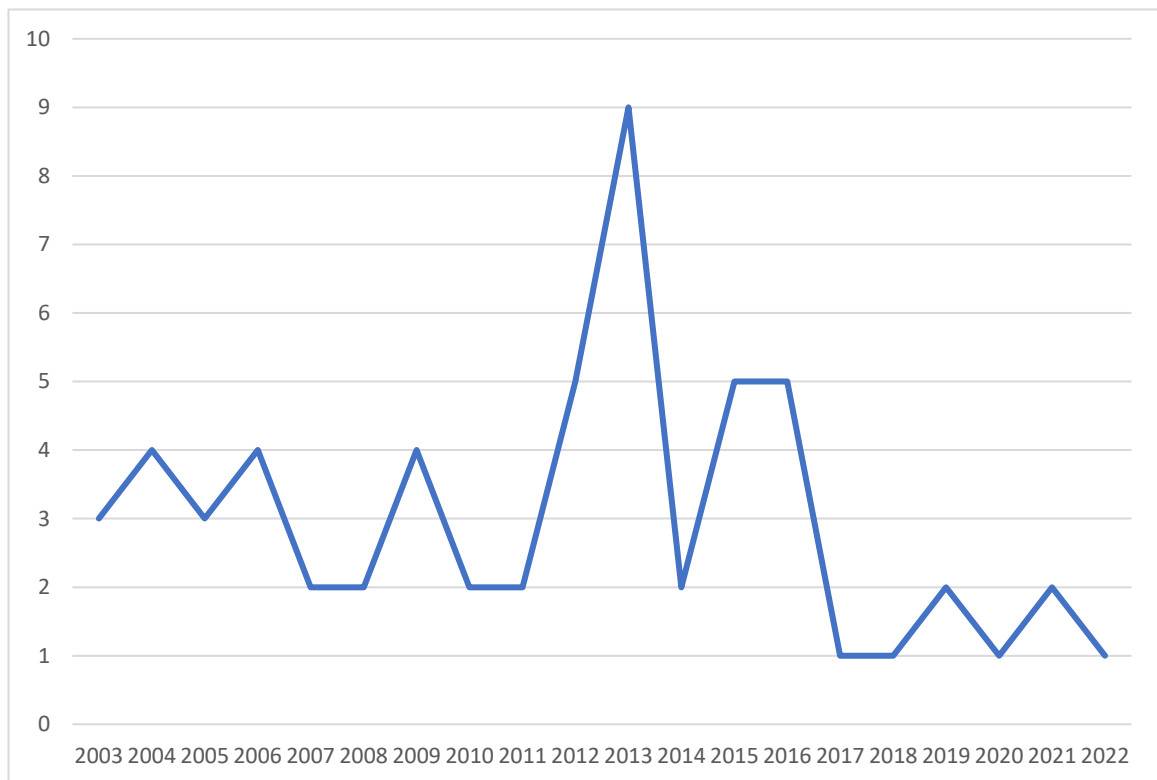


Figure 7- 2 la fréquence des accidente durant 20ans (2003-2022) (l' Auteur 2023)

Les spécialistes de l'environnement estiment que l'explosion des réservoirs de stockage de pétrole pourrait entraîner une destruction sur un rayon de 80 km.

Pour bien comprendre et analyser ces chiffres, nous avons divisé les statistiques d'une période de 20 ans en intervalles de quatre ans.

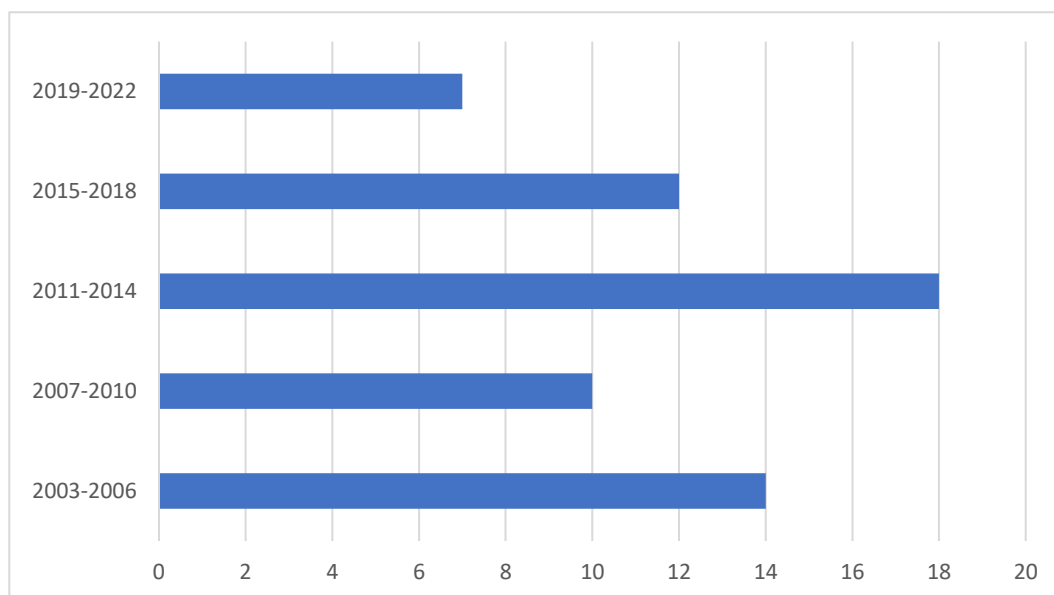


Figure 7- 3 la fréquence des accidents sur des périodes de quatre ans (l'Auteur 2023)

On constate une augmentation de la fréquence des accidents sur le site pétrochimique de Skikda au fil des intervalles de 4 ans, jusqu'à la période 2011-2014 qui marque un pic, suivie d'une légère baisse jusqu'en 2019-2022. Cependant, ces chiffres n'atténuent en rien la gravité des 61 incidents répertoriés, ni leurs conséquences humaines et matérielles cumulées, ni le risque permanent que cela représente pour la ville de Skikda, ses infrastructures, ses habitants et ses institutions. Même si une très légère décline du nombre d'accidents est observable sur les dernières années, l'historique accidentel reste préoccupant et les dangers inhérents au site sont toujours bien réels pour la ville et ces résidents (voir la Figure 7-3).

On peut citer l'accident survenu dans l'unité de liquéfaction de gaz naturel de Skikda en 2004 comme illustration, qui reste incontestablement l'un des accidents les plus catastrophiques. Ce tragique événement a entraîné la perte de 27 vies humaines, 74 blessés, ainsi que d'importants dégâts matériels. Des témoignages ont confirmé que les conséquences de cette explosion se sont étendues sur un rayon de 4 km.

Après une analyse critique des données statistiques et de l'historique des incidents dangereux, il est possible de conclure que l'installation industrielle pétrochimique de Skikda présente une stabilité moyenne.

Tableau 7- 3 Niveau de stabilité et sureté de la zone pétrochimique de Skikda (l'Auteur 2023)

| | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
|--|----------|--------------------|----------|
| Stabilité et sureté de l'activité industrielle | | Moyennement stable | |

7.2.2 La Distance ville /Activité industriel :

Une ville reflète la société à travers ses caractéristiques ethniques, ses institutions et ses réglementations. De plus, elle témoigne de la superposition de diverses époques et des évolutions sociales qui en découlent. Tous ces éléments influencent la morphologie spatiale et le fonctionnement des zones urbaines et des villes. (Lefebvre et al., 2009)

la ville en Algérie peut être considérée comme une représentation concrète des disparités et des dissensions présentes au sein de la société contemporaine. Elle révèle les diverses logiques et approches qui ont contribué à son évolution, que ce soit au niveau de ses activités économiques, de sa configuration spatiale, de sa composition sociologique ou de son mode de fonctionnement. (Cote, 2005)

Ces tensions ont abouti à une urbanisation non planifiée dans les villes algériennes, entraînant une détérioration de l'apparence urbaine et une occupation informelle de l'espace, sans la supervision ni l'intervention administrative appropriées en temps opportun.

Dans la figure suivante, on constate que l'emplacement des activités industrielles par rapport à la ville varie en fonction de l'implantation de la ville elle-même, qu'elle soit côtière ou située à l'intérieur des terres.

Cependant, au fil du temps et en raison d'une urbanisation anarchique et non maîtrisée qui ne tient pas compte des risques potentiels générés par ces activités industrielles. Cela signifie que lors de l'expansion de la ville et de l'installation industrielle sous la forme de zones

industrielles, les facteurs de sécurité et les risques liés à ces activités ne sont pas suffisamment pris en considération.

La ville de Skikda est une ville côtière qui représente concrètement le schéma (b) de la Figure 4-2 dans le chapitre 4, qui illustre et modèle les villes côtières algériennes et leur positionnement avec les zones industriel.

Dans les années 80, la zone industrielle pétrochimique de la Skikda s'est développée, attirant une immigration humaine accélérée à la recherche d'emplois. Cela a été suivi par une urbanisation rapide, mais non réfléchi et non maîtrisée. (Voir Figure 6-5)

Ce phénomène s'est intensifié dans les années 90, une décennie marquée par des événements sombres. Jusqu'à aujourd'hui, la ville de Skikda continue de s'étendre sans prendre en considération les risques associés à sa zone pétrochimique.

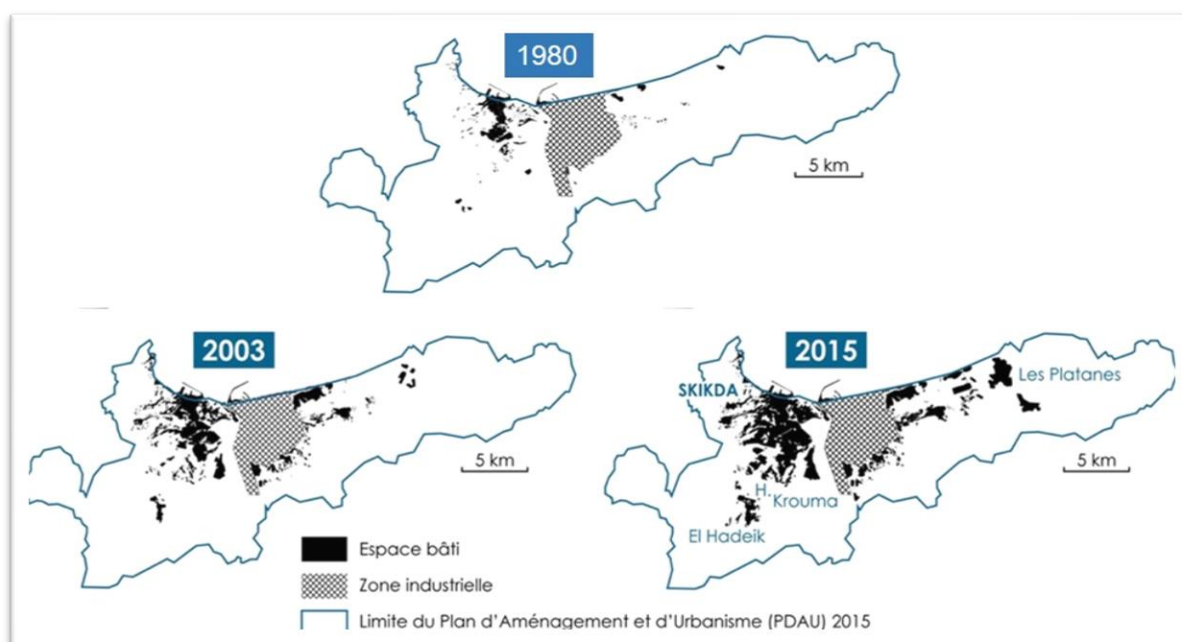


Figure 7- 4 L'urbanisation de la ville de Skikda par rapport à la zone industrielle pétrochimique (Fenchouch and Tamine, 2019)

La zone industrielle stratégique de Skikda n'est distante que de 7 km par la route et 2 km à vol d'oiseau à l'est de la ville, Cette très grande proximité géographique entre les installations industrielles à haut risque et la zone urbaine densément peuplée peut avoir des conséquences majeures (voir la Figure 7-5).

D'une part, la ville est directement exposée aux émissions polluantes, aux dangers technologiques et aux impacts environnementaux générés par le complexe industriel situé à sa porte. D'autre part, cette immédiate proximité affecte inévitablement la sécurité quotidienne et le bien-être des habitants.

Il apparaît donc indispensable de prendre en considération avec attention ce facteur de proximité dans l'analyse détaillée des risques et la définition de stratégies de prévention adaptées. L'objectif prioritaire doit être d'assurer une cohabitation aussi harmonieuse que possible entre ces activités industrielles à haut risque et l'environnement urbain densément peuplé. Compte tenu des enjeux humains majeurs, la moindre défaillance dans la gestion de cette interaction complexe pourrait avoir des conséquences tragiques.



Figure 7- 5 la proximité ville de Skikda/ zone industrielle pétrochimique (Google Maps, 2023)

Au fil de la croissance urbaine de Skikda, la zone industrielle pétrochimique est restée située en contiguïté immédiate de la ville, au point de pouvoir être considérée comme faisant désormais partie intégrante du tissu urbain (voir la Figure 7-6).

Avec l'expansion spatiale de Skikda au cours du temps, le complexe industriel s'est retrouvé enclavé au sein même de l'environnement citadin. Compte tenu de cette proximité qui n'a cessé de s'accroître, les installations industrielles apparaissent complètement intégrées à la ville, accentuant d'autant les risques d'interactions et d'impacts mutuels.

Tableau 7- 4 Indicateur de distance (l'Auteur 2023)

| | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
|--|----------|----------|-----------|
| La Distance ville /Activité industriel | | | Juxtaposé |

Nous concluons que cette grande proximité peut avoir un impact significatif sur la sécurité de la ville de Skikda et ses enjeux, et ce à plusieurs niveaux. Elle accroît non seulement les risques d'accidents industriels majeurs, de fuites chimiques ou d'explosions, mais affecte aussi la vie quotidienne des habitants et le fonctionnement normal de la ville.

De tels événements pourraient mettre en péril la population, endommager les infrastructures et l'environnement, et perturber les activités urbaines. Cette proximité représente donc une menace globale pour la sécurité de la ville, au-delà des seuls risques industriels. Elle nécessite une gestion rigoureuse pour réduire son impact sur la vie des habitants et le bon fonctionnement des services urbains.

7.2.3 Topographie :

La topographie joue un rôle crucial dans la protection des zones urbaines contre les dangers potentiels des activités industrielles non sécurisées. Elle agit comme un bouclier naturel, établissant une barrière physique entre la ville et la source du danger.

En exploitant judicieusement les caractéristiques topographiques d'une région, il est possible de minimiser les risques associés à des déversements, des explosions ou d'autres catastrophes industrielles. De plus, en intégrant la topographie dans la planification urbaine, on peut mieux diriger le développement loin des zones à risque, assurant ainsi une sécurité optimale pour la ville et ces résidents.

Située à une altitude de +165 mètres, la vallée de Bouabbaz surplombe distinctement la zone centrale de la ville de Skikda, laquelle s'échelonne entre 0 et +65 mètres d'altitude. Cette configuration topographique caractéristique, avec la vallée de Bouabbaz, offre à la ville une barrière naturelle séparant la zone industrielle pétrochimique de sa partie nord. En cas d'incidents ou d'événements malheureux au sein de cette zone industrielle, cette vallée joue



un rôle protecteur, minimisant la diffusion des conséquences dommageables vers le nord de la ville (voir la Figure 7-7).

Figure 7- 6 Hypsométrie de la ville de Skikda avec la zone industrielle pétrochimique (Topographic-map, 2022)

Bien que la vallée de Bouabbaz offre une protection topographique naturelle, il serait imprudent de s'en remettre exclusivement à elle pour assurer la sécurité de la ville face aux risques émanant du complexe pétrochimique (voir la Figure 7-8).

En effet, cette barrière naturelle, bien que bénéfique, ne saurait garantir une protection intégrale contre des incidents potentiels, tels que des fuites chimiques, explosions, ou incendies. Ces situations pourraient engendrer des conséquences catastrophiques, tant pour les habitants que pour l'écosystème environnant.

Cependant, il est d'une importance capitale d'appliquer des mesures de sécurité strictes, même en prenant en considération l'existence de cette vallée. Il est impératif de développer des protocoles d'urgence robustes, de mettre en place des systèmes de surveillance

extrêmement efficaces et de concevoir des stratégies préventives afin de prévenir toute occurrence indésirable.

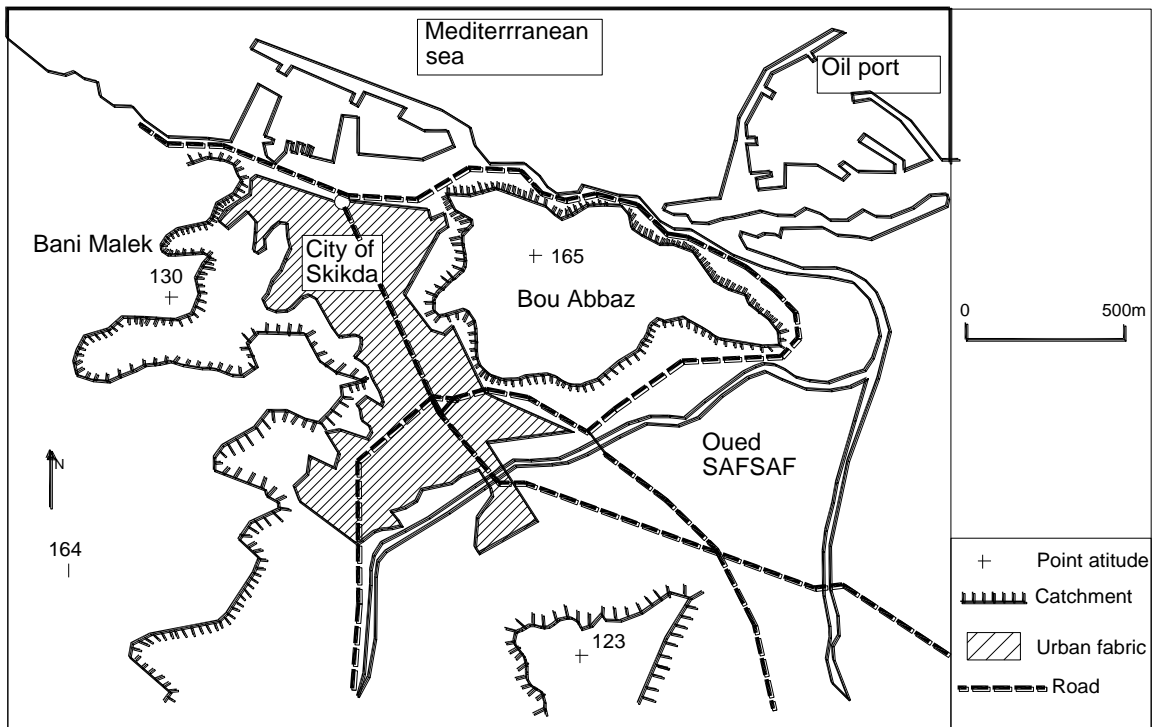


Figure 7- 7 La topographie de la ville Skikda (Boulkaibet, 2011)

En outre, la gestion de l'urbanisation est cruciale : il est vital d'éviter une expansion désordonnée susceptible de mettre davantage de citoyens en danger. Pour promouvoir une cohabitation harmonieuse et garantir la sécurité et le bien-être de tous les résidents de la ville, il est impératif d'accentuer la résilience urbaine.

Cela englobe la capacité de la ville à non seulement résister aux chocs et aux perturbations, mais également à s'adapter de manière proactive et à se rétablir rapidement face à de tels événements.

Figure 7- 8 Indicateur Topographie (l'Auteur 2023)

| | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
|----------------|----------|--------------------|----------|
| La Topographie | | Protection moyenne | |

7.2.4 Topographie et vents dominant et leur influence sur les risques industriels :

La direction et l'intensité des vents dominants jouent un rôle crucial lorsqu'une ville se trouve à proximité d'une zone industrielle. Leur impact est ambivalent. Ils peuvent être considérés comme une "lame à double tranchant".

D'un côté, les vents dominants peuvent être bénéfiques en dissipant les émissions et les substances potentiellement dangereuses provenant de l'activité industrielle. Ils peuvent contribuer à éloigner les polluants de la ville et les zones urbaines, réduisant ainsi l'exposition des habitants.

Cependant, d'un autre côté, si les vents dominants sont dirigés vers la ville, ils peuvent potentiellement transporter les substances dangereuses en direction des zones urbaines et de la population résidente. Cela crée une situation défavorable à haut risque, car les émissions polluantes pourraient affecter le bon fonctionnement urbain de la ville et avoir aussi des répercussions sur la santé et la sécurité des habitants.

La zone de la ville de Skikda se distingue par la présence de deux flux atmosphériques prédominants : des vents puissants en provenance du Nord et du Nord-Ouest, généralement accompagnés de perturbations météorologiques significatives.

La Rose des Vents permet de visualiser la fréquence et l'intensité des vents dans différentes directions, ce qui est utile pour comprendre le régime des vents dans une région donnée. Cette information est importante pour plusieurs raisons, notamment dans le contexte de la proximité d'une zone industrielle à une ville.

En effet la Rose des Vents de Skikda illustre le nombre d'heures annuelles pendant lesquelles le vent souffle depuis une direction spécifiée. Par exemple, pour la direction SO : cela signifie que le vent provient du sud-ouest (SO) et se dirige vers le nord-est (NE). (Meteoblue, 2022)

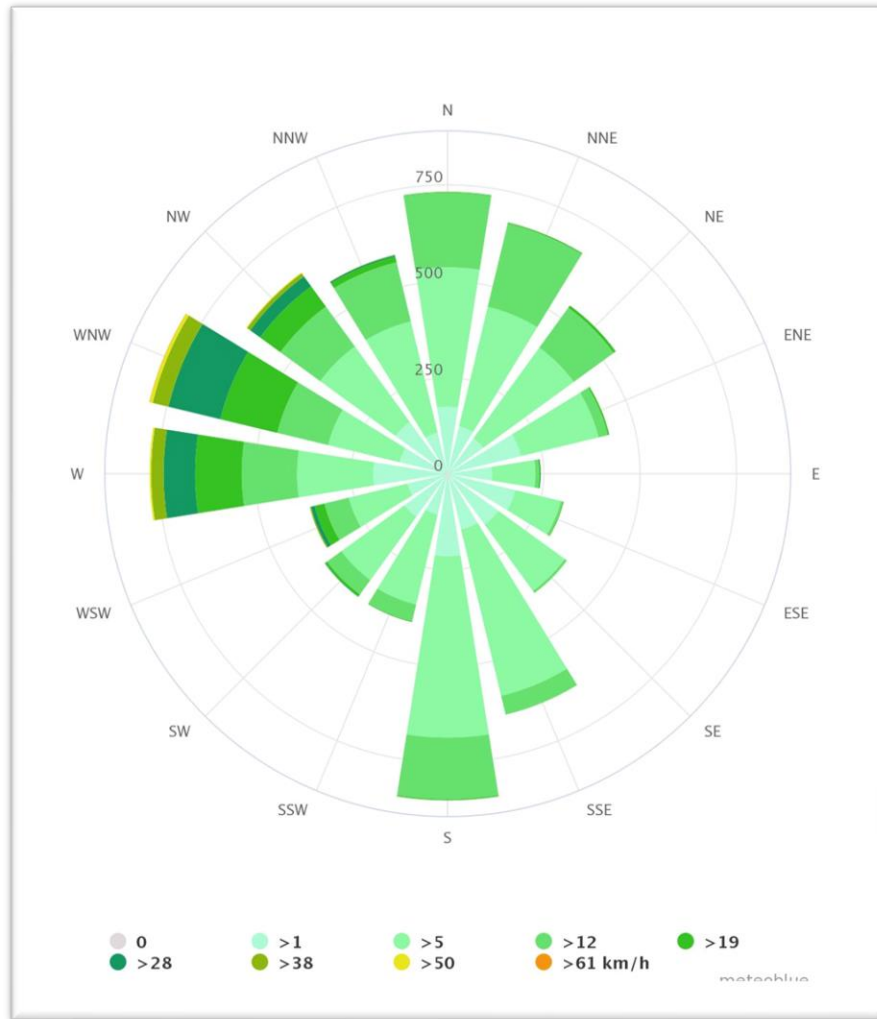


Figure 7- 9 la rose des vents de la ville de Skikda (Meteoblue, 2022)

Selon la figure 7-10, les vents dominants dans la région de Skikda proviennent principalement du sud, de l'ouest, du nord et nord-ouest, avec une intensité élevée. Cela signifie que ces directions de vent sont les plus fréquentes et les plus puissantes dans la région.

Les vents venant d'est, du nord-est, du sud-est, du sud-ouest et du nord sont moins intenses à Skikda. Ils sont moins fréquents et puissants que les vents dominants du sud, de l'ouest et du nord-ouest. L'humidité moyenne élevée dans la région, de l'ordre de 72%, indique une forte présence de vapeur d'eau dans l'air, pouvant impacter le climat local.

Les secteurs au sud, ouest, nord et nord-ouest de Skikda sont donc les plus exposés aux vents forts. L'intensité de ces vents dominants pourrait davantage affecter les bâtiments, les infrastructures et les habitants dans ces zones de la ville. (Voir la Figure 7-11)

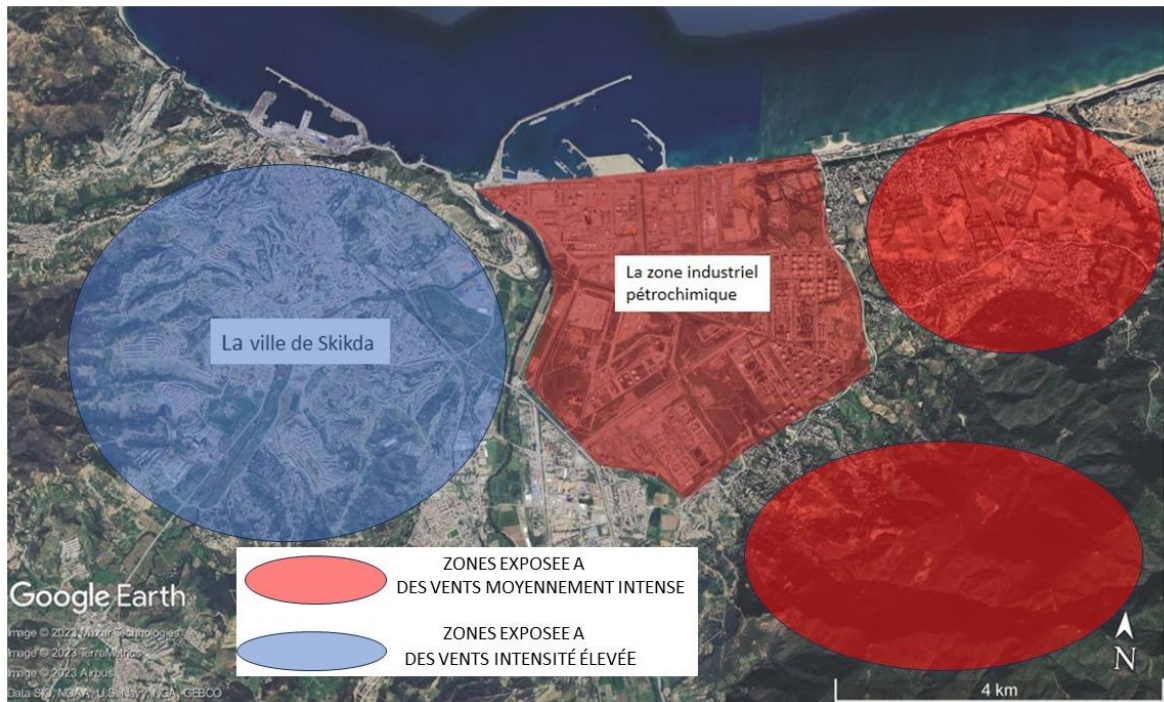


Figure 7- 10 Exposition aux vents (Google Maps, 2023 ; l’Auteur 2023)

Cependant, il est à noter que l'exposition aux vents dominants est conditionnée par la configuration géographique de la région. La présence d'obstacles naturels ou artificiels, tels que des montagnes, des collines ou des constructions, peut atténuer ou modifier la direction et la force des vents.

Malgré le fait que les vents soufflant de l'ouest et du Sud-est vers la ville aient une intensité moyenne et que les hauteurs de Bouabbaz jouent le rôle d'obstacle naturel, le risque persiste en raison de la proximité immédiate entre la source du risque, c'est-à-dire l'installation pétrochimique, et les enjeux urbains. Même si les vents ne sont pas très puissants, ils peuvent encore transporter des substances dangereuses vers la ville en cas d'incident ou de fuite.

De plus, bien que les hauteurs de Bouabbaz puissent agir comme un obstacle naturel, il est important de noter que cet obstacle peut ne pas être suffisant pour arrêter complètement la dispersion des substances dangereuses. Les conditions météorologiques et les

caractéristiques spécifiques de l'incident peuvent affecter la dispersion des produits chimiques dans l'air, même avec un obstacle physique tel que les hauteurs de Bouabbaz.

Par conséquent, la proximité entre l'installation pétrochimique et les zones urbaines, combinée à l'insuffisance des obstacles physiques et aux vents soufflant avec une intensité moyenne vers la ville, expose celle-ci à un risque important en cas d'incidents ou de fuites de produits gazeux dangereux.

Tableau 7- 5 Indicateur Des vents dominants (l'Auteur 2023)

| | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
|---------------------|----------|----------|-------------|
| Les vents dominants | | | Défavorable |

7.3 Lecture des résultats :

La lecture finale de notre système d'indicateurs se fait à travers la superposition des différents paramètres qui entrent en corrélation. Cela nous permet de présenter notre cas d'étude en mettant en évidence le degré de fragilité de la ville face aux risques industriels générés par la présence d'une importante activité pétrochimique avoisinante (voir le Tableau 7-6).

Tableau 7- 6 Resultat final des Indicateurs de la vulnérabilité d'une ville par rapport aux sources de risque industriel (l'Auteur 2023)

| | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
|--|----------|--------------------|-------------|
| Stabilité et sûreté de l'activité industrielle | | Moyennement stable | |
| La Distance ville /Activité industriel | | | Juxtaposé |
| La Topographie | | Protection moyenne | |
| Les vents dominants | | | Défavorable |

Ainsi l'instabilité de la zone industrielle pétrochimique et sa proximité immédiate avec la ville, combinées à l'absence de protections adéquates et aux vents qui rapporteraient la mort en cas d'accident, soulèvent de sérieuses préoccupations. On peut affirmer que le niveau de menace pour la ville de Skikda est de niveau 2 à 3, ce qui signifie qu'elle est exposée à un risque industriel important, voire élevé. En particulier, cela concerne la zone méridionale de la ville, les zones urbaines de Hamadi-Krouma et Hamadi-Hamrouche, ainsi que les poches urbaines de la commune de Filfila.

Cependant en projetant l'équation de vulnérabilité qui prend en compte l'importance des enjeux et leur fragilité, ainsi que l'importance des enjeux institutionnels et humains, ainsi que l'importance des enjeux urbains et de leur attractivité fonctionnelle, on remarque que la zone nord de la ville présente une plus grande vulnérabilité par rapport aux autres parties de la région.

C'est pour cela qu'on peut déduire que la partie la plus vulnérable aux risques débordant de l'activité industrielle et pétrochimique se trouve au sein même de la ville de Skikda, en particulier dans la partie nord (l'ancien centre-ville).

Ainsi la cohabitation entre la ville de Skikda et cette zone industrielle pétrochimique est très fragile et peut présenter des dangers en permanence sur la ville et ses habitants.

CONCLUSION :

En conclusion, l'analyse des indicateurs souligne la vulnérabilité accrue de la ville de Skikda aux risques industriels émanant de sa proximité avec la zone industrielle pétrochimique. La précarité de cette zone, conjuguée à l'absence de dispositifs de protection adéquats et aux préoccupations liées aux vents en cas d'accident, a considérablement exposé la ville à un niveau de menace substantiel, voire critique.

Cependant, en tenant compte des facteurs de vulnérabilité tels que l'importance des enjeux, leur fragilité, l'importance des enjeux institutionnels et humains, ainsi que l'attractivité fonctionnelle du cadre bâti, il est évident que la partie nord de la ville présente une vulnérabilité accrue. Ainsi, la partie la plus vulnérable aux risques liés à l'activité industrielle et pétrochimique se trouve au sein même de la ville de Skikda, en particulier dans la partie nord, autrefois le centre-ville.

Ces résultats mettent en avant l'importance cruciale d'une gestion stricte des dangers industriels dans la région. Il est essentiel de porter une attention spéciale au secteur nord de Skikda afin de garantir la sûreté de ses résidents et de son environnement. Afin de minimiser les éventuelles conséquences et renforcer la capacité de la ville à faire face aux risques industriels, il est impératif de mettre en œuvre des mesures préventives, de surveillance et d'intervention en cas d'incident. De plus, l'élaboration d'une vision visant à réduire les impacts potentiels est essentielle, impliquant le renforcement de la résilience de la ville face aux risques industriels.

L'histoire des incidents industriels à Skikda nous offre une perspective sur la relation délicate entre l'industrie pétrochimique et les zones urbaine. Nos villes ne sont pas adéquatement armées pour gérer de tels événements. La ville de Skikda est un exemple manifeste de l'importance d'une prévention accrue, d'une gestion adaptée et d'une planification afin d'optimiser la sécurité urbaine, minimiser les dangers et renforcer la capacité des villes à résister aux menaces industrielles.

CHAPITRE VIII : LA VILLE DE SKIKDA : URBANISATION, MORPHOLOGIE URBAINE, ET VULNERABILITE AUX RISQUES

INTRODUCTION :

La ville de Skikda, riche de son histoire et de sa position stratégique, se situe désormais à l'intersection entre une ville en pleine expansion et une zone industrielle source de danger permanent.

Avec la concentration croissante et l'évolution de sa population, Skikda connaît un développement urbain à une cadence sans précédent. L'urbanisation, bien qu'elle soit le reflet de la prospérité économique, pose néanmoins des défis majeurs en matière de planification, de cohésion sociale et de sécurité.

Dans ce chapitre, nous explorerons en détail l'influence de la transformation démographique sur l'urbanisation de Skikda. De plus, nous chercherons à améliorer la compréhension en évaluant de manière approfondie la performance de la morphologie urbaine. À cet effet, nous utiliserons des outils de pointe tels que la "space syntax" et la carte axiale, visant ainsi à affiner notre analyse. Ces analyses nous aideront à comprendre comment la structure de la ville peut influencer sa vulnérabilité face aux risques industriels et à définir les meilleures stratégies d'aménagement pour assurer la sécurité et le bien-être de ses habitants.

8.1 La concentration humaine :

Entre 1966 et 2011, la population de Skikda a augmenté considérablement après son indépendance. Comme l'ont souligné Bousmaha and Boulkaïbet (2019), sa population est passée d'environ 70 000 habitants à près de 160 000, soit plus du double. L'évolution démographique a eu des répercussions significatives sur l'urbanisation (voir le Tableau 8-1).

L'augmentation importante de la population a eu un impact significatif sur les infrastructures et les ressources de la ville. L'expansion démographique accélérée a lourdement pesé sur les équipements et les moyens de la cité. La hausse rapide du nombre d'habitants a eu des conséquences notables sur les installations et les capacités urbaines. Pour accommoder le nombre croissant de résidents, Skikda a dû s'étendre, engendrant ainsi une expansion territoriale importante. Cette augmentation de la superficie de la ville a nécessité nouvelle

entité urbaine résidentiels, des infrastructures publiques supplémentaires et une amélioration des réseaux de transport.

Tableau 8- 1 Croissance de la population à Skikda (ONS, 2008)

| Années | Croissance réel | Population | Augmentation/an | Taux de croissance |
|--------|-----------------|------------|-----------------|--------------------|
| 1966 | 10364 | 61375 | | 2.60 |
| 1977 | 30020 | 91395 | 2729 | 3.62 |
| 1987 | 27554 | 118949 | 2505 | 2.93 |
| 1998 | 2447 | 144208 | 816 | 2.54 |
| 2008 | 16693 | 170914 | 1699 | 1.40 |

La superficie du périmètre urbain est passée de 233 hectares en 1962 à 2280 hectares en 2017, sans prendre en compte les zones industrielles, le port et les zones d'activités. Cette croissance est due à la fois à des facteurs liés aux flux migratoires et à des facteurs internes tels que la promotion de l'emploi, principalement grâce à la zone industrielle pétrochimique de la ville (voir le Tableau 8-2).

De plus, cette expansion s'est souvent faite de manière rapide, parfois au détriment de la planification urbaine optimale, ce qui a pu entraîner des défis en matière d'accessibilité, de circulation et d'utilisation des sols. Il est essentiel de comprendre ces évolutions démographiques et spatiales pour anticiper les besoins futurs de Skikda et garantir une croissance harmonieuse et durable de la ville.

Tableau 8- 2 L'évolution population/ surface urbaine de la ville de Skikda (ONS, 2008)

| Période | Nombre de la population | Taille de la ville (ha) |
|-----------|-------------------------|-------------------------|
| 1962 | 55757 | 162 |
| 1962-1975 | 84543 | 230 |
| 1975-1985 | 112860 | 688 |
| 1985-1992 | 135633 | 1086 |
| 1992-1998 | 144208 | 1698 |
| 2008 | 163618 | 3249 |

En effet la croissance démographique galopante a entraîné une expansion anarchique des zones urbaines de Skikda, sans véritable maîtrise de l'urbanisation. Faute de planification adéquate, l'urbanisation s'est faite de manière non contrôlée et s'est concentrée sur des terrains faciles à bâtir, sans cohérence d'ensemble.

En effet cette urbanisation rapide et opportuniste sur des espaces de moindre valeur a très certainement eu des répercussions négatives sur la qualité et la performance de l'espace urbain de la ville de Skikda. On peut craindre une déstructuration du tissu urbain, une surcharge des réseaux, un étalement excessif augmentant les déplacements, ou encore une occupation de terres agricoles ou de zones à risque.

La croissance anarchique de l'urbanisation constitue un défi considérable en matière de gestion territoriale, engendrant des conséquences préjudiciables sur la qualité de vie des habitants. Il est impératif d'instaurer des politiques d'urbanisme délibérées et planifiées afin de réorienter cette trajectoire vers une approche plus durable et cohérente.

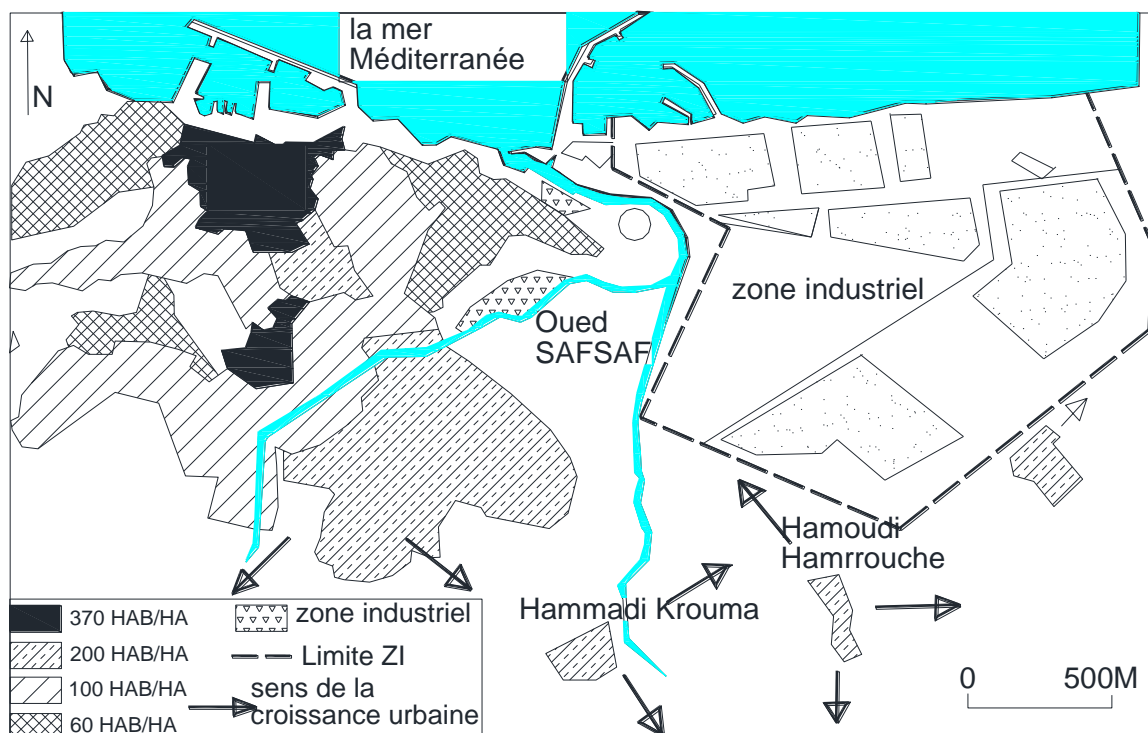


Figure 8- 1 La concentration urbaine de la population (Boulkaïbet, 2004)

La concentration humaine dans le centre-ville, notamment dans la zone du damier colonial et ses environs immédiats tels que les faubourgs, est marquée par une densité de 370 hab/ha.

Elle est suivie par les quartiers situés au sud de la ville, qui se sont développés avec la politique des ZHUN « *Zones d'Habitations Urbaines Nouvelles* » et les nouveaux instruments d'urbanisme tels que le POS « *Plan d'Occupation des Sols* » et le PDAU « *Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme* », tels que la cité des Allées et la cité du 20 août 1955, avec une densité de 200 hab/ ha (voir la Figure 8-1).

Cette concentration élevée de résidents dans un espace restreint a des implications significatives en ce qui concerne les enjeux humains liés aux risques industriels. En effet, lorsqu'une zone urbaine présente une densité de population élevée, les risques associés aux activités industrielles peuvent avoir un impact plus important sur la sécurité et le bien-être des habitants.

Lorsqu'on parle de densité humaine dans une ville, on se réfère généralement au nombre de résidents par unité de superficie. Cependant, il est essentiel de comprendre que la densité humaine ne se limite pas seulement à la population résidente permanente. En réalité, cette densité est influencée par divers autres facteurs qui contribuent à l'afflux et au départ des personnes dans la ville.

En premier lieu, la ville a la capacité d'attirer un nombre considérable de visiteurs en raison de son attrait commercial et touristique. Les quartiers urbains qui abritent des centres commerciaux, des sites touristiques, ainsi que des vestiges historiques ou culturels ont généralement la faculté d'attirer des visiteurs de passage. Dans le cas de Skikda, le centre colonial ancien, les faubourgs et les Allées du 20 août 1955 jouissent d'une attractivité marquée, bénéficiant à la fois de leur emplacement stratégique et de la diversité des services qu'ils proposent.

En faisant une lecture spatiale de la figure 8-2, nous constatons que l'ancien centre colonial se distingue par une grande concentration d'activités commerciales, ainsi que par le prolongement de l'axe principal du damier (la rue Didouche Mourad) vers l'allée de la cité 20 août 1955 et Mordj El Dib, où l'on observe également une forte concentration d'activités commerciales. Ces flux de population peuvent être saisonniers ou réguliers, ce qui a un impact direct sur la densité de population à certains moments de la journée et de l'année.

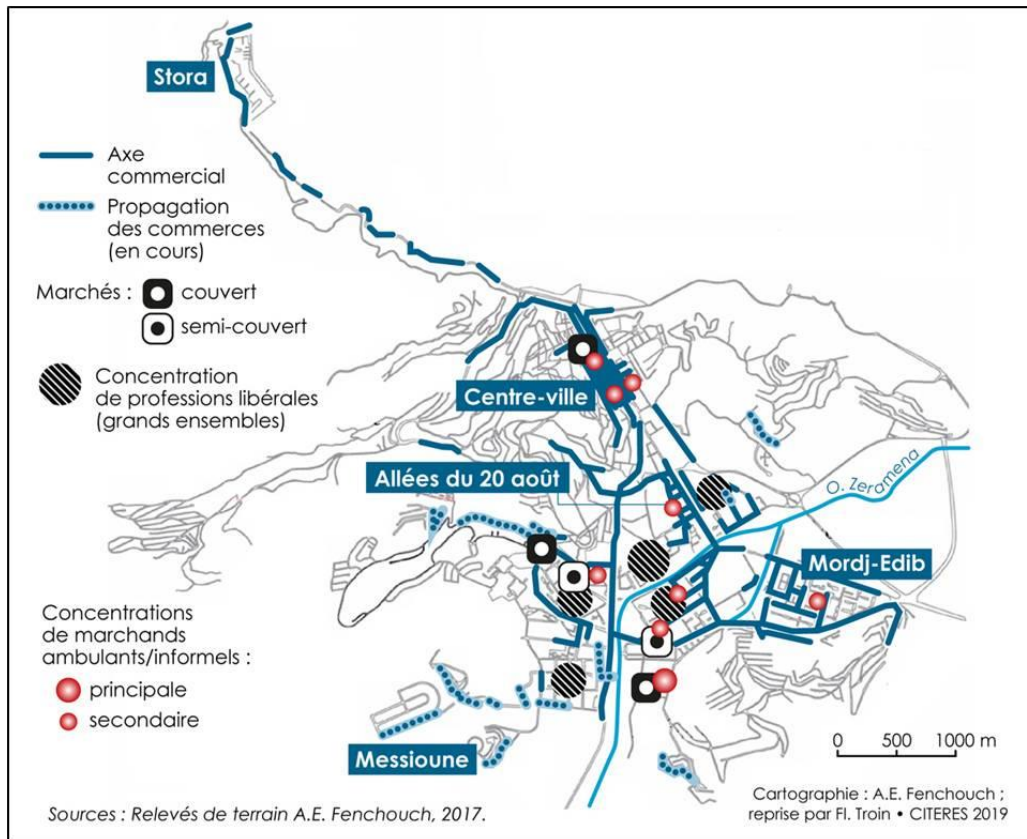


Figure 8- 2 Les axes commerciales dans la ville de Skikda (Fenchouch and Tamine, 2019)

Ensuite, les flux migratoires pour des raisons d'emploi ont une influence déterminante sur la dynamique de la densité humaine dans une ville. Les zones urbaines prospères économiquement, avec de bonnes opportunités d'emploi et des industries en plein essor, attirent souvent des travailleurs venant d'autres régions ou pays, en décortiquant les chiffres du tableau 7-2 on remarque que le nombre de la population dans la ville de Skikda a connu une augmentation importante après l'apparition de la zone industrielle pétrochimique en 1970. Ces migrants économiques peuvent s'installer de manière permanente ou temporaire, entraînant des variations importantes de la population locale.

En outre, les administrations et divers équipements de la ville peuvent également influencer la densité humaine. Les grandes villes, en raison de leurs infrastructures plus développées, dans la ville de Skikda et après qu'il a été promis *willaya* en 1974 la ville a connu la réalisation d'un nombre important d'équipements, ces équipements peuvent accueillir davantage de services publics et privés. Ces établissements exercent une attraction sur les individus provenant des régions avoisinantes qui cherchent à profiter de leurs services, contribuant ainsi à accroître la densité de la population urbaine.

Il est également essentiel de noter que la densité humaine peut varier selon les quartiers de la ville. Certains quartiers peuvent être densément peuplés en raison de la proximité des zones commerciales, des pôles d'activités économiques ou des transports en commun. En revanche, d'autres quartiers peuvent être moins peuplés en raison d'un manque d'infrastructures ou d'un développement urbain moins avancé.

En conclusion, la densité humaine d'une ville dépasse la simple notion du nombre d'habitants résidant en permanence. Au-delà des chiffres, il est essentiel de reconnaître la vulnérabilité des populations urbaines face aux risques industriels, qui se manifeste par leur sensibilité aux incidents et menaces potentielles liés aux infrastructures industrielles, tant au sein de la ville que dans ses périphéries. C'est pourquoi l'intégration du concept de vulnérabilité des populations face aux risques industriels est indispensable dans la compréhension de la dynamique urbaine.

Les afflux touristiques, les mouvements migratoires économiques, la nature des équipements urbains, ainsi que les inégalités entre les quartiers influencent non seulement les variations de la densité de population, mais ont également une répercussion majeure sur la capacité des espaces urbains à gérer ces mouvements de population au quotidien. Cette gestion devient d'autant plus cruciale en cas de crise résultant d'un incident industriel, où la fluidité et la sécurité des mouvements humains sont primordiales.

8.2 L'évolution urbaine :

Lorsque l'on parle du début d'urbanisation de la ville de Skikda, on se réfère à la période coloniale où la ville a connu un développement significatif sous l'influence des colons européens et leur idéologie. Durant cette période, un centre colonial s'est développé, caractérisé par une organisation urbaine spécifique.

La morphologie urbaine européenne, en particulier le plan en damier colonial, a été largement adopté dans la conception de la ville de Skikda. Ce type de planification urbaine était courant pendant la période coloniale (voir la Figure 8-3), où les puissances coloniales européennes appliquaient souvent leurs propres concepts d'urbanisme dans les villes qu'elles établissaient (le style du vainqueur). Ainsi, l'urbanisation ancienne de Skikda a été fortement influencée par cette morphologie urbaine européenne, incarnée par le plan en damier

colonial, qui a contribué à façonner le paysage et l'organisation de la ville telle qu'elle se présente aujourd'hui.

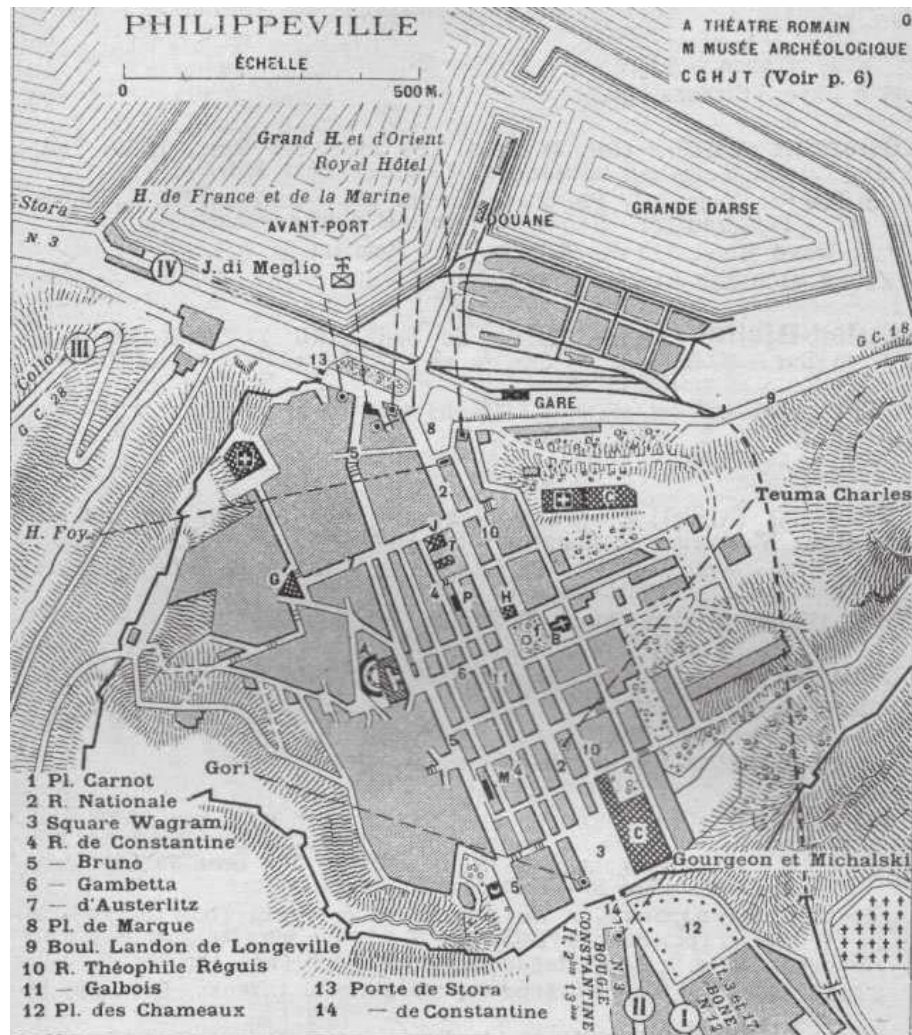


Figure 8- 3 Plan du damier colonial de la ville de Skikda (Geneawiki, 2021)

Le développement urbain de Skikda s'est focalisé autour de son port commercial, selon un plan en damier hérité de la période coloniale. La topographie accidentée a été un facteur déterminant pour l'urbanisation, le centre-ville s'étant développé entre deux collines, reliées par un axe majeur menant au port. Les contraintes géographiques ont constitué un élément clé pour l'expansion de la ville, avec le cœur urbain actuel localisé dans une cuvette entre deux colline, desservi par une artère principale descendant vers le front portuaire.

L'extension de la ville s'est déroulée en deux phases complémentaires. La première phase (1900-1948) a vu l'ajout de faubourgs sur les zones en hauteur avec un style moderne, en prolongement direct du noyau initial de la ville. La seconde phase (1948-1962) a été marquée

par une urbanisation quasi-linéaire qui est l'axe de composition urbaine qui traverse le damier colonial en direction vers l'ancienne route vers Constantine, l'urbanisation sur les terrains plats situés au sud de la ville, avec la construction des programmes de logements sociaux et de logements individuels et on cite : la cité kamiroussi et la cité appelé actuellement les frère Abass. Elle était aussi marquée par l'apparition de site et des quartiers illicites tels que la cité Bouabaaz, la cité Boulkaroua,

Après l'indépendance, la ville a été confrontée aux politiques d'urbanisation non réfléchie de l'administration local, notamment le début de l'établissement de la zone pétrochimique en 1971. Cela a entraîné des pressions démographiques, ainsi que des contraintes topographiques, limitant les possibilités d'expansion surtout après l'implantation de cette zone industrielle. Ces facteurs ont conduit à l'adoption de stratégies ponctuelles favorisant une urbanisation rapide, ce qui a influencé la planification urbaine locale et a abouti à une configuration urbaine peu cohérente (voir la Figure 8-4).

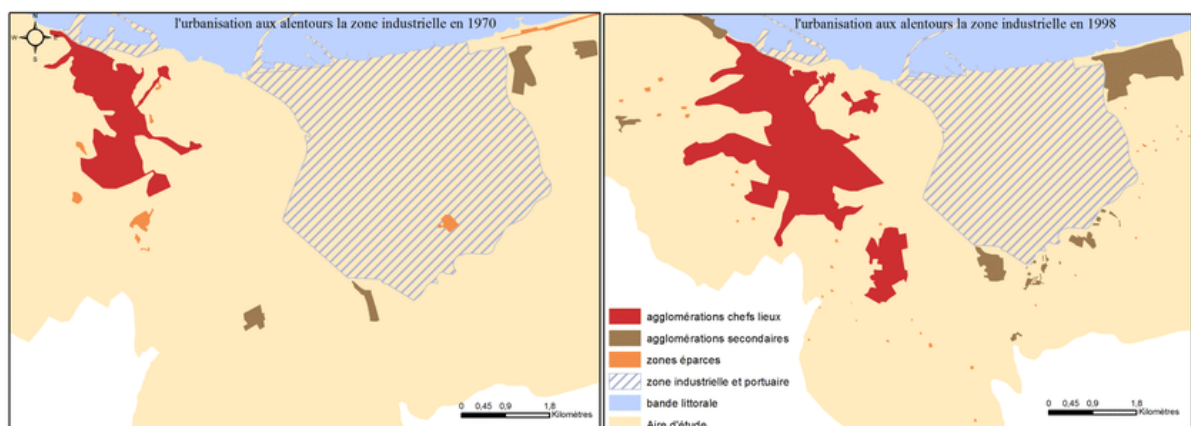


Figure 8- 4 Evolution urbaine 1971-1998 (Boulkaibet and Benmissi, 2018)

La promotion de Skikda en tant que chef-lieu de wilaya en 1974 a stimulé le développement de la ville. Cela s'est traduit par la planification d'équipements collectifs, des améliorations des infrastructures, et une dispersion des activités résidentielles. Ces changements ont renforcé le rôle de Skikda en tant que centre administratif et économique, tout en relevant des défis liés à la croissance rapide de la ville.

Tableau 8- 3 Typologies de logement de la ville de Skikda (URBACO, 2015)

| Type | Coloniale | Individuel | Collectif et semi collectif | Illicite | Total |
|-------------|-----------|------------|-----------------------------|----------|-------|
| Nombre | 6378 | 5613 | 14211 | 2203 | 28405 |
| Pourcentage | 22.45 % | 19.75% | 50.02% | 07.45% | 100% |

La ville a ensuite connu une croissance démographique significative, Parallèlement, elle a connu une expansion spatiale marquée, avec l'émergence de nouveaux fronts d'urbanisation, à la fois formels et informels, qui ont accéléré son processus d'extension, cette période a favorisé l'augmentation de l'impact spatial des quartier illicites comme la cité Bouabazz au nord-ouest et cité Boulkaroua au sud de la ville, et aussi de nouveau quartier planifier comme la cité Merdj dib, la cité 20aout1955, et la cité Elzaytoune

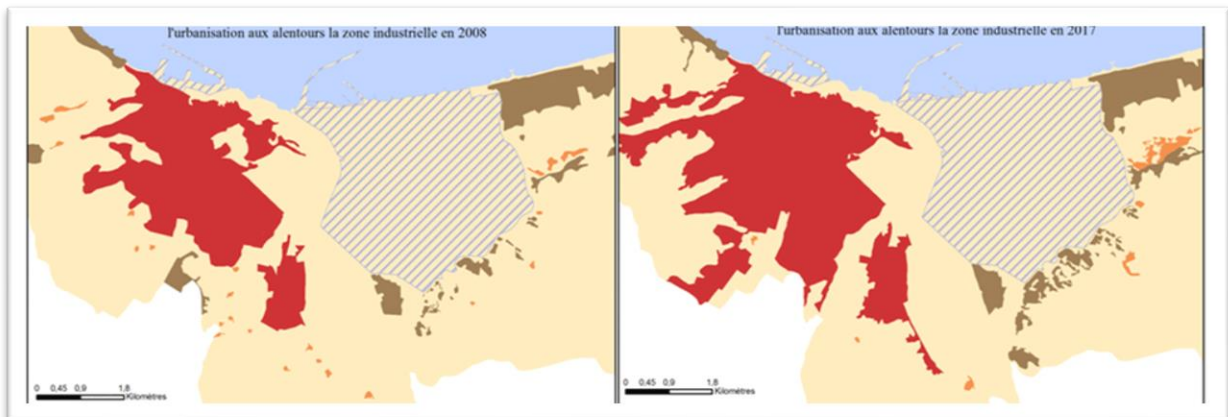


Figure 8- 5 Evolution urbaine 2008-2017 (Boulkaibet and Benmissi, 2018)

L'expansion de la zone urbaine de Skikda (à l'exclusion de la zone industrielle) entre 2003 et 2017 a été remarquable. La superficie totale de la zone urbaine a augmenté de 1 506 hectares à 2 280 hectares au cours de cette période, ce qui représente une augmentation de plus de 51 % (voir la Figure 8-5).

Cela signifie que la zone résidentielle et commerciale de Skikda a connu une croissance substantielle, ce qui peut être attribué à plusieurs facteurs, tels que l'augmentation de la population, l'urbanisation accrue et le développement économique de la région. En moyenne,

cette expansion a été d'environ 64,5 hectares par an, ce qui témoigne de la rapidité de cette croissance géographique.

L'expansion de la zone urbaine est induite par une demande croissante en logements, infrastructures publiques, services et commodités, en raison de l'accroissement démographique et du développement économique. Cette expansion reflète la nécessité croissante de répondre aux besoins grandissants de la population, générant ainsi une dynamique d'urbanisation en réponse à l'évolution démographique et aux progrès économiques. Cependant, cette expansion urbaine présente également des défis complexes. Il est impératif de planifier avec précision les infrastructures pour accompagner cette croissance, de gérer de manière efficace l'évolution urbaine, et de préserver les ressources naturelles tout en répondant aux besoins en constante augmentation de la communauté urbaine. Trouver un équilibre délicat entre le développement, la cohérence spatiale et urbaine, ainsi que la préservation deviennent ainsi essentielles pour garantir une croissance urbaine durable et harmonieuse. (Fenchouch and Tamine, 2019).

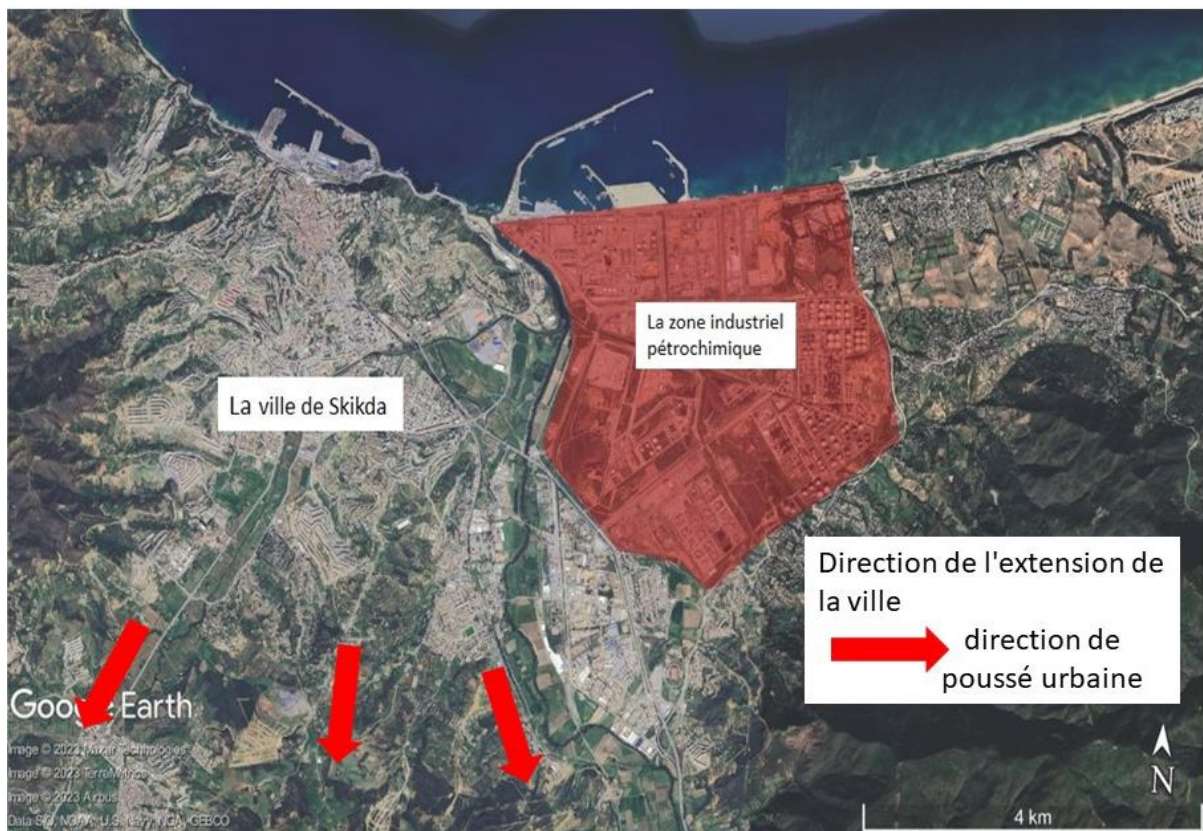


Figure 8- 6 la ville de Skikda et ses contraintes et bornes (Google Maps, 2023 ; l'Auteur 2023)

La typologie des logements dans la ville est divisée en différents types d'habitats, mais le nombre de logements du tissu colonial, qui représente 22,45% du total des types d'habitat, a eu un impact spatial important en raison de sa concentration dans une seule entité, à savoir le damier colonial (voir Tableau 8-3)

En résumé, la population de Skikda a considérablement augmenté, et son territoire s'est étendu, ce qui a entraîné des défis en matière de planification urbaine et de cohérence spatiale. L'urbanisation de Skikda a été influencée par son héritage colonial, les contraintes topographiques et l'obstacle spatial et physique de la zone industrielle pétrochimique. Toutes ces contraintes et limites ont orienté la croissance et l'extension de la zone urbaine principalement vers le sud, le sud-est et de manière modérée vers l'est (voir la Figure 8-6).

L'urbanisation de la ville de Skikda s'est principalement concentrée sur des terres facilement urbanisables, sans une planification adéquate. Cette croissance urbaine rapide et non maîtrisée a très probablement eu des impacts considérables sur la qualité, la cohérence et la performance de l'espace urbain de la ville.

De plus, cette urbanisation anarchique a été réalisée sans prendre en considération le risque important et permanent associé à la zone industrielle pétrochimique. Les lois et décrets régissant les risques industriels dans la ville ont été absents des différents documents de planification urbaine tels que le POS et le PDAU. Par conséquent, même les recommandations des autorités visant à créer une zone rouge non aedificandi autour de la zone industrielle pétrochimique n'ont pas été mises en œuvre jusqu'à ce jour. Cette situation suscite des inquiétudes importantes concernant la sécurité des résidents et la nécessité de réduire les risques d'incidents industriels dans la région.

8.3 La performance urbaine de la ville de Skikda :

A rappelé de la partie théorique qu'est un outil stratégique essentiel pour gérer les risques dans les villes. En augmentant la résilience d'une ville, on réduit sa vulnérabilité aux aléas et aux catastrophes, ce qui permet de minimiser les dommages potentiels. Au lieu de se focaliser exclusivement sur la prévention des imprévus, il est plus avisé d'élaborer des stratégies visant à accroître la résilience et améliorer la performance de la morphologie urbaine de la ville de Skikda, afin de réduire les impacts des catastrophes.

En effet L'urbanisation rapide et anarchique accroît les dangers et les faiblesses dans les villes, que ce soit en termes d'accidents ou de vulnérabilités. Il est essentiel d'améliorer la gestion de l'espace urbain en considérant à la fois les aspects physiques et immatériels, tout en préservant une vision cohérente de l'organisation spatiale et fonctionnelle. Il est essentiel de mettre en place un meilleur contrôle du développement urbain pour réduire les risques. Cela requiert une compréhension approfondie des dynamiques en jeu et une approche intégrée prenant en considération les infrastructures, les quartiers, les flux, les activités économiques, etc. L'objectif principal est de réguler l'expansion des villes tout en renforçant leur capacité de résilience face aux accidents et aux crises, quelle que soit leur nature.

La résilience urbaine peut être illustrée par l'influence de la qualité de l'espace urbain sur le comportement des habitants, ce qui permet de minimiser les impacts négatifs et de renforcer la résilience. Il existe une relation complexe mais pertinente entre la résilience urbaine et la durabilité urbaine, car elles partagent toutes deux un objectif commun : rendre les villes plus sûres, durables et réactives.

En conclusion, pour gérer les risques dans les villes, il est primordial de renforcer la résilience urbaine. Cela implique de travailler sur la morphologie urbaine et ses composantes (les réseaux, les tissus et les structures urbaines), de prendre en compte la concentration humaine, la configuration urbaine et l'accessibilité. Une ville résiliente est une ville durable, capable de réagir de manière efficace aux catastrophes et de garantir la sécurité et le bien-être de ses habitants.

Notre recherche se concentre spécifiquement sur la ville de Skikda. Un diagnostic approfondi de la performance de son espace urbain s'avère essentiel pour évaluer sa résilience face aux risques industriels. Explorer minutieusement les fragilités et les faiblesses de la morphologie urbaine de Skikda est nécessaire afin de mieux comprendre les défis auxquels elle fait face et d'identifier les mesures requises pour renforcer sa résilience. Cette approche ciblée nous permettra d'apporter des recommandations spécifiques et adaptées pour améliorer la capacité de la ville à faire face aux risques industriels.

Réaliser un diagnostic approfondi des performances de l'espace urbain de Skikda est essentiel pour évaluer la capacité de la ville à faire face aux risques industriels et à en minimiser les répercussions sur les habitants et l'environnement. Pour obtenir une image

précise, il est indispensable de prendre en compte de multiples aspects interdépendants : la planification urbaine, la densité de population, l'accessibilité et l'intégration des différents quartiers et infrastructures, ainsi que la connectivité entre les diverses entités spatiales. L'analyse détaillée de tous ces éléments et de leurs interactions permettra de juger de la résilience morphologique de Skikda face aux accidents industriels majeurs et d'identifier les axes d'amélioration possibles pour renforcer la sécurité de la population. C'est par une évaluation globale et systémique de l'espace urbain que l'on pourra réellement mesurer les capacités de la ville à faire face aux défis.

8.3.1 L'accessibilité :

L'accessibilité est un élément central de la résilience urbaine face aux crises. La fluidité et l'efficacité de la trame viaires et des infrastructures de la ville sont vitales pour assurer une réponse rapide et efficace lors d'événements perturbateurs. Une ville qui ne peut pas facilement déplacer ses habitants ou accueillir de l'aide extérieure s'expose à des conséquences plus graves en cas de catastrophe. (Boyer, 2015)

La mesure de la vulnérabilité spatiale d'une ville est déterminée par sa capacité d'accès et son exposition aux dangers. Une évaluation minutieuse de ces aspects, comprenant l'analyse des axes principaux de la ville, l'examen détaillé des cartographies, et la prise en compte des obstacles naturels, est cruciale. Une compréhension approfondie de ces éléments permettra d'élaborer des stratégies efficaces pour renforcer la résilience de la ville face aux risques potentiels.

En effet la qualité de l'accessibilité des espaces urbains est souvent déduite d'une analyse poussée du réseau routier, en mettant en évidence les contraintes topographiques et hydrologiques. Une ville avec une accessibilité optimisée a non seulement une meilleure capacité à gérer les crises mais renforce aussi sa résilience à long terme.

Suite à une analyse approfondie de la carte suivante, plusieurs observations peuvent être faites concernant le réseau routier desservant la ville. Il est manifeste que l'infrastructure actuelle est limitée, avec des voies qui peuvent ne pas répondre adéquatement aux besoins croissants de mobilité urbaine (voir la Figure 8-7).

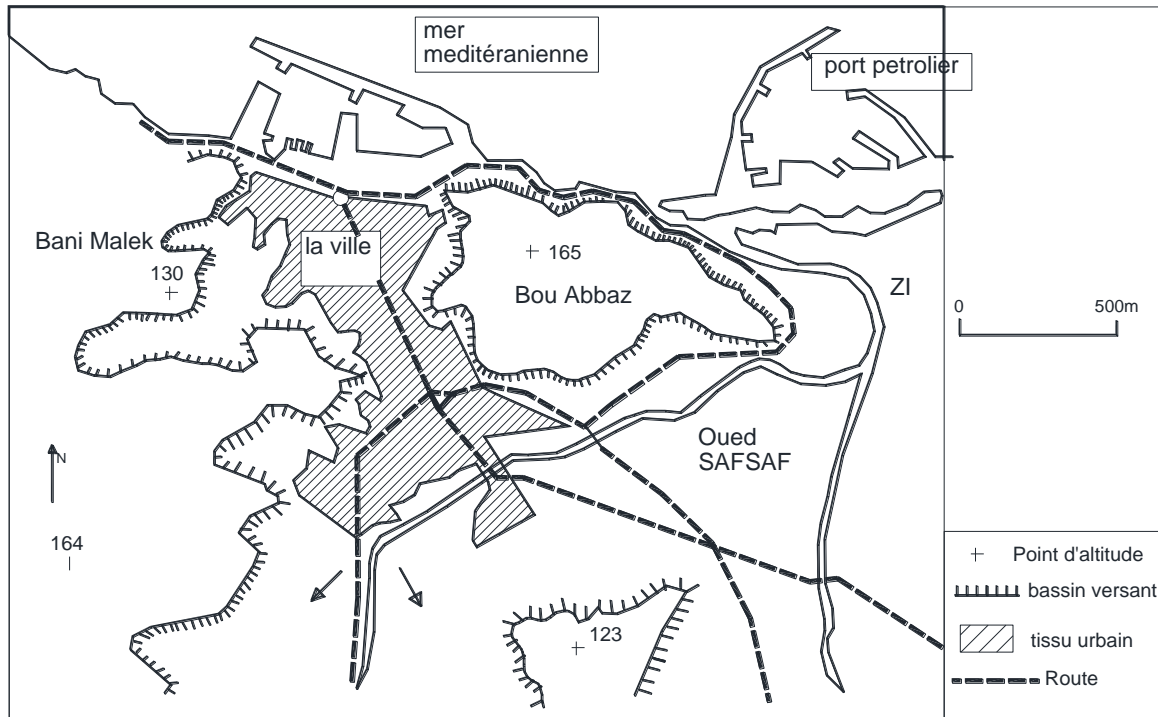


Figure 8- 7 Obstacle physique et routes d'accès dans la ville de Skikda (Boulkaibet, 2004)

Les principales voies d'accès à la ville sont la Route Nationale 03 (RN03) et la Route Nationale N44. La RN03, historiquement, a occupé une place prépondérante dans la liaison entre Skikda et Constantine. Cependant, avec le temps et l'évolution des besoins de transport, la Route Nationale N44 a pris de l'importance. Elle est devenue un axe majeur en raison de plusieurs facteurs : son expansion récente, sa connexion à l'autoroute est-ouest, et la capacité accrue qu'elle offre pour gérer un volume de trafic plus important (voir la Figure 8-8).

Néanmoins, il est aussi crucial de mentionner l'existence de routes secondaires et de chemins intercommunaux. Bien qu'ils jouent un rôle moins prépondérant dans l'accessibilité générale de la ville, ils ne contribuent pas au désengorgement du trafic sur les principales artères, facilitent l'accès à des zones moins centrales et peuvent offrir des itinéraires alternatifs en cas d'incidents sur les routes principales. Pour une gestion optimale du trafic et une mobilité fluide dans la ville de Skikda, il serait judicieux d'envisager des améliorations ou expansions sur ces routes secondaires, ainsi que réfléchir à l'intégration de nouvelles formes de déplacement ou des infrastructures complémentaires pour accompagner le développement urbain de la ville.



Figure 8- 8 Réseaux routiers de la ville de Skikda (Google Maps, 2023)

Tous ces routes convergent toutes vers le centre-ville, se déversant principalement sur la rue Didouche Mourad et le boulevard des Allées du 20 août 1955. Ces axes sont conditionnés par les caractéristiques topographiques et hydrologiques du site, notamment par la mer au nord, et les hauteurs de Bouabbaz, Beni Malek, Oued Elzramna, et Oued Safsaf. Ces contraintes géographiques rendent toute intervention, évacuation et gestion des flux humains et véhiculaires difficile en cas d'accident industriel.

Il est également important de noter la présence de la zone industrielle pétrochimique, une entité physique majeure qui agit également comme un obstacle. Elle limite l'accessibilité à la ville depuis le sud via la RN44, qui est la principale route d'accès à Skikda. De plus, cette zone industrielle contribue significativement à la congestion de la RN44, en particulier aux heures de pointe, en raison du grand nombre de travailleurs qui l'empruntent.

Les obstacles physiques de la ville compliquent les interventions d'urgence et entravent la gestion efficace des perturbations, en particulier lors d'accidents industriels, augmentant ainsi la vulnérabilité de la ville. La dynamique urbaine est fortement affectée par des problèmes d'accessibilité, exacerbés par des infrastructures inadéquates et une planification déficiente. Ces difficultés ont des conséquences notables sur la qualité de vie des habitants,

entravant considérablement la capacité de la ville à fonctionner de manière optimale et fluide.

8.3.2 Analyse de la morphologie urbaine de la ville de Skikda à travers la carte axiale :

Il convient de rappeler que la carte axiale est un modèle d'analyse spatiale des villes que nous avons déjà évoqué dans la partie théorique. Elle se compose d'un réseau de lignes droites, appelées lignes axiales, qui sont tracées à partir des espaces publics accessibles comme les rues et les places. Une carte axiale dite interconnectée se forme lorsqu'au minimum une ligne axiale parcourt chaque espace convexe. Des outils mathématiques issus de la topologie et de la théorie des graphes permettent d'étudier cette représentation via des logiciels dédiés tels Axman©, Spatialist© ou Depthmap©. (Laouar and Mazouz, 2017)

Notre analyse se basera sur le logiciel Depthmap. Parmi les mesures configurationnelles de l'analyse quantitative, nous étudierons la connectivité, l'intégration globale et l'intelligibilité, qui est la corrélation entre ces deux dernières mesures. Ces mesures nous permettent de comprendre comment un espace est connecté et intégré au reste de la ville, ainsi que sa facilité d'accès depuis n'importe quel autre lieu. Ces paramètres traduiront la performance de l'espace urbain et sa capacité à faire face à n'importe quelle crise.

La modélisation axiale réalisée sur la ville de Skikda permet de mener une étude syntaxique spatiale approfondie en calculant divers indices traduisant les interrelations entre les éléments constituant cette représentation schématique. Les produits de ces analyses peuvent être transposés sous forme tabulaire ou cartographique, les valeurs obtenues étant alors figurées par des dégradés colorés le long des lignes axiales.

Ces mesures syntaxiques constituent une méthode précieuse pour quantifier la structure urbaine dans son ensemble et évaluer son niveau de cohérence spatiale. De plus, elles offrent un aperçu détaillé des spécificités présentes au sein des différents sous-ensembles de la morphologie urbaine de la ville de Skikda. Ainsi, à travers ces indices, on peut appréhender la morphologie de la ville dans son ensemble tout en identifiant les particularismes de certains quartiers ou zones selon leurs caractéristiques syntaxiques propres. Les résultats de ces analyses constituent donc un éclairage révélateur sur l'agencement général de Skikda et de ses singularités locales.

8.3.2.1 Connectivité :

La carte de connectivité nous renseigne sur les axes les plus connectés en rouge, suivis des voies moins connectées en vert, puis des axes présentant une connectivité plus faible en bleu. Dans le cas de la ville de Skikda, on remarque que l'axe le plus connecté est la rue Didouche Mourad, qui est l'artère principale de l'ancien centre colonial, avec une valeur de 84. Les rues qui sont parallèles et perpendiculaires à celle-ci ont des valeurs qui varient entre 15 et 25. Toutes ces voies constituent le damier colonial (voir la Figure 8-9).



Figure 8- 9 la carte de la connectivité (Logiciel Depthmap 2023, l'Auteur 2023)

En complétant notre lecture de la carte de connectivité, nous identifions deux axes divergeant de la rue Didouche Mourad : l'avenue Bachir Boukadoum, dont le prolongement est l'ancienne route vers Constantine, avec une valeur de 25, et une autre voie la rue de l'Indépendance dont le prolongement est la nouvelle route vers Constantine en passant par Hamrouche Hamoudi (RN 44), avec une valeur de 25.

En poursuivant cette analyse de la carte de connectivité, nous constatons que la plupart des voies et des rues ont une valeur de connectivité très réduite. En effet, la valeur maximale est de 84, tandis que la valeur minimale est de 1. La valeur moyenne de connectivité est de 5.96. Ces valeurs indiquent que le réseau des rues est fragmenté, avec une connectivité et des rapports relativement faibles entre les différentes voies. (Voir la Figure 8-10)

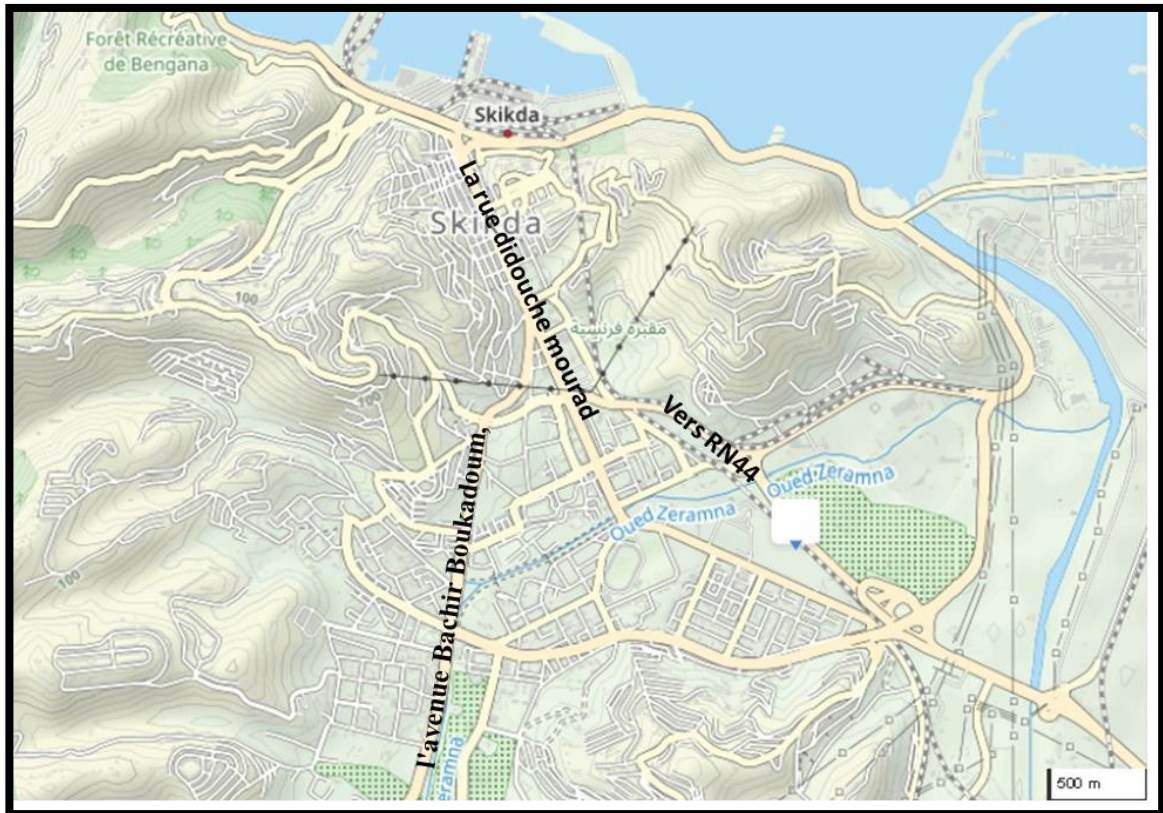


Figure 8- 10 Les rues présentant les valeurs de connectivité les plus élevées.
(Openstreetmap, 2023)

Les valeurs de connectivité particulièrement basses constatées pour la plupart des rues compliquent la navigation et les déplacements, tant pour les véhicules que pour les piétons, au sein de la ville de Skikda. Cette situation est préoccupante, car la majorité du trafic urbain est naturellement dirigée vers les axes les plus connectés en raison de leur positionnement stratégique et de leur facilité de déplacement. Ce qui est remarqué dans l'ancien centre colonial vue que la plupart de ces rues en une valeur plus élevé par rapport aux restes de la ville.

Ces problèmes de connectivité limitée engendrent des conséquences négatives notables. Ils accentuent notamment les phénomènes de congestion du trafic routier. Les voies les plus connectées, telles que la rue Didouche Mourad et son prolongement vers les allées du 20

août 1955, l'avenue Bachir Boukadoum et la rue de l'Indépendance vers la RN44, se retrouvent souvent saturées de véhicules. Cette situation provoque des embouteillages fréquents sur ces axes, des retards conséquents et une inefficacité globale du système de transport. Les déplacements deviennent ainsi plus lents et contraignants, affectant directement la qualité de vie des résidents et des visiteurs de la ville.

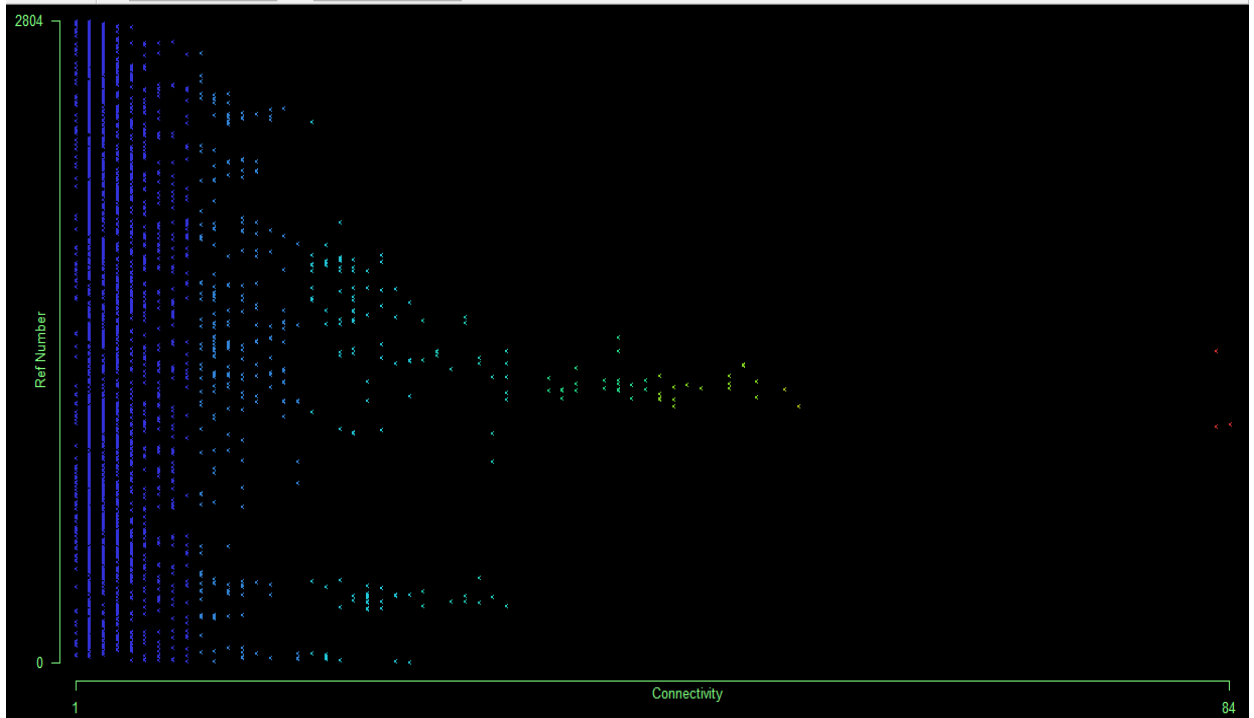


Figure 8- 11 Les valeurs de la connectivité (Logiciel Depthmap 2023, l'Auteur 2023)

De plus, cette faible connectivité rend la ville particulièrement vulnérable en cas de crise, accentuant le risque de paralysie du réseau routier (voir la Figure 8-11). Lors d'urgences ou de situations critiques, il est primordial d'assurer une circulation fluide pour les véhicules d'urgence, les services de secours et les approvisionnements vitaux. Or, une ville dotée d'un réseau routier mal connecté, se polarisant sur quelques axes principaux, compromet l'efficacité du système de transport. Cette faiblesse structurelle entrave la capacité de réponse rapide de la ville, pouvant provoquer des retards dans les interventions, une mise en danger accrue de la sécurité publique et une augmentation de la vulnérabilité face aux crises.

8.3.2.2 Intégration :

La carte d'intégration globale HH élaborée sur Skikda nous fournit une représentation visuelle des niveaux d'accessibilité relatifs des différentes rues de la ville. En effet, l'intégration globale est un indicateur syntaxique qui permet de quantifier l'intégration d'un

axe viaire dans la structure urbaine dans son ensemble, comme l'a montré Van Nes (2011) Concrètement, plus le nombre de changements de direction nécessaires pour joindre une rue est faible, plus son indice d'intégration est élevé, traduisant une bonne accessibilité.

A contrario, les rues qui impliquent de nombreux détours et bifurcations ont tendance à présenter une intégration globale déficiente, révélant leur caractère ségrégué et peu accessible depuis les autres quartiers. Ainsi, cartographier les valeurs d'intégration globale à Skikda permet de repérer les axes centraux et bien connectés au reste du réseau viaire, mais également les secteurs enclavés et déconnectés caractérisés par une moindre accessibilité. Cette analyse syntaxique offre donc un éclairage précieux sur la configuration spatiale globale de la ville. (Hillier, 1987 ; Laouar and Mazouz, 2017)

Les zones les plus intégrées sont représentées en rouge, les zones modérément intégrées en nuances de rouge, et les zones moins intégrées (ou ségréguées) en nuances de bleu.

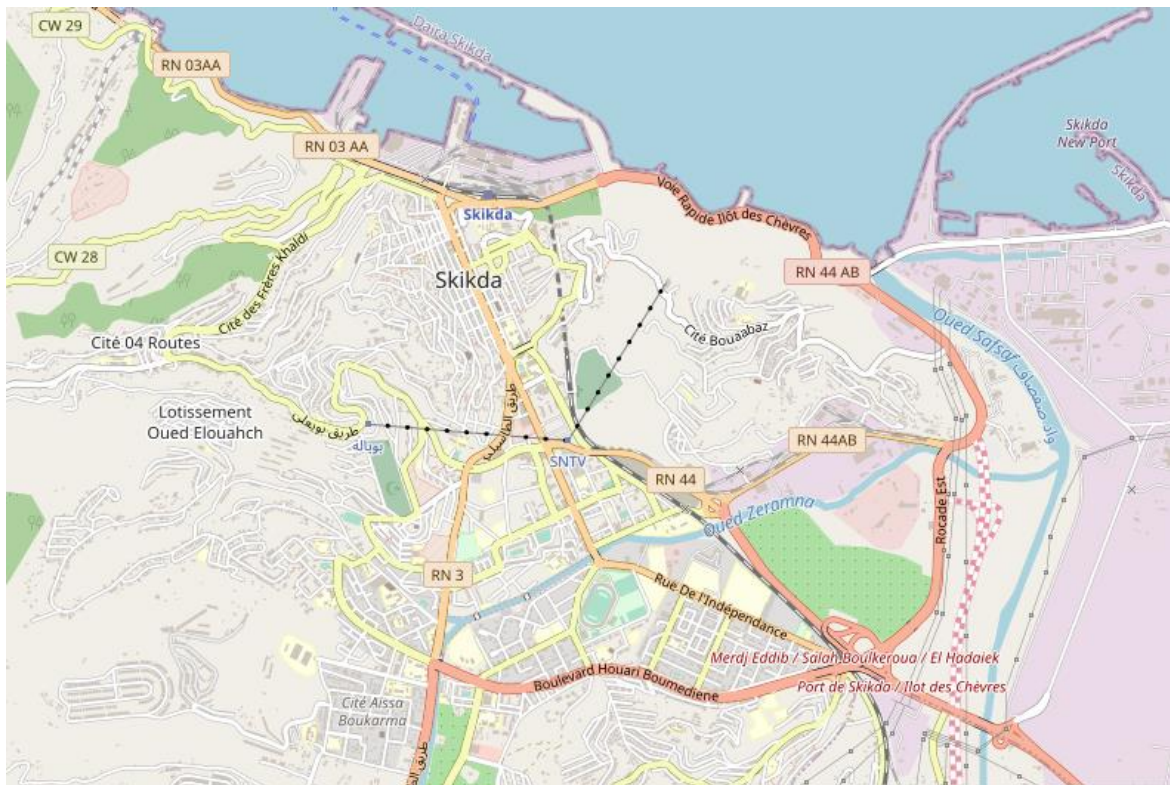


Figure 8- 12 Carte de la ville de Skikda (Openstreetmap, 2023)

Selon la carte d'intégration, l'ancien centre colonial, caractérisé par son plan en damier, présente les valeurs d'intégration les plus élevées. Ces valeurs sont représentées sur la carte en rouge, atteignant un pic à 0,97. Ensuite, les premières extensions coloniales, incluant les

faubourgs, ainsi que les quartiers post-coloniaux affichent des valeurs d'intégration se situant entre 0,9 et 0,8. Ces zones sont représentées en orange sur la carte. Parmi ces zones, on retrouve les allées du 20 août 1955, Merdj eldib, Camiroussi, la cité Salah Boulkaroua, la cité Frère Saker, et la cité des Frères Saadi (Voir les Figure 8-12 et 8-13).

Les quartiers post-coloniaux, situés à l'ouest et au sud de l'ancien centre, sont, quant à eux, représentés en vert et en bleu. Ces couleurs indiquent les niveaux d'intégration les plus faibles de la ville, avec des valeurs oscillantes entre 0,5 et 0,22. Dans ces quartiers, on compte notamment la cité Zerramna au Sud, ainsi que les cités Oued Elouahche, 04 Route, lotissement Bouyaala, 500 logements, et Aissa Boukarma à l'Ouest. Et Bouabaaz à l'Est.



Figure 8- 13 Carte d'intégration (Logiciel Depthmap 2023, l'Auteur 2023)

On doit préciser que les extensions de la ville de Skikda se sont développées sous la forme d'anneaux autour de l'ancien centre colonial. Avec une valeur max de 0.9 et valeur min de

0.22 et avec un moyen de 0.58, Ce schéma d'expansion concentrique a conduit à des valeurs d'intégration décroissantes à mesure que l'on s'éloigne du centre.

L'ancien centre colonial, avec son damier, présente la plus haute valeur d'intégration, comme indiqué par la couleur rouge intense sur la carte. Les premières extensions coloniales, représentées en orange, affichent une valeur d'intégration légèrement inférieure à celle de l'ancien centre, mais restent relativement bien intégrées.

Cependant, à mesure que l'on s'éloigne vers les périmètres extérieurs, symbolisés en vert et en bleu sur la carte, les valeurs d'intégration décroissent. Cette tendance évoque une accessibilité réduite et une segmentation accrue dans ces zones. Les quartiers les plus distants de l'ancien centre colonial, localisés dans les secteurs ouest et sud, affichent les valeurs d'intégration les moins élevées. Le bleu, ici, témoigne d'une ségrégation spatiale prononcée.

Cette configuration en anneau avec une intégration décroissante peut être le résultat d'une croissance urbaine qui s'est principalement concentrée sur l'expansion périphérique et recherché la disponibilité des terres à urbaniser, plutôt que sur la revitalisation ou la densification de l'ancien centre colonial.

Ces résultats nous fournissent des informations sur la configuration spatiale de la ville, mettant en évidence un centre intégré et accessible qui a favorisé une concentration humaine élevée, une fonctionnalité et une attractivité importantes. En revanche, les zones situées à l'ouest et au sud sont ségréguées, avec une faible accessibilité.

Cette configuration spatiale aura un impact sur la vulnérabilité et la performance urbaine de la ville face aux crises et aux risques industriels. Bien que le centre soit intégré et accessible, avec ses enjeux humains et institutionnels importants, puisse être spatialement plus résilient et mieux préparé pour faire face à ces situations d'urgence, il présente également des vulnérabilités liées à sa surconcentration en termes de fonctions et d'enjeux urbains.

La surutilisation et l'occupation intensive de cette zone centrale peuvent entraîner des dysfonctionnements urbains. Par exemple, la surpopulation peut entraîner des problèmes de congestion, une pression accrue sur les infrastructures et les services, ainsi qu'une plus

grande exposition aux risques et aux impacts des crises. De plus, la concentration excessive des fonctions urbaines dans cette zone peut créer une dépendance excessive vis-à-vis d'un seul secteur ou d'une seule activité, ce qui rend la ville plus vulnérable aux perturbations et aux chocs externes.

D'un autre côté, les zones périphériques ségréguées avec une faible accessibilité peuvent également être vulnérables en raison de leur isolement et de leur moindre capacité à répondre efficacement aux crises et aux risques industriels. Le manque d'accessibilité peut entraver l'accès aux secours, aux services essentiels et aux mesures de prévention et de gestion des risques.

8.3.2.3 L'intelligibilité

L'intelligibilité, représentée par le croisement, la corrélation et l'interaction entre la connectivité et l'intégration, est un indicateur de la capacité à lire et comprendre la structure globale à partir des parties d'un réseau urbain. Une corrélation forte indiquerait que les lignes bien connectées localement sont également intégrées de manière significative, ce qui facilite la lecture de l'ensemble à partir de ses parties. (Hillier, 1987 ; Laouar et al., 2019)

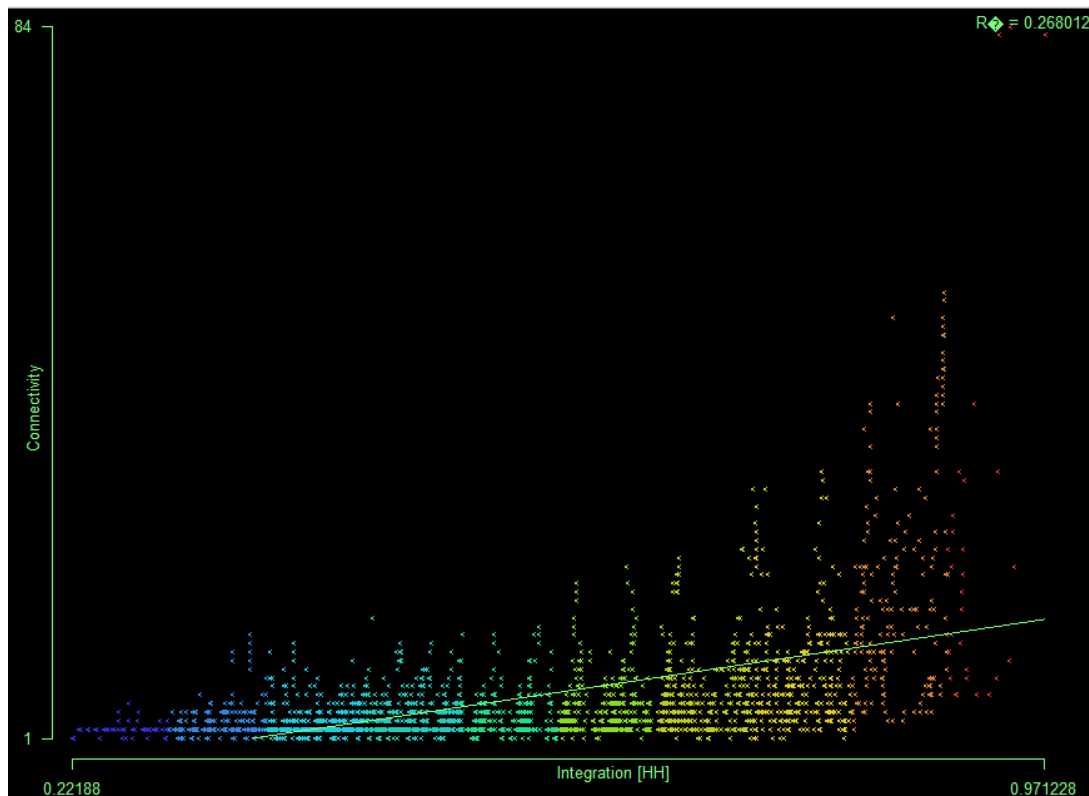


Figure 8- 14 L'intelligibilité de la morphologie urbaine de la ville de Skikda (Logiciel Depthmap 2023, l'Auteur 2023)

Dans Notre cas, une valeur R2 de 0,26 a été obtenue pour la corrélation entre la connectivité et l'intégration. Cette valeur relativement faible suggère une corrélation limitée entre ces deux aspects dans le réseau des rues étudié. Cela signifie que la connectivité locale des rues ne correspond pas nécessairement à leur niveau d'intégration dans le réseau global de la ville (voir la Figure 8-14).

Une faible intelligibilité peut avoir des implications sur la compréhension, la lisibilité et la cohérence de l'espace urbain. Lorsque l'interaction entre la connectivité et l'intégration est faible, il devient plus difficile d'identifier les schémas et les relations entre les différentes parties du réseau. Cela peut engendrer des défis importants dans la gestion quotidienne des déplacements et de la mobilité urbaine, impactant la fluidité des flux de circulation. Ces difficultés ont le potentiel d'avoir des répercussions négatives significatives sur la performance globale de la morphologie urbaine de la ville de Skikda, en influençant la qualité de vie des habitants et la fonctionnalité générale de l'espace urbain.

En conséquence, la morphologie urbaine de la ville peut être moins résiliente face aux perturbations et aux crises. Par exemple, la paralysie de la ville ou d'une partie de celle-ci devient plus probable en cas de perturbation majeure, telle qu'une catastrophe ou une crise industrielle. De plus, la ségrégation des parties de la ville, avec un centre fortement intégré et des zones périphériques moins connectées, entraîne un déséquilibre spatial.

Ces éléments contribuent significativement à une faible résilience urbaine face aux risques industriels. L'absence de liens solides entre les différentes parties de la ville limite la capacité de réponse et de récupération en cas de crise. La résilience urbaine, qui implique la capacité de faire face aux perturbations, de s'adapter et de se rétablir rapidement, peut être affaiblie par une intelligibilité limitée et une segmentation spatiale. Cette situation accroît la vulnérabilité de la ville aux risques industriels et aux crises, soulignant l'importance d'une approche intégrée pour renforcer la résilience urbaine.

CONCLUSION :

Skikda, une ville en constante évolution, connaît une croissance démographique rapide qui a redéfini son paysage au fil des ans. Cette expansion démographique s'est manifestée par une expansion territoriale, remodelant le tissu urbain de la ville. Cependant, comme dans de

nombreuses villes en croissance rapide, l'urbanisation de Skikda n'a pas toujours été le produit d'une planification minutieuse.

L'expansion s'est souvent déroulée de manière désordonnée, entraînant une série de défis. Au lieu d'une croissance structurée et planifiée, Skikda s'est trouvée face à des constructions et des développements parfois impromptus. Cette urbanisation précipitée, si elle a pu fournir des logements pour la population croissante, n'a pas nécessairement anticipé les besoins futurs ou tenu compte des meilleures pratiques d'urbanisme.

L'urbanisation hâtive et parfois non planifiée de Skikda crée des risques qui touchent autant la ville que ses habitants. Cette croissance démographique imprévue exige une meilleure maîtrise de l'espace urbain, tout en préservant une organisation spatiale et fonctionnelle cohérente. Les éléments clés tels que la planification urbaine, la densité de la population, l'accessibilité et l'intégration des diverses composantes de la ville ont un impact direct sur la performance urbaine de Skikda.

L'accessibilité est cruciale pour la résilience urbaine. Dans le cas de Skikda, l'infrastructure existante est visiblement limitée, en partie à cause de ses particularités géotechniques et de la proximité de la zone industrielle pétrochimique. Ces obstacles physiques associés à cette zone réduisent non seulement l'accès à la ville, mais aggravent également les embouteillages, rendant Skikda plus vulnérable aux perturbations et compromettant la rapidité des interventions lors d'urgences.

En effet l'analyse syntaxique de la ville de Skikda révèle que sa morphologie urbaine présente des défis en matière de connectivité, d'intégration et d'intelligibilité. Une majorité de ses rues souffre d'une connectivité réduite, entravant les déplacements fluides et compliquant les interventions d'urgence, en particulier lors d'événements imprévus.

Bien que le centre colonial soit bien intégré, cette qualité diminue en s'éloignant du centre, indiquant une tendance à l'expansion plutôt qu'à la densification. De plus, une faible corrélation entre la connectivité et l'intégration rend la navigation dans la ville complexe, augmentant les risques en cas de perturbations majeures, comme une crise industrielle, qui pourrait paralyser la ville.

En conclusion, malgré la croissance dynamique de Skikda, son développement mal maîtrisé et sa morphologie urbaine actuelle laissent entrevoir une performance urbaine insuffisante. Cette configuration la rend particulièrement vulnérable face aux crises, en particulier les risques industriels. Il est donc essentiel d'adopter une planification méticuleuse et de mener une réflexion approfondie sur l'infrastructure pour accroître la résilience de la ville et assurer un avenir serein et durable pour ses résidents.

CHAPITRE IX : L'ANCIEN CENTRE-VILLE DE SKIKDA : FORME URBAINE, CONFIGURATION SPATIALE ET RESILIENCE FACE AUX RISQUES INDUSTRIELS

INTRODUCTION :

De nombreuses villes du monde courent des risques industriels élevés, influencés par leurs configurations urbaines spatiales. La forme urbaine impacte significativement la vulnérabilité des villes face aux risques industriels. L'urbanisation croissante non réfléchie augmente le taux risques, affectant à la fois les paramètres de vulnérabilité et aussi multiplier l'intensité les aléas et (Pigeon, 2005). Pour construire des villes durables de demain, il est crucial de renforcer la maîtrise de l'espace urbain, en considérant à la fois ses dimensions physiques et immatérielles, afin de maintenir une cohérence spatiale et fonctionnelle.

La performance des systèmes urbains est intimement liée à leur résilience face aux risques industriels. Les connexions entre les différents systèmes et entités urbaines sont essentielles pour anticiper et se préparer aux crises potentielles. Il est impératif de travailler sur les réseaux, les structures urbaines et leurs interconnexions à différentes échelles, depuis la ville entière jusqu'aux quartiers résidentiels, pour renforcer la résilience globale des villes face aux risques industriels.

La ville de Skikda est particulièrement vulnérable aux risques industriels importants, en raison de sa proximité avec une zone industrielle pétrochimique instable, de l'absence de protections suffisantes, et de vents dangereux en cas d'accident. Les résultats d'études précédentes soulignent que l'accessibilité est un facteur crucial pour la résilience urbaine. Cependant, l'infrastructure de Skikda est limitée, à cause de ses particularités géotechniques et de la proximité de la zone pétrochimique, exacerbant sa vulnérabilité aux perturbations et retardant les interventions d'urgence.

Une analyse approfondie de la morphologie urbaine de la ville de Skikda dans le chapitre précédent révèle que celle-ci pose des défis en termes de connectivité, d'intégration et d'intelligibilité. Avec une majorité de rues peu connectées, les déplacements sont entravés, rendant les interventions d'urgence compliquées, surtout en cas d'événements imprévus. Bien

que son centre colonial soit bien intégré, cette intégration diminue progressivement à mesure que l'on s'éloigne du centre, indiquant une expansion de la ville au détriment de la densification. De plus, la navigation dans la ville est rendue complexe par une faible corrélation entre connectivité et intégration, augmentant les risques en cas de perturbations majeures.

Bien que des études aient examiné l'interaction entre la ville et les risques industriels environnants, peu se sont penchées sur le comportement spécifique de la ville face à ces risques. Des analyses antérieures indiquent que l'ancien centre-ville est le secteur le plus connecté et accessible, avec une intégration élevée par rapport au reste de la ville qui le rend le plus attractive avec un flux humain important. Ainsi, le focus sera mis sur l'analyse de l'ancien centre-ville, le damier colonial, en raison de son importance structurelle, humaine, institutionnelle, et urbaine, ainsi que la fragilité de ses bâtiments

Ce chapitre explorera donc le comportement de l'ancien centre-ville face aux risques industriels, en se concentrant sur la relation entre forme urbaine, configuration spatiale et risques industriels. Des indicateurs urbains tels que la densité de population, la structure urbaine et l'état des bâtiments, qui influencent directement la résilience de l'espace urbain, seront sélectionnés et analysés pour cette étude

9.1 Introduction à l'échantillon d'étude :

L'ancien centre colonial de la ville de Skikda se spécifie par un plan en damier qui se caractérise par un réseau de rues qui se croisent à angle droit, formant ainsi des blocs réguliers. Chaque bloc est généralement délimité par des rues principales et secondaires, créant un schéma géométrique et ordonné., théoriquement le plan en damier colonial permettait une organisation efficace de l'espace, facilitant la circulation, l'orientation et la gestion de la ville.

Dans notre cas d'intervention, nous examinons le centre ancien de la ville de Skikda avec un plan urbain en damier où les espaces vides, ou les "trous urbains", sont agencés de manière régulière et systématique, encadrés et structurés par des bâtiments existants. Ces espaces vides, visibles sur la planimétrie du sol (c'est-à-dire le plan représentant l'arrangement et les détails des éléments au niveau du sol), jouent un rôle crucial dans la configuration urbaine de la ville (voir la Figure 9-1).



Figure 9- 1 l'ancien centre coloniale de la ville de Skikda (CTC, 2012)

Les espaces concaves ou les vides urbaine, définis par l'absence de construction, sont aussi essentiels que les structures bâties pour la morphologie urbaine. Ils jouent un rôle crucial dans l'organisation spatiale, la fluidité de la circulation, la ventilation, et contribuent significativement à la définition visuelle et fonctionnelle de l'environnement urbain. Ces zones vides ne sont pas simplement des lacunes, mais plutôt des composants indispensables de la structure urbaine, offrant des contrastes et des compléments nécessaires aux zones construites. En somme, ces espaces vides sont des éléments incontournables de la morphologie urbaine, participant activement à la dynamique globale de la ville, et nécessitent une analyse approfondie lors de toute étude ou intervention planifiée dans notre cas d'étude urbain spécifique. (Baudet-Michel and Aschan-Leygonie 2009, PINON, 1991)

La vue en plan illustre la diversité et la hiérarchie distincte des espaces vides dans le centre ancien de Skikda. Ces espaces vides, identifiables comme des rues et des places, se distinguent non seulement par leur nature, mais aussi par leur échelle et morphologie. L'analyse planimétrique révèle une structure urbaine ordonnée avec une hiérarchie spatiale qui, théoriquement, devrait favoriser une circulation à la fois fluide et sécurisée. Toutefois, la situation réelle observée sur le terrain contraste avec cette théorie.



Figure 9- 2 Une photo de l'ancien centre, prise à partir de la COUR (l'Auteur 2023)

Concernant les vides urbains dans notre cas d'étude, il est crucial de noter que le plan en damier, héritage de l'époque coloniale, ne facilite pas l'intégration d'espaces tels que les jardins, les places et les placettes. En effet, dans ce contexte, la fonction de déplacement, incarnée par les rues et les ruelles, domine ces espaces vides. Ainsi, les vides urbains dans notre cas d'étude sont majoritairement composés de rues et de voies de circulation, complétés par quelques places et parkings (voir la Figure 9-3) :

- Il y a une place publique nommée "COUR (l'église)", située au cœur de l'ancienne ville. Cet espace a été dégagé suite à la démolition de l'église datant de l'époque coloniale. Malheureusement, cet espace est aujourd'hui principalement occupé de manière désorganisée par plusieurs cafétérias et leurs terrasses, tandis qu'une autre section de la place est utilisée comme parking.
- Une autre grande place est localisée au nord de l'ancien centre, plus précisément à l'entrée principale du port de Skikda. Cependant, cet espace ne semble pas avoir de fonction précise ; il est principalement utilisé comme lieu de rassemblement pour les citoyens et accueille quelques activités saisonnières.

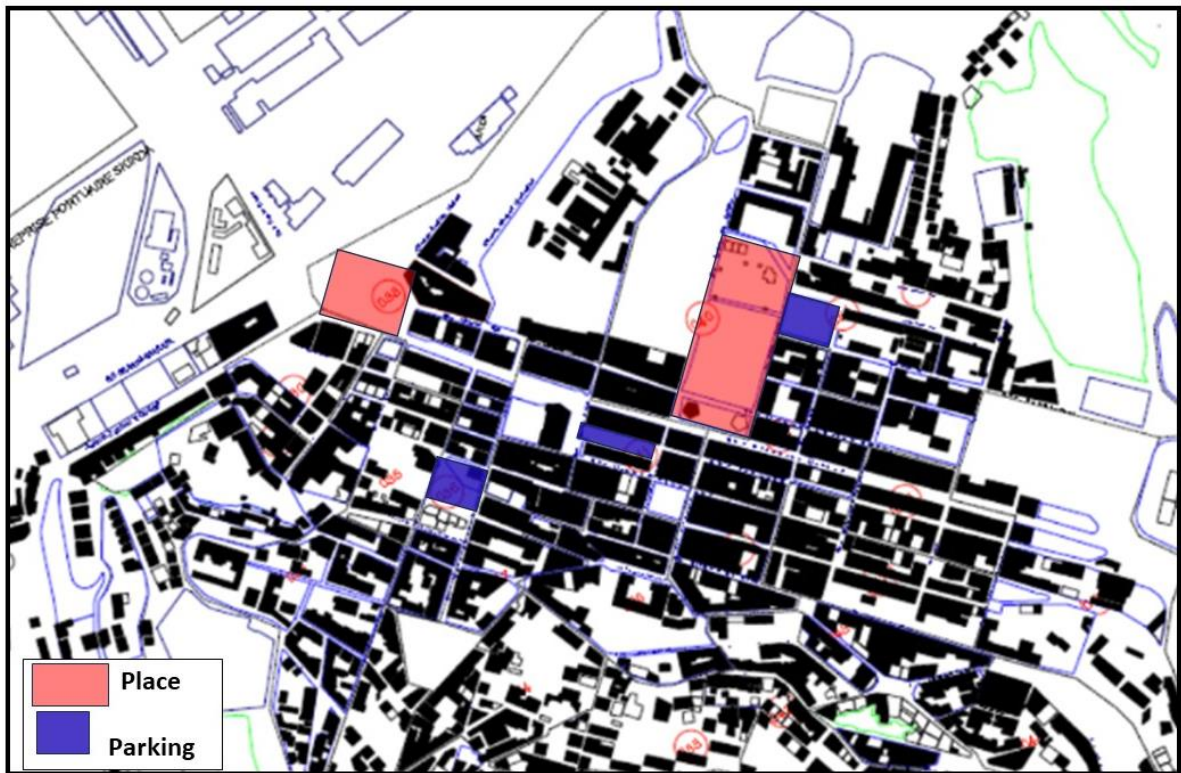


Figure 9- 3 Le vide urbain dans l'ancien centre-ville de Skikda (URBACO, 2015 ; l'Auteur 2022)

En ce qui concerne le stationnement, bien qu'il existe trois parkings officiels, ces derniers sont insuffisants. Cette pénurie oblige les visiteurs à stationner dans des zones non autorisées ou des endroits qui entravent la circulation, en particulier dans les rues secondaires du quartier en damier.

Des études sur les villes coloniales et les anciens centres historiques des villes ont montré que ces anciens noyaux sont plus compacts que ceux créés à l'époque moderne. Avec une grande concentration d'activités commercial, de services, et administrative En conséquence, ces zones traditionnelles attirent plus de visiteurs et d'utilisateurs. (Hillier and Vaughan, 2007)

Lors d'une inspection sur site, un déséquilibre manifeste est observable. Ce phénomène est principalement causé par l'attractivité considérable de l'axe principal du centre. En outre, les rues secondaires, qui sont perpendiculaires à cet axe majeur, contribuent également à créer ce déséquilibre. De manière inattendue, il semble que certaines rues, bien que modestes en termes de dimensions, jouent un rôle plus crucial dans la circulation et l'activité urbaine que le boulevard principal lui-même. Ces rues secondaires, dont l'importance est inattendue, ont

un impact significatif sur la dynamique globale de l'espace urbain dans l'ancien centre de Skikda.

D'autre part, la topographie accidentée du site nuit à la performance de la structure urbaine. En effet, la déclivité de certaines rues secondaires, perpendiculaires au boulevard principal, peut atteindre ou dépasser 10%. Par ailleurs, la morphologie et les dimensions restrictives des rues - avec la rue Didouche Mourad affichant une largeur de 12 à 15 mètres et les rues secondaires mesurant entre 3 et 6 mètres - semblent inappropriées au vu de l'attractivité significative de la zone. Cette problématique est exacerbée par des pentes marquées, rendant la circulation des usagers plus périlleuse, surtout aux heures de pointe, que ces derniers soient piétons ou motorisés.

9.2 Facteurs Influant sur la Performance Urbaine du Centre Ancien de Skikda Face aux Risques Industriels :

Notre approche vise à évaluer le taux de résilience urbaine de notre échantillon d'étude en développant un système d'indicateurs. Ce dispositif a pour objectif d'évaluer l'efficacité de l'espace urbain face à d'éventuels risques industriels et de déterminer la capacité de sa configuration spatiale à minimiser tant les dégâts humains que matériels en cas de crise.

La technique d'évaluation par indicateurs est une méthode scientifiquement reconnue, apte à fournir des données pertinentes pour la gestion des risques industriels dans l'environnement urbain. Le système d'indicateurs envisagé est multidimensionnel, englobant les dimensions du développement durable. Il est conçu pour stimuler le dialogue sur les éléments urbains qui jouent un rôle dans la gestion et la réduction des dommages lors d'accidents industriels.

La distinction entre le contenant (l'espace urbain, englobant sa morphologie et l'état des constructions) et le contenu (la population) est primordiale dans notre étude. Ces deux éléments sont essentiels pour comprendre la résilience et la réactivité de l'espace urbain face aux risques industriels. Le contenant se réfère à la structure physique de l'espace urbain tandis que le contenu, représenté par la densité de population, est une variable directement exposée aux menaces industrielles.

C'est dans cette optique que notre système d'indicateurs a été conçu. Il facilite le dialogue entre ces deux composantes majeures : la densité de population (contenu) et l'état des

bâtiments (contenant). De plus, il intègre la capacité de la morphologie urbaine à gérer les crises, notamment grâce aux voies spatiales favorisant l'intervention des services concernés et l'évacuation rapide de la population. Grâce à ce système, nous pouvons établir des corrélations et mesurer la résilience de notre zone d'étude.

Poursuivant notre recherche, nous approfondirons l'analyse des interactions et corrélations entre les différents indicateurs identifiés. Cela nous permettra de mieux cerner la résilience de l'espace urbain, en particulier dans l'ancien centre de Skikda, face aux risques industriels.

9.3 La concentration humaine :

L'équation de vulnérabilité se compose principalement de deux éléments cruciaux : l'enjeu humain et l'aléa. Dans un contexte urbain, une concentration élevée d'habitants intensifie les dommages potentiels en cas d'accident.

La densité de population, indicateur tangible de la concentration de résidents et des mouvements de foule dans un espace urbain, est un facteur de vulnérabilité manifeste. Selon (Blancher et al., 1996), la densité de population est un signe révélateur de vulnérabilité, étant donné qu'une densité élevée indique une grande quantité d'individus résidant ou travaillant dans un secteur précis. Ceci augmente non seulement les enjeux humains mais également la vulnérabilité lors d'événements catastrophiques ou d'accidents. Dans ces conditions, les infrastructures, les services d'urgence, et les systèmes de soutien peuvent être soumis à une pression considérable, exacerbant ainsi les dommages et les impacts sur les communautés. Ainsi, la densité de population est un élément clé lors de l'évaluation de la vulnérabilité d'une région.

De fait, l'enjeu humain est souvent perçu comme le critère le plus vital de l'équation de vulnérabilité. Une densité de population accrue dans une zone soumise à des aléas augmente la vulnérabilité, diminuant ainsi la résilience des communautés au sein de l'espace urbain.

Pour évaluer la concentration de la population, la première étape consiste à utiliser des données statistiques sur la densité de population, qui peuvent être représentées cartographiquement sur le plan de la ville. Plus précisément, pour la zone d'étude concernée - l'ancien centre de Skikda - il est pertinent d'analyser les taux d'occupation par logement

(TOL). En associant ces données à celles relatives à l'état des bâtiments, nous obtenons une vision claire et intégrée de l'enjeu humain dans l'équation de la vulnérabilité.

Dans le cadre de notre examen du centre-ville de Skikda, il est primordial de mentionner que la densité de population est notable, atteignant 370 habitants par hectare (Boulkaibet, 2011) (comme il est illustré dans la Figure 7-1), une densité considérée importante. Cette donnée démontre que la région est densément peuplée, accentuant les enjeux humains en situation de crise ou de catastrophe.

En outre, le bâti du centre-ville est principalement constitué de constructions qui datent de l'époque coloniale, et celles-ci sont dans un état de conservation précaire. Ces édifices, qui ont subi l'usure du temps, présentent un risque accru en raison de leur fragilité structurelle et de leur détérioration avancée. (Voir la Figure 9-4)

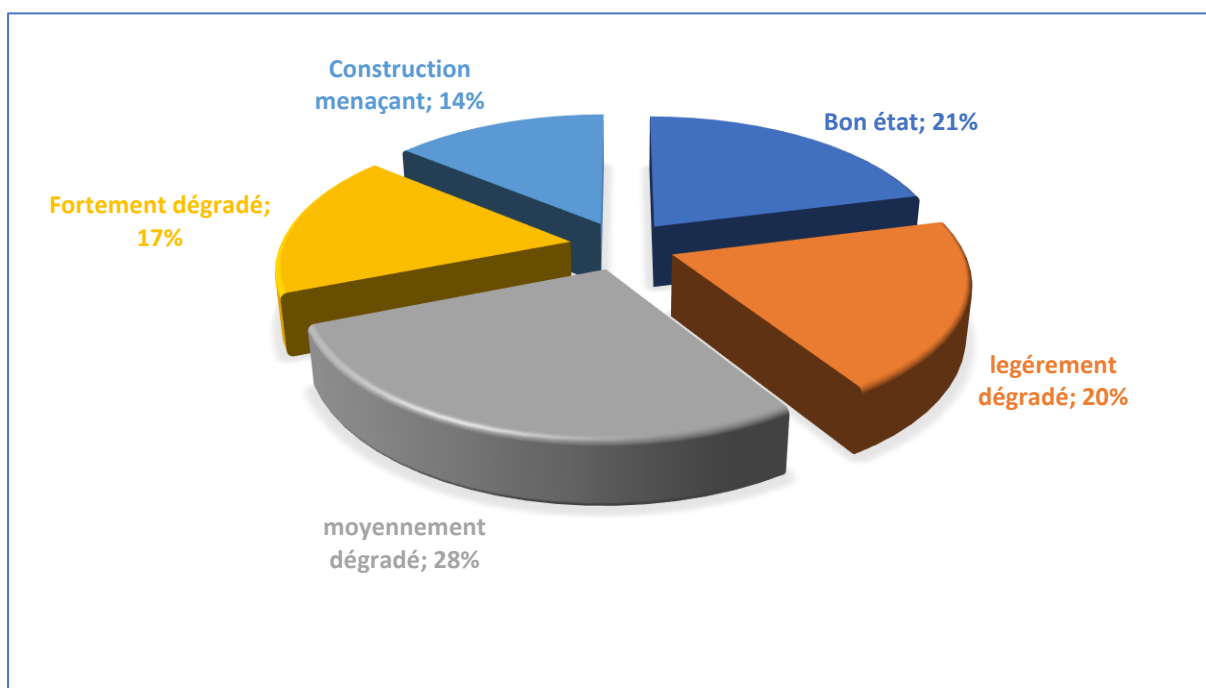


Figure 9- 4 Niveau de dégradation des constructions (CTC, 2012)

Un recensement effectué en 2012 par les services concernés, dans l'optique d'intervenir sur l'ancien centre, indique que celui-ci compte un total de 22 027 habitants. Ces derniers se répartissent dans 3 759 logements, selon les données du CTC (2012), avec un taux d'occupation par logement (TOL) de 5,86. Ce taux élevé implique que chaque logement

accueille en moyenne près de six personnes, situation qui pourrait accroître les risques en cas d'événements imprévus ou adverses.

Il est également crucial de noter que l'ancien centre de de la ville Skikda revêt une importance commerciale et administrative notable. Cette zone ne se limite pas à un rôle résidentiel ; elle s'impose comme un pôle économique et administratif majeur, drainant constamment des individus pour des raisons tant professionnelles que personnelles. Cette affluence ajoute un niveau de complexité et de risque, accentuant la sensibilité et la vulnérabilité de la région face aux imprévus.

La densité humaine ne se limite pas à la seule population résidente. Elle englobe également ceux qui utilisent l'espace de manière occasionnelle ou temporaire. Ainsi, la concentration effective des individus dépasse largement le nombre de résidents permanents.

Dans le contexte urbain, la densité ne s'appréhende pas uniquement sous l'angle résidentiel. Elle reflète les dynamiques et particularités socio-économiques d'une ville tout en servant de baromètre pour évaluer sa vulnérabilité. En particulier face aux risques industriels, cet indicateur est essentiel pour évaluer la capacité de résilience d'un espace.

Si la densité est couramment mesurée en nombre de résidents par unité de superficie, il est essentiel d'inclure les mouvements fluctuants de personnes, qu'ils soient motivés par le commerce, le tourisme, ou l'accès à des services. D'où l'intérêt de notre deuxième étape : l'adoption d'un protocole de comptage. Cet outil nous permet d'observer et de quantifier ces mouvements, y compris le flux horaire des piétons

Cette méthode de comptage offre une vue approfondie de la densité réelle à différents moments et lieux. Dans le cadre de l'ancien centre de Skikda, le damier colonial, la densité fluctue selon les infrastructures urbaines et les centres d'intérêt commerciaux ou touristiques. Par conséquent, le protocole de comptage nous aide à mieux comprendre la répartition de la population dans cette partie spécifique de la ville, les pics d'affluence, ainsi que l'impact des infrastructures sur la mobilité des habitants.

Bien que ce protocole soit temporellement et spatialement limité, notamment en ce qui concerne les axes choisis et les résultats obtenus, il demeure d'une importance primordiale.

En effet, il offre une perspective quantifiée de la densité des flux humains dans l'espace urbain, illustrée par des données concrètes telles que le nombre de personnes par heure sur plusieurs jours.

9.3.1 Protocole de comptage :

Le protocole de comptage a été instauré dans du damier colonial. Les rues qui ont fait l'objet de cette analyse ont été sélectionnées en raison de leur importance au sein de cette trame urbaine. Notamment, la Rue Didouche Mourad se distingue comme l'artère principale du damier. Son rôle fonctionnel et sa pertinence structurelle transcendent les limites du damier pour toucher l'ensemble de la ville. Cette observation est soutenue par l'analyse syntaxique détaillée au chapitre 7.

Tableau 9- 1 Rues sélectionnées pour le protocole de comptage (l'Auteur 2023)

| Codes | Nom de la rue | Activité |
|-------|-------------------------------------|---|
| Axe01 | Rue Didouche Mourad (Les arcades) | Plusieurs types de commerce |
| Axe02 | Rue Youcef Kaddid (Elsouika) | Habillement, article téléphonique |
| Axe03 | Rue Mekki Ourtilani (Zkak Arab) | Alimentation générale (légumes, fruits, viande, poisson, alimentation générale) |
| Axe04 | Rue Kaddour Belizidia (Elmusé) | Habillement, chaussure |
| Axe05 | Rue Ali Abdenour (Rue de Mariage) | Articles de femme, cosmétiques, bijouterie, habillement de mariage... |
| Axe06 | Rue Mohamed Salah Dehili (Revulli) | Plusieurs types de commerce |
| Axe07 | Rue Mahmoud Nafir (Rue Pas Sérieux) | Plusieurs types de commerce |

Les autres rues ont été sélectionnés en fonction de leur importance fonctionnelle liée à leur forte activité commerciale, qui influence l'attractivité des flux humains.

En effet chaque rue s'est spécialisée dans un certain type de commerce, comme le démontre le tableau 8-1. Les axes choisis sont les parallèles à l'axe principal (la Rue Didouche Mourad). Les axes perpendiculaires, en revanche, jouent un rôle de pénétrante dans le tissu urbain (voir la Figure 9-5).

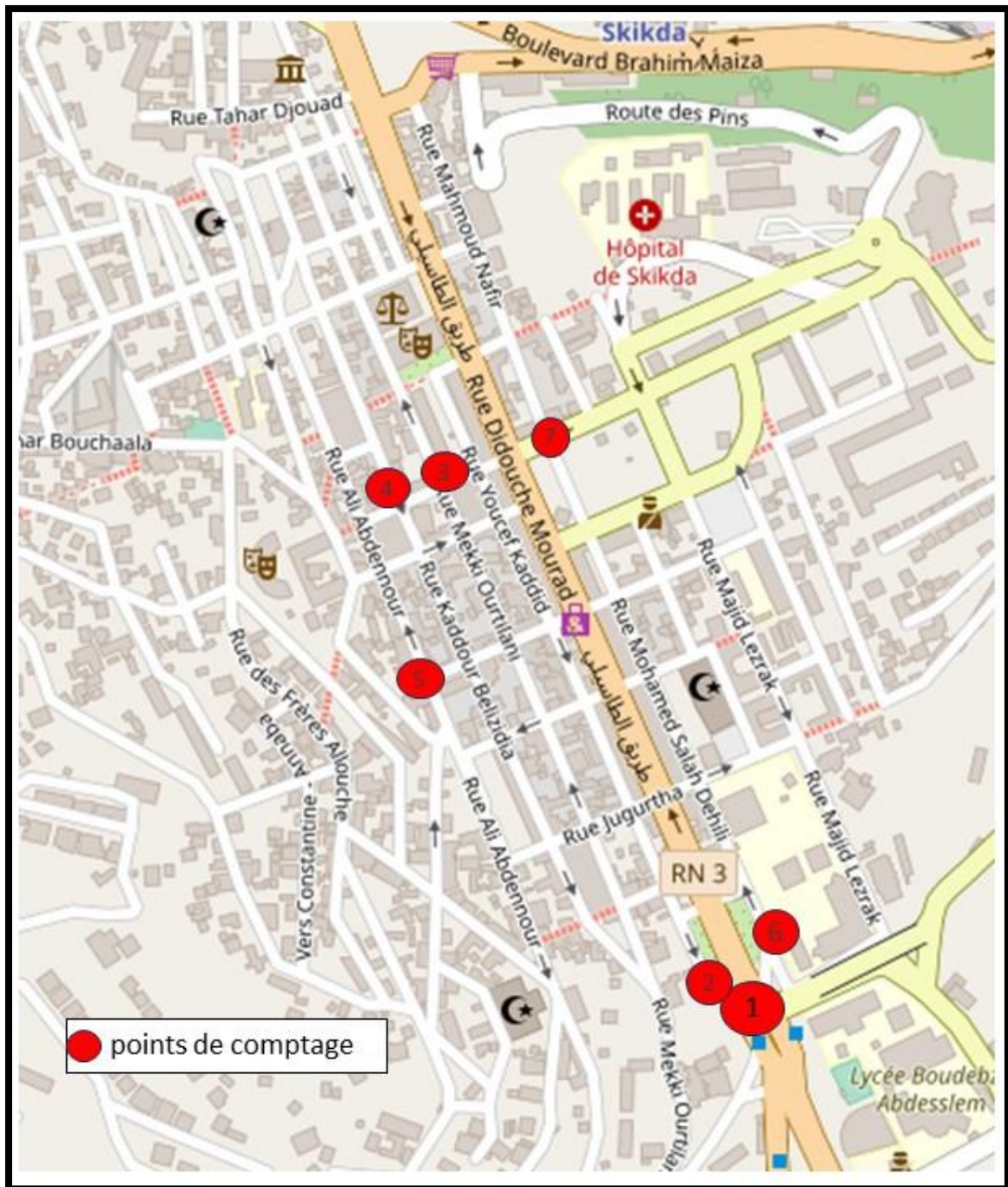


Figure 9- 5 Les points de comptage dans le damier (Openstreetmap, 2023 ; l'Auteur 2023)

Au sein du réseau routier du damier, 07 rues spécifiques ont été soigneusement choisies pour le protocole de comptage. En raison de leur pertinence stratégique, ces rues représentent une fraction notable du damier. Effectivement, elles équivalent à 23,33% de l'ensemble des rues recensées dans cette structure urbaine.

Cette sélection, qui concerne près d'un quart des rues du damier, met en exergue d'une part, l'importance et la pertinence de ces voies pour notre étude, et d'autre part, confère une crédibilité aux résultats qui seront obtenus.

L'opération de comptage s'est étendue sur quatre jours pour chaque axe : trois jours en jour de semaine et une journée pendant le week-end, précisément au mois d'août, de 9h à 19h. Chaque session de comptage a duré 10 minutes. Les données collectées ont par la suite été extrapolées afin d'obtenir une estimation pour une heure complète.

Ainsi, pour déterminer le nombre de personnes se déplaçant en une heure, le nombre de passants enregistrés durant 10 minutes a été multiplié par 6, aboutissant au nombre total de personnes par heure. Les sites de comptage ont été déterminés visuellement en tenant compte de la densité du flux de personnes et de leur rôle en tant que l'un des points d'accès à l'axe étudié.

Cette méthodologie permet d'obtenir une représentation fidèle des mouvements de population le long de chaque axe, englobant à la fois les jours de semaine et le week-end. Elle s'avère essentielle pour identifier les variations du flux piéton et pour évaluer l'attractivité des différents axes concernés.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau 9- 2 Résultat globale de l'opération du comptage (l'Auteur 2023)

| | | Moyenne Par jour | Moyenne p/j |
|------------------------------------|---------|---------------------|----------------|
| Rue youcef kaddid (elsouika) | Jour 01 | 1423,4 | 1392,875 |
| | Jour 02 | 1430,1 | |
| | Jour 03 | 1365,8 | |
| | Jour 04 | 1352,2 | |
| | | | |
| Rue Mekki Ourtilani (zkak arab) | Jour 01 | 2051,4 | 1877,5 |
| | Jour 02 | 1710,5 | |
| | Jour 03 | 1855,5 | |

| | | | |
|--------------------------------------|---------|--------|----------|
| | Jour 04 | 1892,6 | |
| | | | |
| Rue Kaddour Belizidia (elmusé) | Jour 01 | 1341 | 1366,2 |
| | Jour 02 | 1431,3 | |
| | Jour 03 | 1329,8 | |
| | Jour 04 | 1362,7 | |
| | | | |
| Rue Ali Abdenour (Rue de mariage) | Jour 01 | 577,6 | 561,95 |
| | Jour 02 | 575,5 | |
| | Jour 03 | 567,7 | |
| | Jour 04 | 527 | |
| | | | |
| Rue Didouche mourad (Les Arcades) | Jour 01 | 6343,5 | 6016,275 |
| | Jour 02 | 5493,6 | |
| | Jour 03 | 6569,1 | |
| | Jour 04 | 5658,9 | |
| | | | |
| Rue mohamed salah dehili (Rivoli) | Jour 01 | 316,8 | 304,625 |
| | Jour 02 | 299,6 | |
| | Jour 03 | 315,2 | |
| | Jour 04 | 286,9 | |
| | | | |
| Rue Mahmoud Nafir (passerieu) | Jour 01 | 321 | 302,675 |
| | Jour 02 | 327,8 | |
| | Jour 03 | 276 | |
| | Jour 04 | 285,9 | |
| | | | |

À partir de ce tableau, nous commencerons par faire une lecture critique des résultats obtenus. Cette analyse se fera par axe, en démontrant la moyenne du flux piétonnier et les heures de pic durant la journée.

A. Axe 01 : Rue Didouche Mourad (Les arcades) :

Cette rue enregistre un afflux impressionnant d'une moyenne de 6016,275 piétons par jour, ce qui en fait un axe majeur pour les déplacements piétonniers. Les heures de pointe sont en fin d'après-midi et en début de soirée, indiquant ainsi qu'il s'agit d'un secteur très fréquenté, que ce soit pour le passage, le commerce ou le divertissement.

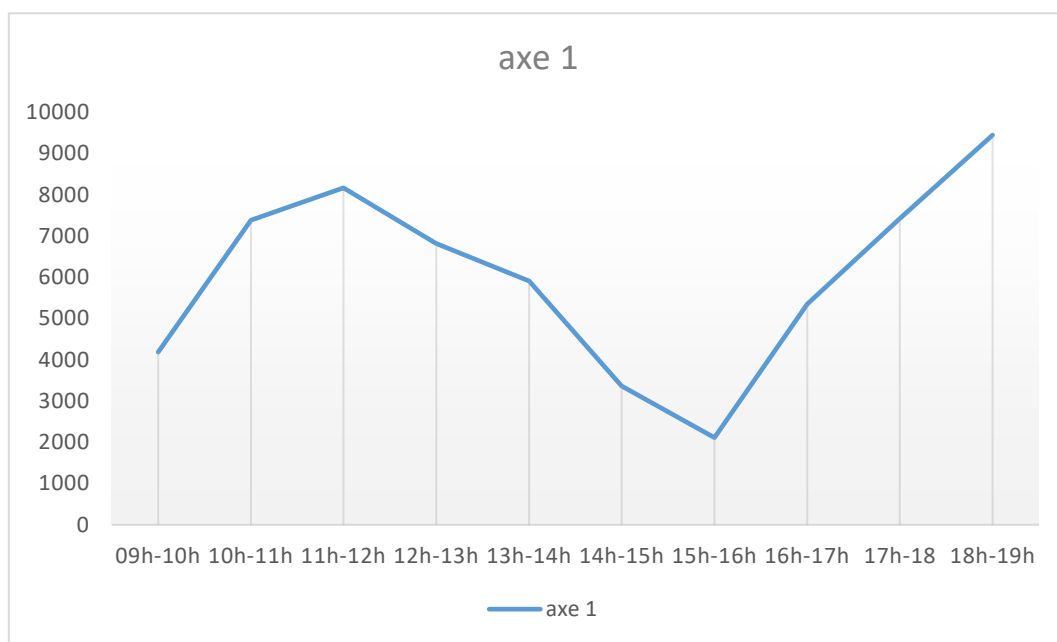


Figure 9- 6 flux piéton de la rue Didouche Mourad (l'Auteur 2023)

B. Axe 02: Rue Youcef Kaddid (elsouika):

Cette rue semble être un lieu de prédilection pour les piétons, en particulier avec les commerces d'habillement masculin et les articles téléphoniques, affichant une moyenne de 1392,825 piétons par jour. L'affluence la plus marquée se situe entre 11h-12h et de 17h-18h, suggérant qu'il s'agit d'une zone commerçante majeure et d'un point d'attraction pour les piétons.

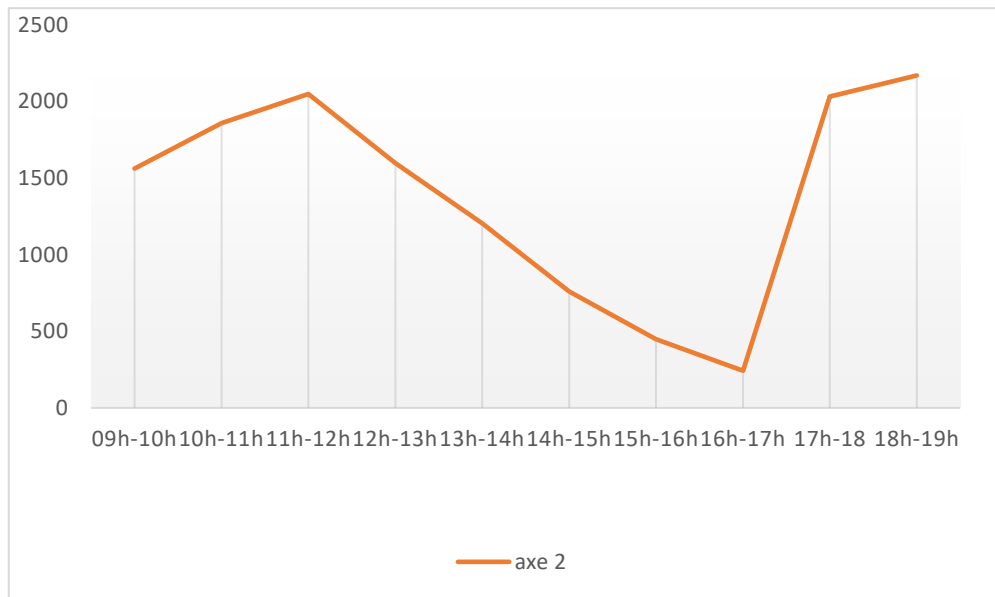


Figure 9- 7 flux piéton de la rue Youcef Kaddid (l'Auteur 2023)

C. Axe 03 : Rue Mekki Ourtilani (Zkak arab) :

La rue Mekki Ourtilani présente un afflux notable de piétons, avec une moyenne quotidienne de 1877,5. Les pics observés en début de matinée et en fin d'après-midi attestent que cette rue est perçue comme une voie de passage majeure pour les résidents et un endroit privilégié pour les produits de première nécessité, tels que l'alimentation générale, la viande, le poisson, les légumes, etc.

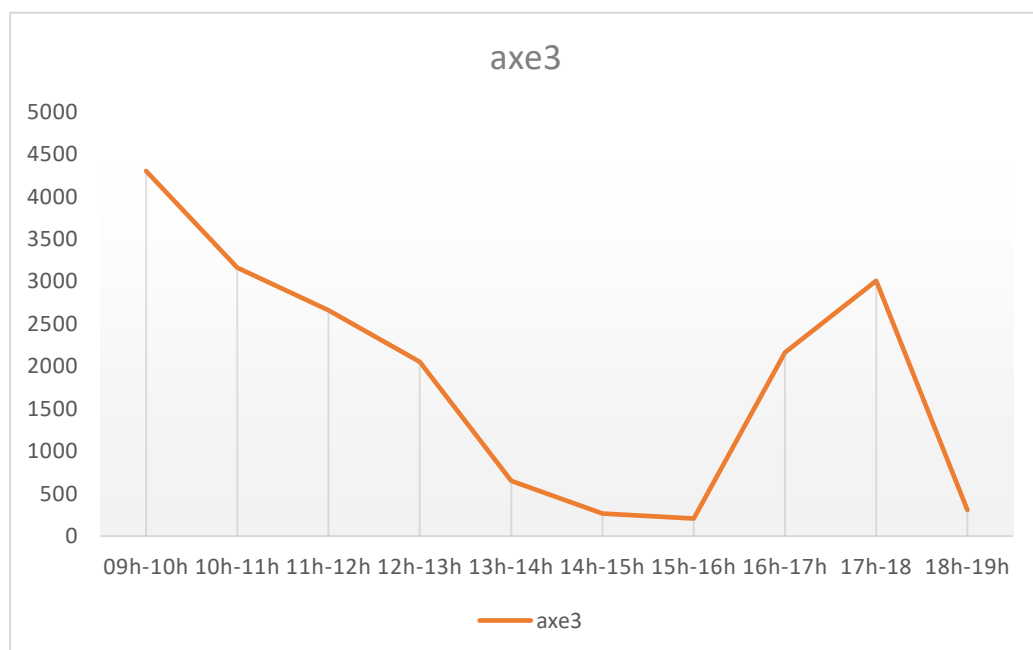


Figure 9- 8 flux piéton de la Rue Mekki Ourtilani (l'Auteur 2023)

D. Axe 04 : Rue Kaddour Belizidia (Elmusé) :

Avec une moyenne de 1366,2 piétons par jour, cette rue semble être un espace de passage régulier pour les piétons, en particulier pendant les heures de pointe du matin.

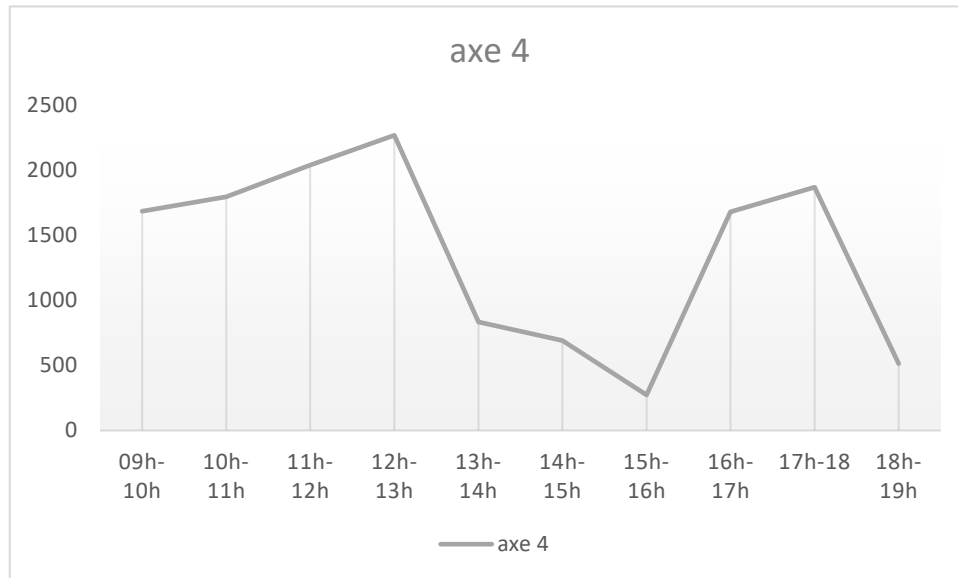


Figure 9- 9 flux piéton de la Rue Kaddour Belizidia (l'Auteur 2023)

E. Axe 05 : Rue Ali Abdenour (Rue de mariage) :

Elle affiche le flux piétonnier le plus faible parmi les rues énumérées, avec une moyenne de 561,95 piétons par jour. Malgré le grand nombre de commerces destinés aux femmes, cela suggère que c'est peut-être une rue moins fréquentée et moins commerciale. La concurrence des axes commerciaux des allées du 20 août 1955 pourrait en être la cause.

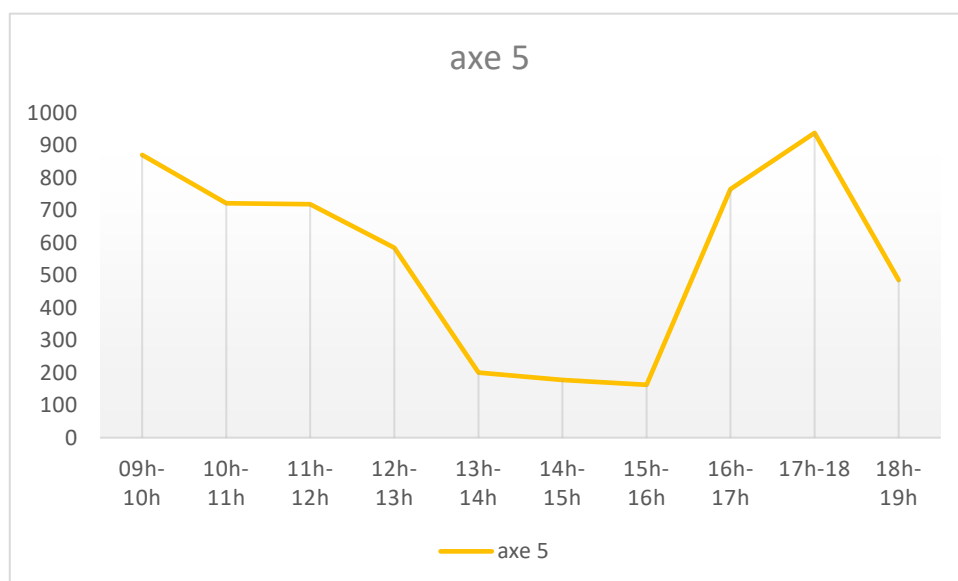


Figure 9- 10 flux piéton de la Rue Ali Abdenour (l'Auteur 2023)

F. Axe 06 : Rue Mahmoud Salah Dehili (Rivoli) :

Cette rue enregistre une moyenne de 304,625 piétons par jour. Elle semble avoir un flux constant sans grands pics, ce qui en fait davantage une rue de passage qu'une rue commerçante.

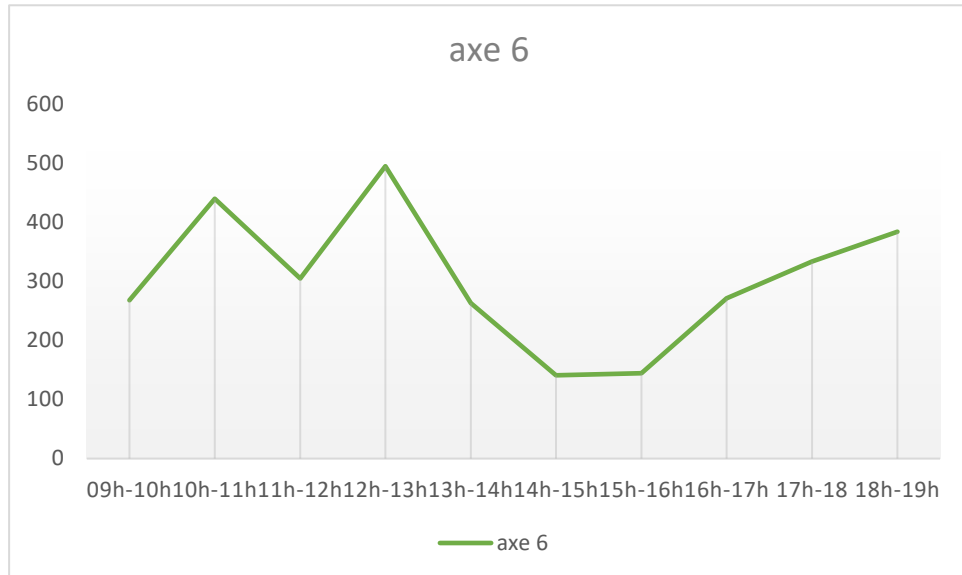


Figure 9- 11 flux piéton de la Rue Mahmoud Salah Dehili (l'Auteur 2023)

G. Axe 07 : Rue Mahmoud Nafir (Passerieu) :

Avec une moyenne de 302,675 piétons par jour, cette rue a un flux similaire à la Rue Mahmoud Salah Dehili, avec une légère hausse en fin d'après-midi.

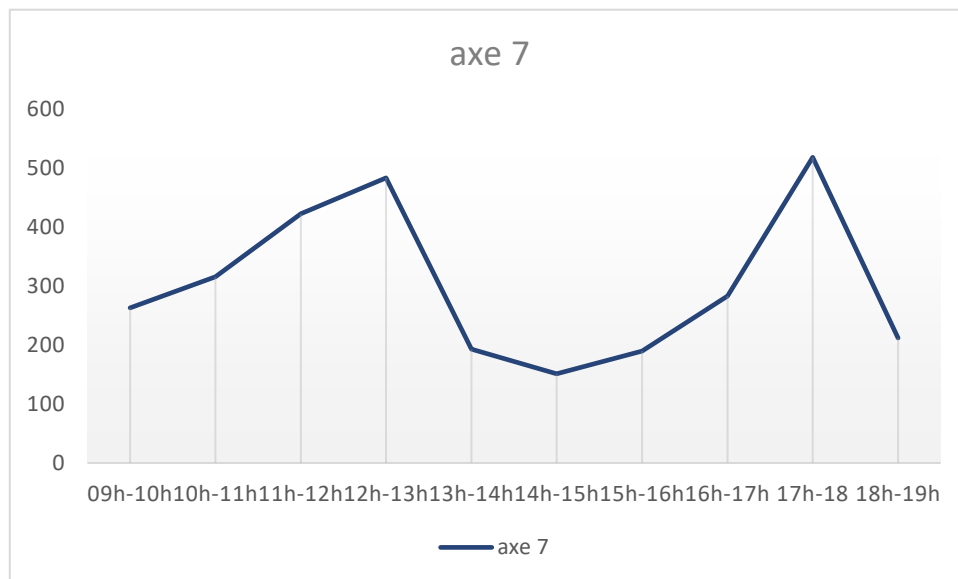


Figure 9- 12 flux piéton de la Rue Mahmoud Nafir (l'Auteur 2023)

9.3.2 Lecture critique des résultats :

La fréquentation piétonnière au sein des rues étudiées du damier colonial présente une diversité marquée, offrant un aperçu détaillé de la dynamique et de la fonction de chaque artère. Il est donc pertinent d'établir une comparaison entre ces différents axes :

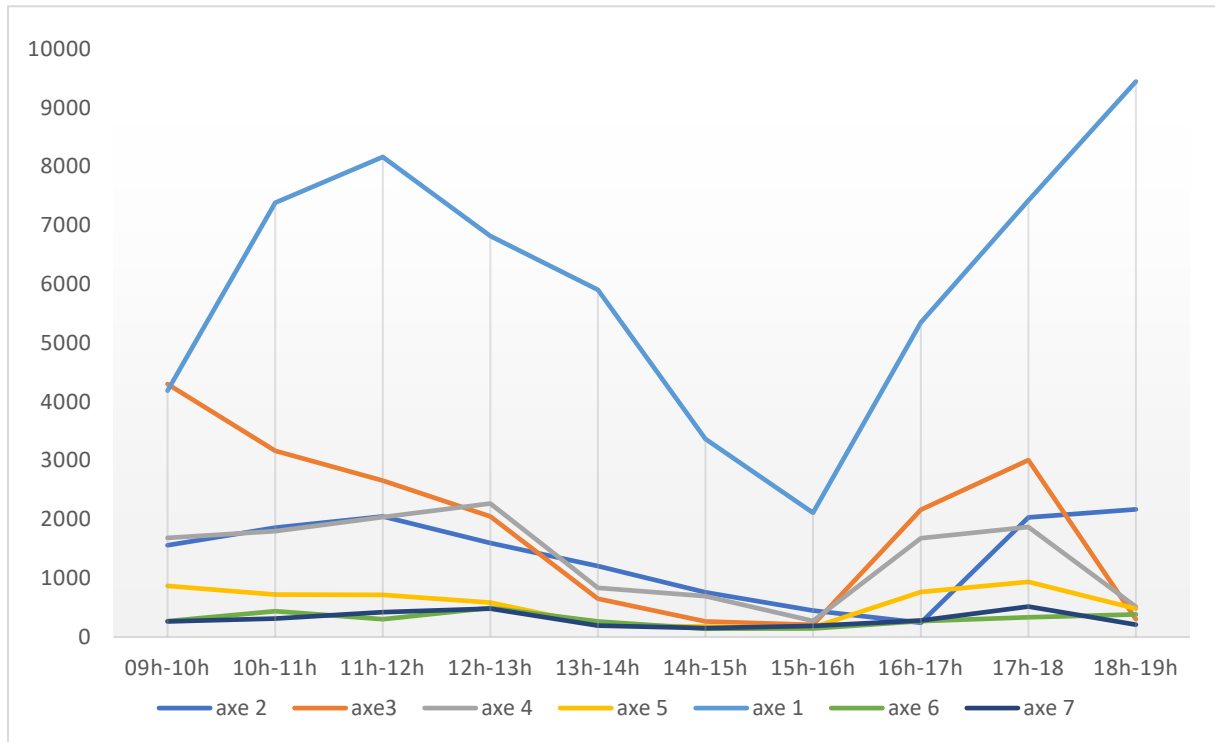


Figure 9- 13 comparaison entre les différents axes (l'Auteur 2023)

La rue Didouche Mourad, également connue sous le nom de « Les Arcades », se positionne en tête du classement. Son afflux impressionnant de piétons tout au long de la journée surpasse nettement les chiffres des autres rues. La densité de sa fréquentation, particulièrement en fin d'après-midi et en début de soirée, s'explique non seulement par son rôle en tant qu'axe commercial et de divertissement central de la ville, mais aussi par ses caractéristiques structurelles et fonctionnelles qui sont cruciales, non seulement dans le damier colonial, mais pour l'ensemble de la ville



Figure 9- 14 La rue Didouche Mourad à 12h (l'Auteur 2023)

À l'opposé du spectre, la Rue Ali Abdenour, également appelée « Rue du Mariage », affiche une affluente modeste, en dépit de la présence de nombreux commerces dédiés aux femmes. En comparaison avec la vibrante Rue Didouche Mourad, elle semble être en retrait, peut-être éclipsée par la migration de la clientèle qui recherche ces types d'articles commerciaux vers d'autres artères plus importantes, telles que les commerces situés aux Allées du 20 Août 1955.

Rue Youcef Kaddid (elsouika), tout en se démarquant favorablement avec son caractère commercial prononcé, n'atteint pas les chiffres de la Rue Didouche Mourad. Néanmoins, elle surpasse aisément Rue Mekki Ourtilani (zjak arab) en termes de fréquentation globale. Cependant, cette dernière revêt une importance particulière en matinée et en fin d'après-midi, suggérant qu'elle sert de corridor principal pour les résidents à la recherche de produits essentiels.

Les rues Kaddour Belizidia (Elmusé), Mahmoud Salah Dehili (Rivoli), et Mahmoud Nafir (Passerieu), quant à elles, semblent être sur un pied d'égalité en termes de flux piétonnier. Leurs chiffres se tiennent dans une fourchette relativement similaire, indiquant qu'elles pourraient partager des fonctions urbaines comparables, ou qu'elles jouissent d'une proximité géographique vis-à-vis des centres d'attraction principaux.



Figure 9- 15 La Rue Mekki Ourtilani à 11h (l'Auteur 2023)

En résumé, le flux piétonnier de la ville met en évidence une hiérarchie distincte entre ses rues. La Rue Didouche Mourad occupe une position prédominante. Cependant, certaines autres rues, bien qu'affichant des chiffres de fréquentation réduits par rapport à la Rue Didouche Mourad, sont considérées comme très fréquentées, notamment lorsqu'on prend en compte leur largeur — qui est vue comme très étroite — et la concentration de commerces qui choisissent ces rues comme espaces d'exposition et de vente de leurs produits.



Figure 9- 16 La rue Youcef Kaddid (elsouika) à 12h (l'Auteur 2023)

Ces données s'avèrent inestimables pour l'étude et l'analyse de la performance de l'espace urbain, ainsi que pour évaluer sa capacité à gérer le flux piétonnier, que ce soit en conditions normales ou en cas de crise.

En conclusion, l'ancien centre de Skikda est caractérisé par une forte concentration humaine, ce qui est évident grâce à une densité résidentielle à la fois significative et très élevée. En juxtaposant cela avec les résultats du protocole de comptage, nous obtenons une vision quantitative non seulement de la densité résidentielle brute, mais aussi des flux occasionnels de personnes traversant l'espace urbain, soulignant que la zone est densément peuplée.

Les moments de fréquentation maximale dans les différents axes du centre-ville, principalement le matin et en début de soirée, semblent étroitement liés aux conditions climatiques ainsi qu'aux heures de pointe de l'activité professionnelle, correspondant aux moments d'arrivée et de départ des travailleurs. Durant ces périodes d'affluence, le nombre de victimes pourrait être considérable en cas de perturbation liée à un risque industriel, en raison de la densité importante des flux humains.

Cette analyse met en exergue une situation délicate et inquiétante, surtout en période de crise ou lors de perturbations. Il est donc essentiel d'initier des mesures proactives pour gérer et atténuer les risques associés à la haute densité de population et à l'affluence dans cette zone, spécialement pendant les heures de pointe, afin de garantir la sécurité et le bien-être des résidents et des visiteurs. Ainsi les résultats de cette analyse seront projetés et corrélés avec ceux de l'analyse syntaxique qui sera effectuée dans les sections suivantes de ce chapitre, pour fournir une compréhension encore plus profonde et nuancée de la dynamique et la performance de l'espace urbain étudié et sa capacité à faire face aux perturbations.

9.4 Analyse urbaine de l'ancien centre coloniale :

La résilience urbaine est cruciale pour permettre aux villes de gérer efficacement les contraintes et les menaces. La configuration de la ville, avec ses avantages et inconvénients uniques, influence sa résilience en cas de crise. Les villes compactes, bien que bien connectées, sont vulnérables aux désastres industriels ; des structures comme des villes en damier facilitent l'accessibilité mais peuvent compliquer l'évacuation. De plus, la morphologie urbaine impacte la capacité de réponse des services d'urgence, et divers

arrangements structurels (comme les rues étroites ou une configuration en étoile) peuvent entraver ou faciliter les interventions d'urgence.

L'évolution de Paris, lancée par Haussmann, démontre comment la réorganisation urbaine peut améliorer la gestion de la circulation, la fonctionnalité, et répondre aux besoins des résidents tout en facilitant la gestion des crises et en renforçant la résilience urbaine. Les ajustements dans la configuration urbaine, visant à optimiser les déplacements, la sécurité, et la gestion des flux humains et mécaniques, jouent un rôle crucial dans la création d'espaces urbains résilients et fonctionnels.

Pour évaluer l'efficacité de l'espace urbain, il est nécessaire d'examiner les vides urbains, d'utiliser la cartographie axiale et de recourir à des mesures syntaxiques. Ces approches permettent d'évaluer la connectivité et l'intégration de divers espaces au sein de la ville. Ces outils et indicateurs fournissent des informations sur la cohérence, la lisibilité, et les éventuels problèmes de fonctionnement de l'espace urbain, lesquels peuvent avoir un impact sur la résilience de la ville face à des incidents industriels.

En effet Hillier et al. (1987) a révélé une particularité des tracés urbains réguliers et orthogonaux. Bien que ces tracés puissent sembler globalement réguliers, ils peuvent être difficilement compréhensibles pour un observateur étranger en raison de la similarité entre leurs parties, résultant de la forme urbaine régulière

Comme mentionné précédemment dans les chapitres antérieurs, la méthode "space syntax", et plus précisément la carte axiale, est un outil numérique servant à représenter et mesurer les caractéristiques physiques de la morphologie urbaine des villes. Elle est basée sur un réseau de lignes droites, nommées lignes axiales, tracées depuis les espaces publics tels que les rues. Ces lignes sont analysées grâce à des logiciels spécialisés, notamment Depthmap©, que nous avons choisi pour notre étude. Nous explorerons des mesures comme la connectivité, l'intégration locale, et la corrélation entre elles.

Cela permet d'évaluer comment un espace est connecté au reste de la ville et son niveau d'intégration locale, ainsi que la cohérence et la lisibilité de l'espace urbain. Cela nous donnera une idée claire de sa capacité à réagir en cas de crise. Concernant l'ancien centre de Skikda, cette analyse axiale apportera des mesures syntaxiques spatiales aidant à analyser et

quantifier les indicateurs précédemment mentionnés. Elle offrira une vision claire de la performance de la configuration urbaine face aux perturbations et crises, en les corrélant notamment avec les données de concentration de la population évoquées dans le premier indicateur.

A partir des recherches menées par Hillier (1998, 2001 et 2007), Karimi (2012) et d'autres chercheurs ; Laouar et Mazouz (2017) ont affirmé que « *Pour évaluer l'intégration locale d'un environnement urbain, on utilise la valeur moyenne de la profondeur moyenne de tous les axes dans l'environnement construit (Rayon 5). Des études antérieures ont démontré que cette profondeur moyenne varie en fonction des cultures spatiales. Par exemple, dans la plupart des villes européennes, elle est d'environ 3. Dans les villes nord-américaines, elle est de 2, tandis que dans les villes arabes et persanes, elle atteint 5* ».

Dans notre cas d'étude qui prend la forme d'un damier, c'est-à-dire une ville structurée à la manière européenne, nous fixons la distance topologique à 3. Cela est logique pour deux raisons : premièrement, l'intégration est calculée en fonction du nombre de changements de direction, et deuxièmement, dans une structure urbaine de ce type, on peut atteindre n'importe quel point du tissu en effectuant au maximum trois changements de direction.

9.4.1 Connectivité

La carte de la connectivité dans l'ancien centre colonial nous informe sur les niveaux de connectivité des différentes voies. Comme nous l'avons précédemment mentionné, la rue Didouche Mourad est la voie la plus connectée, non seulement dans le damier mais également dans toute la ville, avec une valeur de 84 représentée en couleur rouge (voir le Tableau 9-3).

Tableau 9- 3 valeur min max et moyenne de la connectivité dans toute la ville de Skikda (Logiciel Depthmap 2023, l'Auteur 2023)

| Attribut | Minimum | Moyenne | Maximum |
|--------------|---------|---------|---------|
| Connectivité | 1 | 5,96934 | 84 |

Ensuite, les rues perpendiculaires à cette dernière ont des valeurs de connectivité comprises entre 21 et 37, affichées en couleur verte. Enfin, les voies moins connectées du damier sont

les rues parallèles à la rue principale du damier (la rue Didouche) avec des valeurs de connectivité comprises entre 2 et 16.

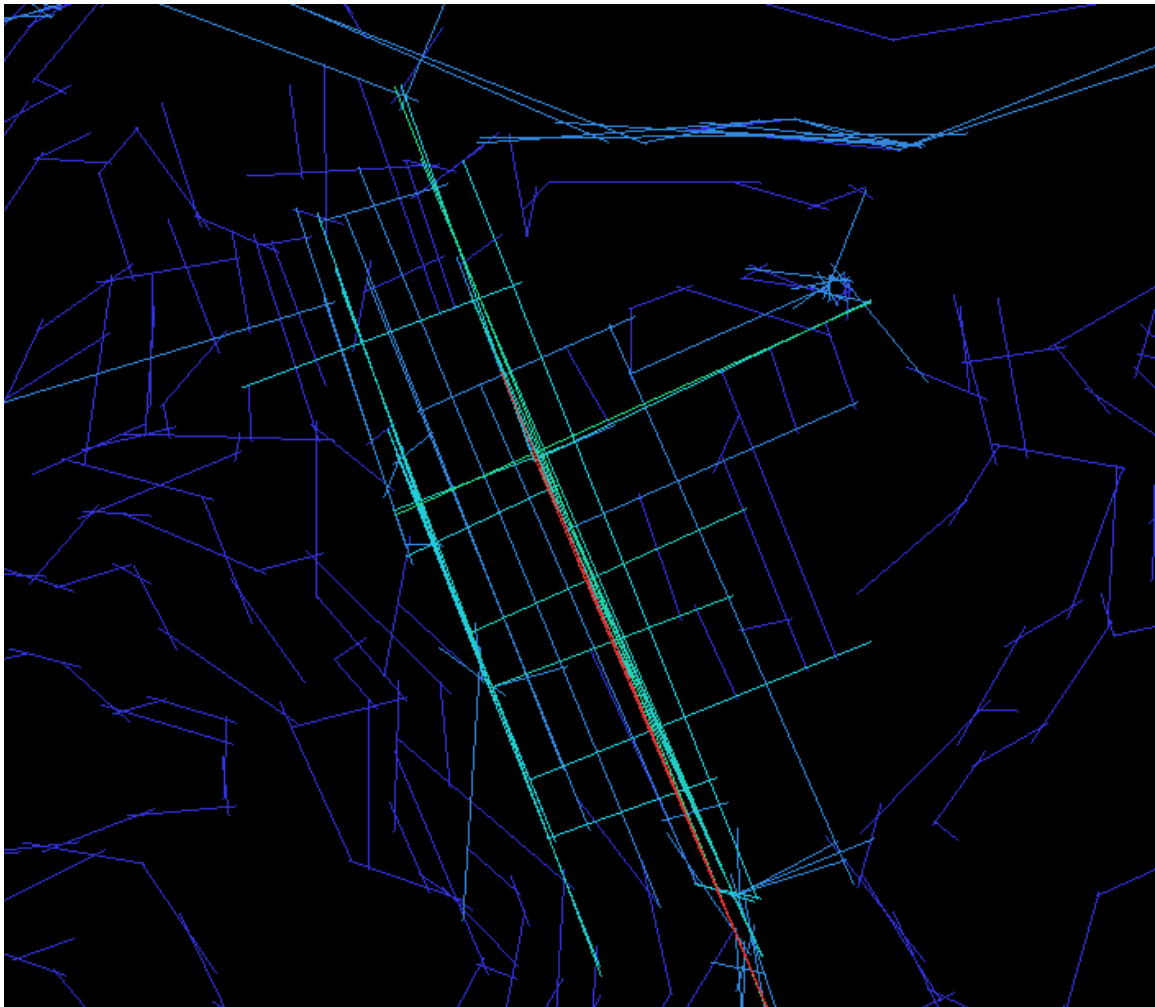


Figure 9- 17 carte de la connectivité du damier coloniale (Logiciel Depthmap 2023, l'Auteur 2023)

L'axe principal est le plus connecté et joue un rôle structurant, non seulement dans le damier, mais également dans toute la ville. Les rues perpendiculaires à cet axe ont une connectivité modérée et servent de voies pénétrantes pour le damier. Cependant, leur largeur de 6 mètres, qui accueille à la fois la circulation mécanique et piétonne, ne correspond pas à leur importance structurelle ni à la valeur de leur connectivité. De plus, la topographie accidentée avec des pentes dépassant parfois 10 % a un impact sur la fluidité de la circulation pour les véhicules et les piétons.

Tableau 9- 4 connectivité / flux piétons (l'Auteur 2023)

| | La rue | Flux pédestre N pers /jour | Valeur Connectivité |
|-------|--------------------------|-------------------------------|------------------------|
| AXE01 | RUE DIDOUCHE MOURAD | 6016,28 | 84 |
| AXE02 | RUE YOUCEF KADDID | 1392,88 | 12 |
| AXE03 | RUE MEKKI OURTILANI | 1877,5 | 15 |
| AXE04 | RUE KADDOUR BELIZIDIA | 1366,2 | 15 |
| AXE05 | RUE ALI ABDENOUR | 561,95 | 26 |
| AXE06 | RUE MOHAMED SALAH DEHILI | 304,625 | 20 |
| AXE07 | RUE MAHMOUD NAFIR | 302,675 | 20 |

Ensuite, on retrouve les rues parallèles à l'axe principal (la rue Didouche Mourad) qui ont une connectivité plus faible et une largeur variante entre 5 et 6 mètres. Malgré cela, elles sont très fréquentées en raison d'une importante concentration commerciale, en particulier les rues suivantes : la rue Youcef Kaddid, la rue Mekki Ourtilani, la rue Kadour Belizida, et la rue Ali Abdenour. Ces rues se situent au sud-ouest de la rue Didouche Mourad.



Figure 9- 18 les axes les plus fréquenté (URBACO, 2015 ; l'Auteur 2023)

En analysant le Tableau 9-4 (voir aussi la figure 9-19), on observe une contradiction au niveau des rues secondaires. Toutefois, "RUE DIDOUCHE MOURAD" s'impose comme un axe majeur de par son important flux pédestre et sa haute valeur de connectivité, soulignant ainsi son statut de carrefour principal et de liaison cruciale avec d'autres voies. Par ailleurs, malgré la forte affluence sur "YOUCEF KADDID" et "MEKKI OURTILANI", leur valeur de connectivité est devancée par celle de "RUE ALI ABDENOUR", "RUE MOHAMED SALAH DEHILI" et "RUE MAHMOUD NAFIR". Ces dernières, malgré un trafic pédestre moins dense, se démarquent par des indices de connectivité plus élevés.

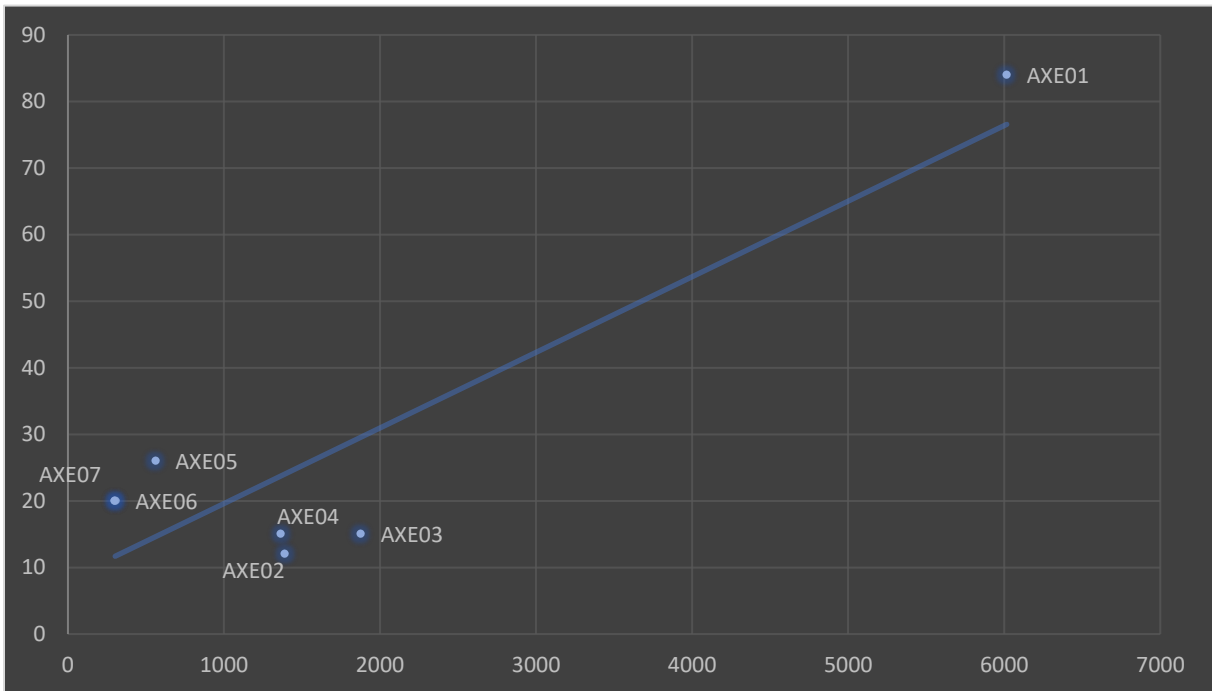


Figure 9- 19 Corrélation connectivité / flux piétons (l'Auteur 2023)

En effet la combinaison d'un flux important et d'une faible valeur de connectivité rend les rues "YOUCEF KADDID" et "MEKKI OURTILANI" particulièrement vulnérables, diminuant ainsi leur capacité à gérer cet afflux, surtout pendant les heures de pointe.

Ainsi on peut conclure que la morphologie des rues et leur dimensionnement sont partiellement étroits par rapport à la surdensité humaine. De plus, la valeur de connectivité qui parfois sont réduite par rapport à leur fréquentation, associée à des pentes abruptes, entrave la fluidité de déplacement des usagers. Il est également important de signaler que les rues présentant une connectivité modérée ont parfois une largeur inadaptée à leur importance. En revanche, les rues avec une faible connectivité sont très fréquentées. Cette situation aura un impact négatif sur la performance de l'espace urbain dans la vie quotidienne, et ce problème s'aggraverait en cas de crise, notamment lors d'incidents industriels.

9.4.2 L'intégration locale :

Dans notre cas d'étude qui concerne un damier colonial, nous fixons une profondeur moyenne (rayon) de 3. L'analyse nous montre que l'axe le plus intégré globalement et

localement est la rue Didouche Mourad, avec une valeur d'intégration locale de 5.17. Ensuite, viennent les axes perpendiculaires à cette dernière, avec des valeurs variantes entre 3.50 et 4.36, qui jouent un rôle de structuration et de pénétration dans le damier (voir la Figure 9-20).

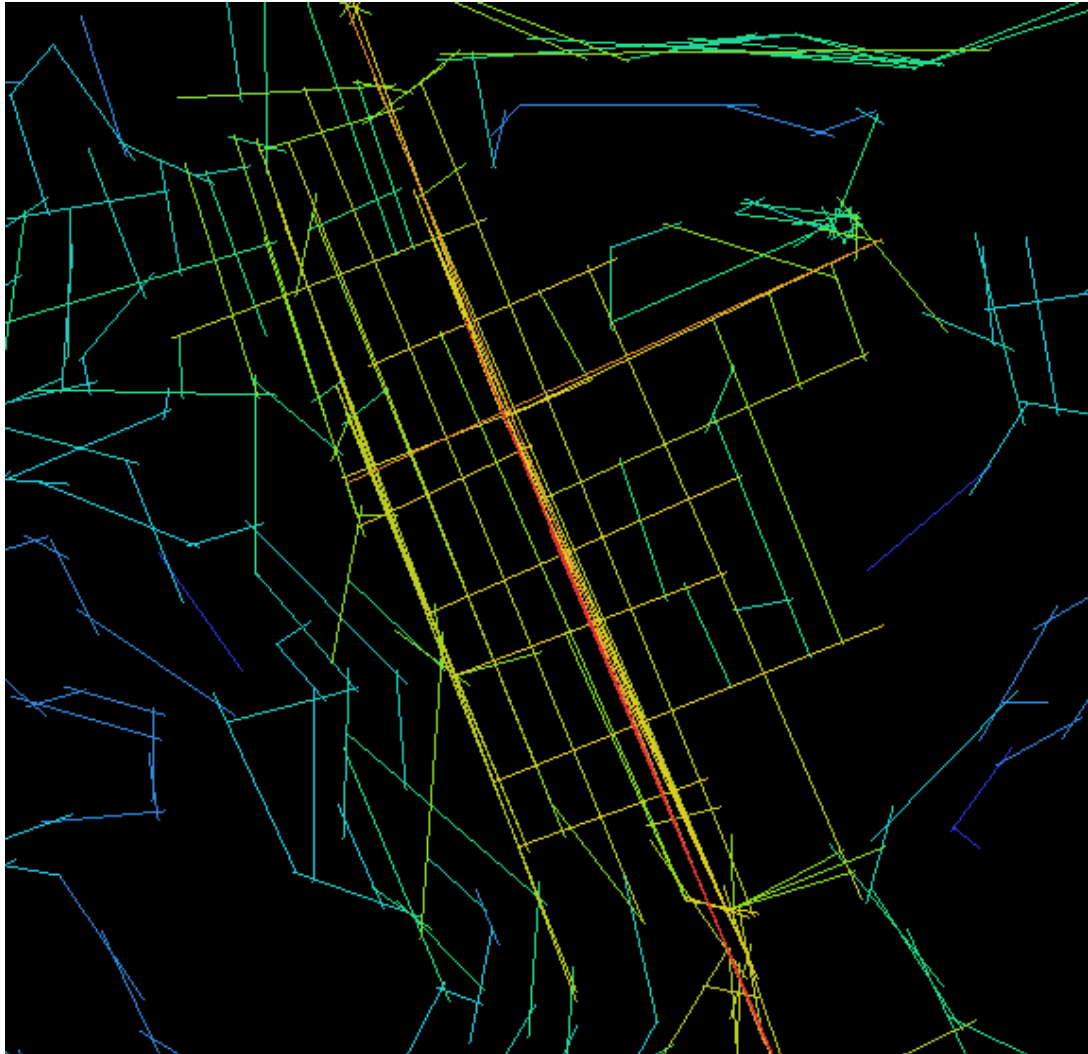


Figure 9- 20 Carte d'intégration local (Logiciel Depthmap 2023, l'Auteur 2023)

Les axes parallèles à la rue Didouche Mourad sont, quant à eux, les rues les moins intégrées dans le damier, avec des valeurs comprises entre 3.24 et 3.49. Néanmoins, leurs valeurs restent proches de la valeur maximale observée pour la rue principale (la rue Didouche Mourad) ainsi que pour les rues perpendiculaires.

Tableau 9- 5 Flux piéton / Intégration locale (l'Auteur 2023)

| | La rue | Flux pédestre N personne/jour | Valeur intégration locale |
|-------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| AXE01 | RUE DIDOUCHE MOURAD | 6016,28 | 5.17 |
| AXE02 | RUE YUCEF KADDID | 1392,88 | 3.22 |
| AXE03 | RUE MEKKI OURTILANI | 1877,5 | 3.28 |
| AXE04 | RUE KADDOUR BELIZIDIA | 1366,2 | 3.24 |
| AXE05 | RUE ALI ABDENOUR | 561,95 | 3.49 |
| AXE06 | RUE MOHAMED SALAH DEHILI | 304,625 | 3.42 |
| AXE07 | RUE MAHMOUD NAFIR | 302,675 | 3.42 |

C'est pourquoi l'on peut déduire que l'ensemble de l'entité urbaine de l'ancien centre colonial est intégré localement et bénéficie d'une bonne accessibilité entre ses différentes parties. Cette intégration a favorisé une grande attractivité tant humaine que mécanique, due non seulement à sa configuration spatiale, qui repose sur un plan en damier permettant une organisation efficace de l'espace et facilitant la circulation, mais aussi à la surconcentration des différents types de services, d'activités commerciales, administratives et autres, notamment le long de la rue Didouche Mourad ainsi que ses parallèles situées au sud-ouest de cette dernière. En particulier, les rues suivantes jouent un rôle significatif dans cette attractivité : la rue Youcef Kaddid, la rue Mekki Ourtilani, la rue Kadour Belizida et la rue Ali Abdenour.

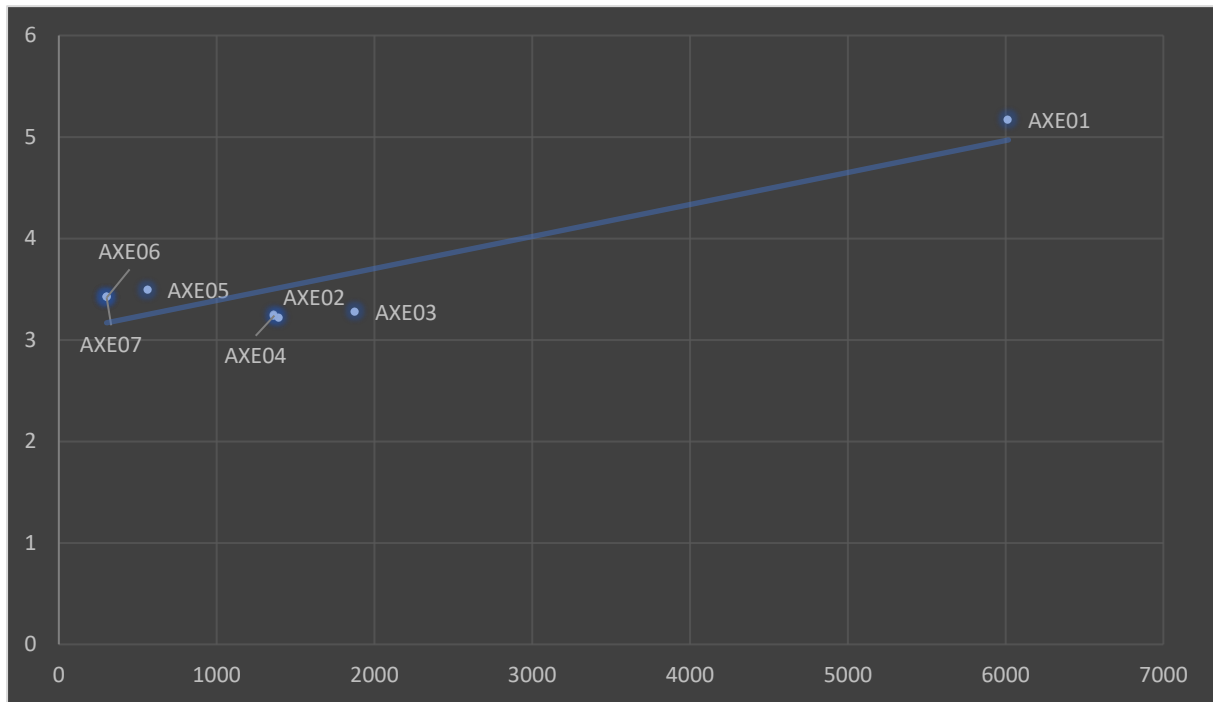


Figure 9- 21 Corrélation intégration / fréquentation (l'Auteur 2023)

Cependant, nous remarquons que les rues axe06 et axe07 (rue Mohamed Salah Dehli et rue Mahmoud Nafir) présentent la même valeur d'intégration. Malgré cela, leur fréquentation demeure très faible. Elles servent essentiellement de passages, sans doute à cause de leur proximité avec l'artère principale, la rue Didouche Mourad. De manière surprenante, la rue Ali Abdnour (axe5), malgré sa valeur d'intégration la plus élevée parmi les rues parallèles à la rue Didouche Mourad avec une valeur de 3.49, affiche une fréquentation modeste par rapport aux autres axes, avec une moyenne de 561,95 personnes par heure, selon le protocole de comptage (voir la Figure 9-21).

En faisant une corrélation entre l'intégration élevé de l'ancien centre colonial et la forte concentration humaine permanente et occasionnelle, on constate que cette attractivité spatiale de l'ancien centre aura un impact négatif sur sa performance urbaine et sa capacité à gérer les grands flux de personnes au quotidien et en période saisonnière. La circulation dans le tissu urbain sera difficile, ce qui pourrait entraîner des paralysies temporaires aux heures de pointe, tant quotidiennes qu'annuelles et qui pourrai s'aggravé en temp de perturbation et de crise.

Cela implique que dans le temps de crise, et surtout dans le cas d'un incident industriel, la résilience urbaine et spatiale du damier est compromise en raison que les caractéristique

urbaine et physique actuelle de l'ancien centre coloniale ne peut gérer la densité humaine importante et les flux piétons, surtout aux heures de pointe. Théoriquement, la performance urbaine du damier et sa capacité à gérer les flux humains et mécaniques ne sont pas à discuter. Cependant, avec le temps, la société a évolué et ses besoins ont changé, tant en termes de chiffres que de besoin. Malheureusement, l'espace et sa configuration sont restés figés et ont subi des dégradations au fil du temps.

9.4.3 Lecture critique connectivité/intégration local :

Comme précédemment cité le plan en damier est caractérisé par un réseau de rues se croisant à angle droit, formant des blocs réguliers. Chaque bloc est délimité par des rues principales et secondaires, offrant une structure géométrique et ordonnée. On note que la centralité dans le modèle en damier est une centralité maillée. Cela lui confère une capacité à fonctionner en douceur et à gérer tous types de flux sans difficulté. Cependant, la réalité est différente. Avec le temps, les extensions urbaines non planifiées et aléatoires, ainsi que la juxtaposition de nouveaux tissus dits modernes, ont modifié le comportement du centre historique de la ville de Skikda. Il n'a pas pu s'adapter, et sa capacité à être fonctionnel a diminué, notamment aux heures de pointe.

L'axe principal du damier est la rue Didouche Mourad, qui est la rue la plus dominante avec les valeurs les plus élevées de connectivité ainsi que d'intégration globale ou locale. Cela a favorisé une attractivité tant pour les piétons que pour les véhicules, non seulement en raison de son importance structurelle et de sa bonne accessibilité spatiale, mais aussi en raison de la diversité des activités commerciales qu'elle propose. En revanche, les rues perpendiculaires, en jouant un rôle de pénétration dans le damier, se caractérisent par une bonne connectivité, mais elles ont des largeurs très réduites, une topographie accidentée avec des pentes très élevées, et qui a accentué l'état est leur bonne intégration et accessibilité, tous ces contradictions ces reflété sur la réalité et capacité a géré les différent type de flux de la vie quotidienne.

Ensuite, nous passons aux parallèles de la rue Didouche Mourad. Ces rues se caractérisent par une connectivité limitée et une bonne intégration locale. Cependant, elles ont une largeur considérablement réduite, ce qui est problématique compte tenu de la forte fréquentation humaine due à une grande concentration d'activités commerciales, surtout dans les rues situées au sud-ouest de la rue Didouche. Cette situation engendre une crise permanente dans

ces rues, avec des problèmes de circulation, des embouteillages, ainsi que des difficultés pour les piétons et les véhicules à circuler de manière fluide.

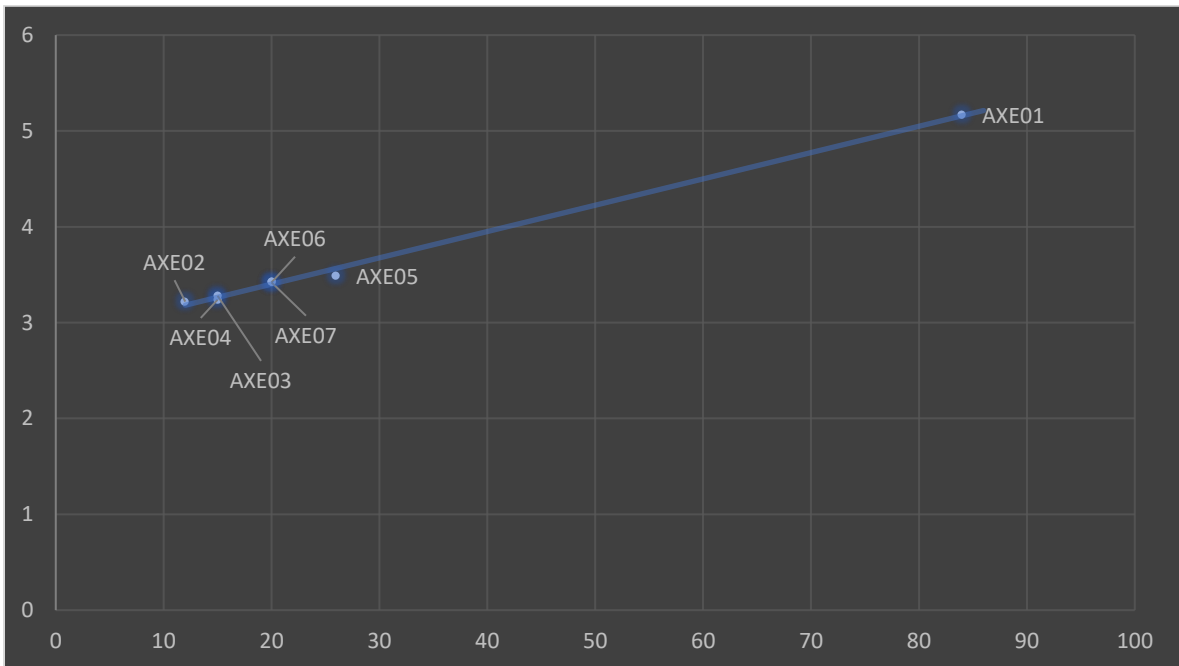


Figure 9- 22 Corrélation connectivité / intégration locale (l’Auteur 2023)

Enfin, au-delà de ces défis spécifiques il est essentiel de souligner que même avec une bonne cohérence et lisibilité spatiale du damier colonial, les contraintes physiques et structurelles de la morphologie urbaine du damier, combinées à son attractivité croissante, peuvent poser des défis pour l'espace urbain lors de crises ou d'accidents industriels. La forte densité de population et la concentration d'activités commerciales, qui ont amplifié l'attractivité des flux piétonniers, compromettent la résilience de l'ancien centre colonial face aux perturbations. En cas de crise ou d'incident industriel, la capacité et les performances urbaines sont diminuées, affaiblissant ainsi la capacité du tissu urbain à assurer le bon fonctionnement de l'espace et la sécurité et le bien-être de ses résidents.

9.5 L'état du bâti :

La deuxième composante majeure de la structure urbaine est le bâti. Il joue un rôle primordial dans la configuration de l'espace urbain, en générant notamment les vides et espaces publics. Son influence est manifeste sur la fonctionnalité de l'espace, laquelle dépend de sa typologie (qu'il s'agisse d'habitat ou d'équipements), de sa localisation et de son attractivité pour les

utilisateurs. Il est à noter que le bâti est prédominant spatialement dans le tissu colonial, un tissu qui se caractérise par une compacité élevée (voir la Figure 9-23).



Figure 9- 23 Equipements ponctuels dans le damier colonial (Google Maps 2023 ; l’Auteur 2023)

L'évaluation de la qualité du bâti urbain repose sur des expertises spécifiques visant à déterminer l'état actuel des constructions. Une construction considérée comme dégradée présente des défauts, des dommages ou des faiblesses qui augmentent sa vulnérabilité face à diverses menaces et chocs. Par conséquent, un édifice dégradé a une capacité réduite à résister à des événements stressants, tels que les catastrophes industrielles, les incidents ou les crises.

Plus le degré de dégradation d'une construction est élevé, plus sa vulnérabilité est accentuée. Cela implique que les répercussions de potentiels aléas sur ce bâtiment seront d'autant plus sévères, risquant de causer des dommages conséquents, voire des effondrements, ou de compromettre son fonctionnement habituel. De plus, un bâtiment dégradé montre une résilience réduite, traduite par une difficulté à se remettre rapidement et à reprendre son fonctionnement normal après une perturbation.

Ainsi, lors de l'évaluation de la résilience urbaine, il est essentiel de tenir compte de l'état du bâti. Cette démarche met en lumière les zones ou les structures nécessitant des interventions spécifiques, qu'il s'agisse de rénovation, de renforcement ou de remplacement, afin d'améliorer leur robustesse et leur capacité à affronter divers chocs. Il est primordial d'accorder une attention accrue à la qualité des édifications, à un entretien régulier et au respect des normes de sécurité, assurant ainsi une résilience optimale de l'environnement urbain dans sa globalité.

Dans notre étude, nous observons deux types de bâtis : le premier est caractérisé par une interaction et une superposition de fonctions (habitat et commerce) ; le second est matérialisé par des équipements ponctuels tels que le théâtre, les sièges administratifs, les établissements d'hébergement touristique et les centres culturels.

Le tracé en damier, typique de l'urbanisme colonial, repose sur les principes de l'urbanisme moderne. Celui-ci se caractérise par la concentration des différentes fonctions urbaines (habiter, travailler, circuler et se divertir). Toutefois, cette théorie n'a pas anticipé la croissance démographique, engendrant d'importants dysfonctionnements dans la structure de la ville.

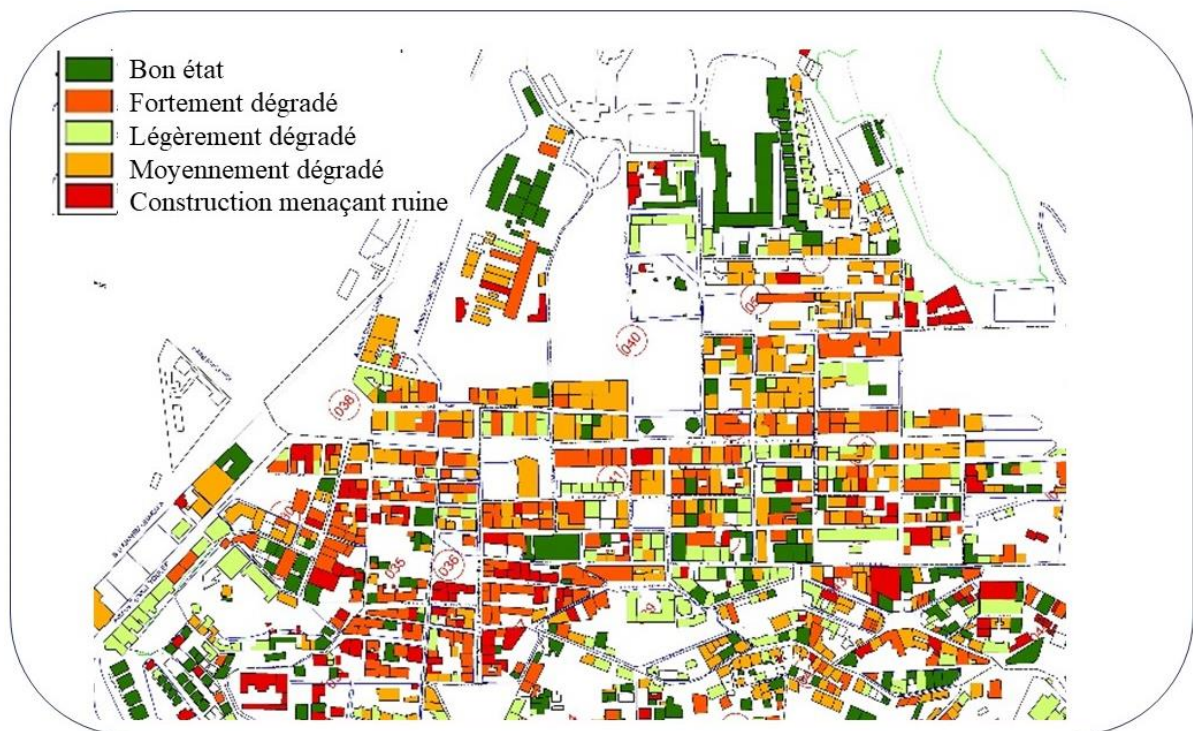


Figure 9- 24 Classification du niveau de dégradation des constructions (CTC, 2012)

Le centre-ville de Skikda, témoin de l'ère coloniale, affiche une dégradation significative, ce qui le rend particulièrement vulnérable à des événements majeurs comme un accident industriel. Une expertise technique approfondie a mis en évidence que plus de 2 000 bâtiments sont en péril. À l'issue de cette analyse, ces édifices ont été classés en trois catégories distinctes : "fortement dégradé", "dégradé" et "en danger d'effondrement" (voir la Figure 9-24). Des projets de restauration sont prévus, visant la rénovation des façades, balcons, escaliers et terrasses, ainsi que le renforcement des piliers soutenant les bâtiments. De plus, une consolidation des zones à risque d'effondrement est également à l'ordre du jour. Ces opérations visent 127 édifices, totalisant 604 logements et 350 commerces. (OPGI, 2020)

Mais en réalité, et jusqu'à l'écriture de ces mots aucune intervention majeure n'a été réalisée sur le tissu existant, à l'exception de quelques opérations de réfection ponctuelles. Plusieurs bâtiments ont succombé aux ravages du temps, et le reste de ces quartiers est à l'abandon. Cette situation a engendré un site hautement vulnérable, présentant de grands risques pour ses utilisateurs. Le tableau ci-dessous met en lumière certains effondrements survenus dans l'ancien centre-ville, renforçant ainsi la perception de dégradation de l'ancien tissu urbain.

Tableau 9- 6 Exemples de construction qui se sont effondré dans l'ancien centre colonial (l'Auteur 2023)

| Date | Dégâts | Emplacement |
|------------|--|------------------------------------|
| 05 /2012 | Effondrement | Quartier napolitain |
| 03/2019 | Effondrement du toit | La rue Kaddour Belizidia |
| 12/2020 | Effondrement | Le quartier napolitain |
| 03/2021 | Effondrement d'une partie d'un bâtiment | La rue Didouche mourade |
| 12/2021 | Effondrement partiel | La rue Mekki Ourtilani (Souika) |
| 12/2022 | Effondrement partiel d'une construction (cage d'escalier) | La rue Kaddour Belizidia |
| 22/12/2022 | Effondrement d'un immeuble R+2 | La rue Didouche mourade |
| 21/03/2023 | Effondrement d'une partie d'un bâtiment | Quartier napolitain |



Figure 9- 25 Stabilisation des arcades de Rue Didouche Mourad (l'Auteur 2023)

D'après les chiffres fournis par CTC (2012), l'état du bâti de la vieille ville de Skikda est alarmant. Sur les 2,047 constructions recensées, 292 sont jugées menaçant ruine. De plus, parmi les 5,268 logements identifiés, 1,288 sont fortement dégradés. Cela est d'autant plus préoccupant compte tenu du nombre élevé de résidents et des utilisateurs quotidiens de l'espace urbain, incluant travailleurs et visiteurs.



Figure 9- 26 Effondrement d'une partie d'un bâtiment (Partie News, 2023)

Il est également à noter que 421 constructions sont encore en bon état, tandis que 577 constructions sont moyennement dégradées. La résilience de ces bâtiments, dans leur état actuel, est extrêmement limitée, voire quasiment nulle, face à un risque industriel potentiel.

Ces données, bien que datant de 2012, prennent une importance accrue aujourd'hui. En effet, compte tenu de l'absence d'interventions sérieuses depuis cette date, la situation est probablement encore plus grave à l'heure actuelle. Il est donc urgent d'agir pour garantir la sécurité des habitants et des utilisateurs de la vieille ville de Skikda. (Voir les figure 9-26 et 9-27)

Tableau 9- 7 Bilan et classement de niveau de dégradation (CTC, 2012)

| | Constructions | | Logement | |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | Nombre(U) | Surface(m2) | Nombre(U) | Surface(m2) |
| Bon état | 421 | 201145,83 | 499 | 146398,70 |
| Légèrement dégradé | 403 | 199376,16 | 1061 | 165758,60 |
| Moyennement dégradé | 577 | 242153,69 | 1594 | 189246,26 |
| Construction fortement dégradé | 353 | 193964,57 | 1288 | 152439,48 |
| Construction menaçant | 292 | 84498,81 | 826 | 70233,44 |
| Totale | 2047,00 | 921139,04 | 5268,00 | 724076,47 |

En réalité, en raison de leur état avancé de dégradation, ces bâtiments sont incapables de résister aux effets mécaniques, tels que ceux induits par un phénomène de surpression. Cette surpression, résultant d'une onde de choc (qu'elle soit une déflagration ou une détonation), est généralement provoquée par une explosion. Ces structures, fragilisées par le temps, sont ainsi particulièrement vulnérables face à de tels événements destructeurs.

9.6 Résultats de la superposition des indicateurs :

La ville de Skikda, avec son centre historique, présente une combinaison préoccupante de facteurs qui la rendent particulièrement vulnérable. La superposition des indicateurs a mis en évidence une forte concentration humaine, une fragilité de la trame viaire et surtout un état du bâti fortement dégradé.

Tableau 9- 8 Résultats de la superposition des indicateurs (l’Auteur 2023)

| | Niveau 1 | Niveau 2 | Niveau 3 |
|-----------------------|----------|----------|-------------|
| Concentration humaine | | | Défaillante |
| Structure urbaine | | | Défaillante |
| L’état du bâti | | | Défaillante |

Cette dégradation du bâti est d'autant plus alarmante qu'elle est le reflet d'une structure urbaine qui n'a pas suivi l'évolution des besoins de la société. Malgré les changements et les intensifications des besoins au fil du temps, le centre-ville est resté figé, subissant les effets du temps et une suroccupation. Cette stagnation a conduit à une dégradation urbaine visible et inquiétante.

L'état du bâti, combiné à une trame viaire qui peine à gérer les flux, rend le centre de Skikda particulièrement sensible aux crises. Une faible résilience face à un événement imprévu, comme un accident industriel, pourrait facilement entraîner une paralysie de l'espace urbain. La densité humaine, qui dépasse les normes recommandées, aggrave cette situation, surtout durant les heures de pointe et la saison estivale.

En synthèse, le centre-ville de Skikda, avec son bâti en piteux état et sa trame viaire sous-optimale, est en danger imminent en cas de catastrophe. Sa faible résilience et sa capacité limitée à gérer les flux laissent présager d'importantes perturbations en cas de crise, avec des conséquences humaines et matérielles majeures. Des interventions urgentes sont nécessaires pour restaurer et renforcer cet espace urbain, afin de garantir sa durabilité et sa sécurité pour les habitants et les usagers.

CONCLUSION :

L'analyse croisée de différents indicateurs met en lumière la vulnérabilité du centre historique de Skikda. Cette fragilité se traduit par une résilience considérablement réduite face aux risques permanents qui planent sur la ville. En cas d'accident industriel, les conséquences pour ce cœur urbain pourraient être catastrophiques, amplifiant le risque et entraînant des dommages humains et matériels conséquents.

L'examen approfondi du comportement de cet espace urbain face à une telle menace a mis en évidence les multiples défaillances qui entravent sa capacité à rebondir. Les interactions entre ces indicateurs soulignent la complexité de l'approche résiliente et les défis inhérents à sa mise en œuvre concrète.

Il est impératif de reconsidérer la manière dont ces espaces urbains sont conçus et gérés face aux risques industriels. La performance urbaine, en tant qu'outil essentiel, joue un rôle crucial dans cette démarche. Elle évalue la capacité de l'espace urbain à répondre aux besoins des habitants tout en résistant aux chocs et perturbations. Pour le cas de l'ancien centre de la ville de Skikda, cela nécessite des interventions majeures telles que la restauration, la rénovation et la restructuration urbaine. Ces démarches, bien que radicales, visent à remédier aux faiblesses identifiées et à renforcer la capacité de la ville à gérer de tels risques, s'inscrivant ainsi dans une vision d'urbanisme durable.

Pour conclure, repenser Skikda requiert une approche intégrée : reconstruire de manière plus sécurisée, améliorer l'aménagement des quartiers, faciliter l'accès et assurer une circulation fluide. Ces mesures peuvent s'avérer cruciales pour augmenter la résilience et la performance urbaine, garantissant ainsi un avenir plus sûr et plus durable pour ses habitants.

CONCLUSION GENERALE :

La ville de Skikda en Algérie est un exemple emblématique des défis liés à la coexistence entre urbanisation et risques industriels. Avec une raffinerie pétrochimique majeure située à proximité et un accident technologique dévastateur en 2004, la vulnérabilité de Skikda face aux dangers industriels est manifeste. L'évolution rapide de la ville, avec une croissance démographique et territoriale impressionnante, accentue ces risques. Malgré l'importance économique de la raffinerie, ses nombreux incidents rappellent la fragilité de cette relation ville-industrie.

Le risque zéro étant un idéal inatteignable, la question se pose sur la manière de gérer et de limiter ces dangers. La résilience urbaine, définie comme la capacité d'un espace à s'adapter et répondre aux chocs, est suggérée comme une possible solution. Cette notion implique une réflexion approfondie sur la morphologie urbaine, où la structure et la forme de la ville influencent sa réaction face aux incidents. L'objectif est de créer des espaces urbains non seulement fonctionnels et esthétiques, mais aussi sécurisés et résilients face aux dangers potentiels.

Notre recherche vise donc à analyser la relation entre la configuration spatiale de la ville de Skikda et sa capacité à gérer les risques industriels. En explorant les interactions entre la morphologie urbaine et les risques industriels, nous cherchons à comprendre comment une ville, par sa conception, peut moduler sa vulnérabilité et renforcer sa résilience face aux menaces.

Nous avons commencé par étudier la relation complexe entre la ville de Skikda et sa zone industrielle pétrochimique adjacente, en nous basant sur quatre indicateurs clés : la stabilité industrielle, la distance ville-industrie, les barrières topographiques, et les vents dominants.

Ces critères ont mis en lumière les vulnérabilités associées à cette coexistence. Ensuite, notre étude analytique s'est articulée autour de deux échelles : À l'échelle de la ville, nous avons analysé la stratégie d'urbanisation, l'accessibilité et la morphologie de Skikda, en utilisant des outils numériques comme la "space syntax".

En suite en s'est concentré sur le centre colonial, nous avons évalué sa forme urbaine, et sa résilience face aux risques industriels, à travers la corrélation de plusieurs indicateurs tel que sa configuration spatiale, la concentration humaine et l'état du bâti. Ensemble, ces analyses nous ont offert une vision approfondie de la dynamique urbaine de la ville de Skikda et de sa capacité à gérer les risques liés à sa proximité industrielle.

Lors de la première étape d'analyse de la relation entre Skikda et sa zone industrielle pétrochimique, nous avons mis en lumière la délicate coexistence de ces deux entités. Les indicateurs clés tels que l'instabilité de la zone industrielle, sa proximité avec la ville, l'absence de barrières topographiques naturelles de protection, et les vents dominants, ont servi de prélude pour établir un cadre de référence sur les risques majeurs auxquels la ville pourrait être confrontée.

En approfondissant notre étude lors de la deuxième phase, en analysant Skikda dans sa globalité, nous avons mis en lumière les implications étendues de ces risques. L'accroissement rapide de la population de la ville, associé à une urbanisation parfois impulsivement développée sans une planification méticuleuse, a engendré une cascade de défis interdépendants. L'élargissement géographique de la ville, les contraintes infrastructurelles, et l'immédiate proximité de la zone industrielle s'entremêlent, tissant une mosaïque complexe de défis urbains. Ces problématiques sont accentuées par la connectivité insuffisante de nombreux axes majeurs, la ségrégation des zones périphériques, ainsi qu'une intelligibilité urbaine réduite qui traduit le déséquilibre flagrant, problème lisibilité et une cohésion spatiale limitées de la morphologie de la ville. Cette situation est exacerbée par une accessibilité réduite, et tous ces facteurs ensemble diminuent sa résilience face à toute crise ou perturbation.

Un élément crucial qui ressort de cette analyse est l'importance de la performance de la morphologie urbaine. Une morphologie urbaine performante peut grandement augmenter la résilience urbaine. Elle permet une circulation fluide, une meilleure accessibilité, et facilite les interventions en cas d'urgence. De plus, une morphologie urbaine bien conçue peut également contribuer à réduire les effets des menaces, qu'elles soient naturelles ou induites par l'homme, telles que celles posées par la zone industrielle adjacente.

La troisième étape, focalisée sur le centre-ville colonial, a révélé une concentration de vulnérabilités. Le bâti dégradé, la trame viaire inefficace et la forte densité humaine ont mis en évidence une zone spécifiquement préoccupante. En améliorant la performance de sa morphologie urbaine, cette partie de la ville pourrait renforcer sa résilience et, par conséquent, réduire considérablement sa vulnérabilité.

En combinant les insights de ces trois étapes, une image complète de la situation de la ville Skikda émerge, la performance de la morphologie urbaine ne doit pas être sous-estimée. Elle joue un rôle pivot dans la manière dont une ville réagit et se remet des défis et des crises surtout en cas de risque industriel. En reconnaissant et en adressant les interconnexions entre la morphologie urbaine, l'urbanisation et la proximité de la zone industrielle, Skikda peut s'orienter vers un futur plus résilient, où les risques sont gérés de manière proactive plutôt que réactive.

À partir de ces résultats, nous pouvons élaborer des réponses aux questions initiales posées dans la problématique. L'analyse de Skikda a mis en évidence l'importance primordiale de la résilience urbaine face aux défis des risques industriels. La proximité de la ville d'une zone industrielle pétrochimique entraîne des défis spécifiques. La capacité de Skikda à s'adapter, à répondre et à se rétablir rapidement des perturbations est essentielle pour la sécurité et le bien-être de ses citoyens. La résilience urbaine est donc un élément clé qui permet à la ville d'anticiper les menaces et de réagir de manière efficace en cas de crise.

L'accessibilité à la ville Skikda, principalement via les RN03 et N44, est entravée par des contraintes géographiques et la présence imposante d'une zone industrielle pétrochimique. Cette dernière exacerbe la congestion, en particulier sur la RN44, ce qui augmente la vulnérabilité de Skikda. Un incident industriel pourrait avoir des répercussions majeures sur l'accessibilité de la ville.

Ensuite en souligne que la morphologie urbaine de Skikda joue un rôle déterminant dans sa capacité à faire face à ces défis. Une morphologie bien structurée facilite la circulation, améliore l'accessibilité et est cruciale pour une intervention rapide en cas d'urgence. De plus, l'optimisation de cette morphologie, par des mesures telles que la révision de la trame viaire et la restauration des bâtiments dégradés, peut atténuer l'impact des risques industriels.

Bien que la ville de Skikda ait des zones de fragilité, en particulier le centre-ville colonial, renforcer sa morphologie urbaine pourrait augmenter sa capacité à faire face aux défis. La persistance des efforts pour améliorer la résilience est essentielle. En se concentrant sur ces éléments, Skikda peut répondre aux risques industriels tout en offrant un environnement urbain sûr et durable pour ses habitants.

La situation de notre cas d'étude est manifestement complexe, ancrée dans un enchevêtrement d'urbanisation et de risques industriels. Alors que nous reconnaissons la profondeur et la diversité de son tissu urbain et historique, il devient impératif de traiter les défis contemporains en introduisant des recommandations adaptées. La maîtrise de l'urbanisation, qui se concentre principalement sur la limitation et l'interdiction, semble être une solution restrictive. Pour une approche plus holistique, considérons les recommandations suivantes :

Vue la mauvaise accessibilité à la ville de Skikda, il est vivement conseillé d'investir davantage dans le développement et l'amélioration des routes secondaires et chemins intercommunaux de la ville. Même si ces voies ont actuellement un rôle très limité voire inexistant, elles ont le potentiel d'alléger le trafic sur les principales artères, en particulier la RN03 et la N44. En améliorant leur qualité et leur connectivité, elles pourraient faciliter l'accès à des zones périphériques et offrir des alternatives en cas d'incidents sur les routes principales. Cette diversification des axes routiers serait bénéfique pour la fluidité du trafic et la résilience de la ville face aux perturbations.

Face à la complexité de coexister avec les risques industriels, les intervenant dans l'urbanisation de la ville de Skikda doit envisager de renforcer la performance de sa morphologie urbaine à travers des révisions significative de sa structure urbaine. En explorant et en adoptant différentes formes urbaines, la ville a l'opportunité d'optimiser la circulation et de mieux répartir ses fonctions diversifiées. Un tel changement ne servirait pas uniquement à minimiser les risques, mais contribuerait également à façonner un espace urbain plus accessible, équilibré, intégré et serein pour ses habitants et ces utilisateurs.

Tout en progressant dans cette direction, il est crucial de prévoir des interventions de réhabilitation pour favoriser une meilleure intégration entre les différentes composantes de la ville. En établissant de nouvelles connexions, qu'elles soient dédiées à la circulation

routière, piétonnière, ou autres, la ville de Skikda pourrait renforcer l'interconnexion entre ses différentes zones. Cela améliorerait non seulement la cohésion spatiale et fonctionnelle, mais renforcerait également sa capacité à réagir promptement face à des perturbations.

Il est essentiel de souligner que la transition vers une ville plus résiliente ne saurait négliger l'importance de son ancien bâti. Le centre colonial de Skikda, témoignage éloquent de son riche passé, mérite une attention particulière. Des opérations de restauration dans ce secteur pourraient non seulement conserver l'identité historique de la ville, mais aussi renforcer sa capacité et sa résilience face à diverses agressions. En combinant ces restaurations avec une planification urbaine judicieuse, la ville de Skikda pourrait trouver un équilibre spatial et fonctionnel harmonieux.

Toutefois, tout en répondant à ces questions essentielles, notre recherche a également soulevé de nouvelles interrogations et révélé des domaines nécessitant une investigation plus approfondie. La complexité du tissu urbain et industriel de Skikda, ainsi que les défis et opportunités qu'il présente, nous amènent à réfléchir aux prochaines étapes et aux futurs horizons de cette étude.

Perspectives futures :

D'abord, il serait pertinent d'explorer davantage comment d'autres villes ayant des caractéristiques similaires à Skikda gèrent la coexistence entre urbanisation et risques industriels, comme la ville d'Arzew, Hassi Messaoud et autres. Des études comparatives pourraient fournir des insights précieux sur les meilleures pratiques et les approches innovantes en matière de résilience urbaine.

Aussi, à l'ère de la numérisation et de l'abondance des données, l'intégration de données étatiques, telles que les statistiques Ménage/déplacement, pourrait être d'une valeur inestimable. Ces données, lorsqu'elles sont combinées avec des outils comme les Systèmes d'Information Géographique (SIG), permettent une analyse spatiale plus précise et approfondie. La disponibilité future de ces enquêtes étatiques pourrait grandement enrichir l'analyse urbaine face aux risques industriels, en offrant des perspectives plus détaillées sur les mouvements de population, les concentrations démographiques et les flux de

déplacement. Ces informations sont cruciales, surtout lorsqu'on considère la possibilité d'événements naturels pouvant servir de déclencheurs à des accidents industriels.

Un autre domaine crucial est l'impact potentiel des événements naturels sur le déclenchement d'incidents industriels. Les événements naturels tels que les tremblements de terre, les inondations ou les tempêtes peuvent non seulement causer des dommages directs à la ville et à ses infrastructures, mais aussi déclencher des accidents industriels, amplifiant ainsi la catastrophe. Comment Skikda et d'autres villes similaires peuvent-elles se préparer à ces doubles menaces ?

De plus, l'impact des changements climatiques sur la résilience urbaine est un autre axe d'investigation. Comment les phénomènes climatiques exacerbent-ils les défis déjà existants et comment influencent-ils les risques industriels associés ?

Il serait également intéressant d'étudier les perceptions et les attitudes des résidents de la ville de Skikda eux-mêmes. Comment perçoivent-ils les risques ? Quelle est leur confiance dans les mesures de résilience mise en place ? Et comment cela influence-t-il leurs décisions quotidiennes ?

Toutes ces questions, et bien d'autres, méritent d'être explorées plus avant. Notre recherche sur Skikda n'est qu'une première étape dans la compréhension des dynamiques complexes à l'intersection de l'urbanisme, de l'industrie et de la résilience. Continuer à poser ces questions importantes et chercher constamment des solutions pour les villes du futur est essentiel pour le bien-être et la sécurité de leurs habitants.

En fin il est a noté que chaque recherche a ses particularités, ses forces, mais aussi ses contraintes. Pour une analyse approfondie et transparente, il est crucial de reconnaître et de souligner ces contraintes. Cela donne non seulement du crédit à l'étude en question, mais ouvre également des perspectives pour des recherches futures.

- Notre étude sur la ville de Skikda a bénéficié de l'accès à de nombreuses données, mais certaines lacunes ont inévitablement influencé l'ampleur de notre analyse. L'absence de données étatiques, telles que les statistiques Ménage/déplacement, les expertises sur l'état du bâti dans d'autres quartiers de la ville, et un support

cartographique complet, a constitué une contrainte majeure, limitant la portée et la profondeur de notre analyse spatiale.

- Facteurs externes : Notre étude a principalement abordé la coexistence entre urbanisation et risques industriels. Cependant, d'autres facteurs, tels que les impacts économiques, sociopolitiques ou environnementaux, n'ont pas été pleinement explorés, mais peuvent influencer la résilience urbaine.
- Complexité des événements naturels : Bien que nous ayons mentionné la possibilité que des événements naturels puissent déclencher des accidents industriels, une étude approfondie des mécanismes et de la probabilité de tels scénarios dépassait le cadre de cette recherche.
- Méthodologie : Les outils et méthodologies utilisés, bien que standardisés, ont leurs propres limites. Par exemple, les outils SIG offrent une analyse spatiale détaillée, mais leur précision dépend de la qualité et de la mise à jour des données disponibles.
- Portée géographique : Bien que la ville de Skikda soit représentative de nombreuses villes confrontées à des défis similaires, les résultats de cette recherche ne peuvent pas être généralisés à toutes les villes sans adaptations spécifiques au contexte local.

Reconnaître ces limites ne minimise pas la valeur de notre recherche, mais souligne plutôt les domaines où des améliorations et des études complémentaires sont nécessaires. En outre, cela ouvre la voie à d'autres chercheurs pour approfondir, élargir et construire sur cette base, avec l'espoir de continuer à renforcer la résilience des villes face aux risques industriels et autres.

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

- AFP. (2018). *La Ghouta en Syrie bombardée, appels à l'Onu à arrêter le "bain de sang"* [Online]. Available: <https://www.voaafrique.com/a/la-ghouta-en-syrie-bombardee-appels-a-l-onu-a-arreter-le-bain-de-sang/4296158.html> [Accessed 11/05/2019].
- ALI KHODJA, M. (2022). Configuration spatiale et formes d'usage dans un quartier informel. Cas de chouf lekdad a setif. *Revue de la ville et l'environnement de l'UC3.*, Vol. 02/N° 02.
- ALILECHE, N., BUVAT, J., ESTEL, L., OLIVIER, D. & COZZANI, V. (2014). Étude des effets dominos sur un bassin industriel. 19ème Congrès de la maîtrise des risques et de la sûreté de fonctionnement,.
- AMIARD, J.-C. (2020). *Les accidents nucléaires: prévention et gestion d'une crise accidentelle*, ISTE Group.
- ANIREF, Ministère de l'industrie. (2022). *localisation de la wilaya de Skikda* [Online]. Available: <https://www.aniref.dz/index.php?layout=edit&id=109> [Accessed 01/08/2022].
- AYMONINO, C. J. (1970). *La città de Padova: saggio di analisi urbana*.
- BALLY, F., PEYRACHE-GADEAU, V., GABILLET, M., LAVOREL, S. & LAFORGUE, D. (2017) *Vulnérabilités institutionnelles et résilience territoriale: la construction incertaine d'une trajectoire adaptative en réponse à la " crise du Chambon" en Haute-Romanche. Les défis de développement pour les villes et les régions dans une Europe en mutation,*.
- BASTA, C., DECELLE-LAMOTHE, S. & MARTINAIS, E. (2019). *De la prévention du risque industriel à la résilience des activités économiques. Vers une démarche de territoire.*
- BAUDET-MICHEL, S. & ASCHAN-LEYGONIE, C. (2009). *Risque, Vulnérabilité, Résilience: comment les définir dans le cadre d'une étude géographique sur la santé et la pollution atmosphérique en milieu urbain? : L'Harmattan.*
- BEYER, A. & LACOSTE, R. J. É. R. E. U. (2017). *La transition écologique des territoires urbano-portuaires: Les enseignements de la démarche de reconnexion énergétique engagée entre la ville et le port de Strasbourg.* 857-880.
- BLANCHER, P. (1995). *Risque et densité. Les annales de la recherche urbaine.* Persée-Portail des revues scientifiques en SHS.
- BLANCHER, P., PAQUIET, P. & ZAMPA, C. (1996). *Industries chimiques et territoire: contraintes et opportunités de développement/Chemical industries and their spatial setting: constraints and opportunities for development. Géocarrefour,* 71, 23-30.

- BLESIOUS, J.-C. (2014). *Vivre avec les industries? De la maîtrise de l'urbanisation à l'éducation aux risques: cas de Vitry-sur-Seine (France) et de Montréal-Est (Québec)*. Paris Est.
- BORIE, A. & DENIEUL, F. (1984). Méthode d'analyse morphologique des tissus urbains traditionnels.
- BOULGHOBRA, N. (2006). *Protection de la ville de Skikda contre l'inondation, Essai de PPRI*. mémoire de magister, université de Batna.
- BOULKAIBET, A. (2004). La question du risque industriel en Algérie, cas de la ville de Skikda et sa zone pétrochimique. *Université de Caen. Caen, France*.
- BOULKAIBET, A. (2011). *La question du risque industriel et le développement durable en Algérie cas de la wilaya de Skikda (la zone pétrochimique et la cimenterie de Hadjar Assoud)*. Magistère.
- BOULKAIBET, A. & BENMISSE, A. (2019). *L'organisation de l'espace autour d'un site à risque majeur*. Université Frères Mentouri-Constantine 1.
- BOULKAIBET, A. & BENMISSE, H. (2018). La répartition spatiale des enjeux vulnérables aux risques industriels dans la daïra de Skikda (Algérie): un essai de bilan cartographique. *Sciences Technologie. D, Sciences de la terre*, 227-245.
- BOUMAÏZ-BEN-SAAD, H. (2019). *Dynamic of Informal Housing: Characteristics, Remedial Approaches, and Its Correlation with the Size and Function of the City - The Cities of Skikda and El Harrouch as Case Studies - Northeast Algeria (in Arabic)*. doctorat en sciences, Université Badji Mokhtar-Annaba.
- BOUMAZA, A. (2022). *Inondations de Bab El Oued : 21 ans après, retour sur le « samedi noir »* [Online]. Available: <https://www.algerie360.com/inondations-de-bab-el-oued-21-ans-apres-retour-sur-le-samedi-noir/> [Accessed 20/10/2022].
- BOUSMAHA, A. & BOULKAIBET, A. (2019). Planification foncière et espaces agricoles périurbains en Algérie. Le cas de l'agglomération de Skikda. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 10.
- BOUTARCHA, F. (2022). Le littoral algérien entre protection de l'environnement et les impératives du développement touristique: enjeux et perspectives The Algerian coast between environmental protection and the imperatives of tourist development: challenges and perspectives.
- BOYER, B. (2015). Villes et crises: Comprendre et anticiper pour mieux agir, mieux reconstruire et renforcer la résilience dans les contextes urbains. l'Agence Française de Développement (AFD) France.
- BREHENY, M. J. C. (1997). Urban compaction: feasible and acceptable? 14, 209-217.
- BURTON, E. J. U. S. (2000). The compact city: just or just compact? A preliminary analysis. 37, 1969-2006.

- CENTRE DE RECHERCHE EN ASTRONOMIE, (2013). *Commémoration du séisme de Boumerdes du 21 mai 2003 (Mw 6.8) 10 ans après* [Online]. Available: https://www.craag.dz/archive_lettre/2013/numero%20special%2059%2060.pdf [Accessed 12/01/2016].
- CHAOUI, N. (2014). *Important glissement terrain à Annaba: le wali ouvre une enquête* [Online]. Available: <https://www.jeune-independant.net/important-glissement-terrain-a-annaba-le-wali-ouvre-une-enquete/> [Accessed 20/06/2016].
- CHERID-TILIOUINE, S. (2011). *ones industrielles en Algérie, une promiscuité dangereuse* [Online]. Available: <https://algeria-watch.org/?p=16461> [Accessed 30/05/2017].
- CHETTOUH, S. (2016). *Modeles statistiques pour l'evaluation des incertitudes associees aux effets du risque incendie*. Doctorat ès sciences, Université de Batna.
- CHETTOUH, S. (2021). Proposition d'une démarche de Retour d'Expérience pour l'évaluation et la prévention des accidents industriels. *Algerian Journal of Environmental Science Technology*, 7.
- CHORLEY, R. (1987). *Handling Geographic Information. Report... of the Committee... Chairman: Lord Chorley, COMMITTEE OF ENQUIRY INTO THE HANDLING OF GEOGRAPHIC INFORMATION.*, HM Stationery Office.
- CLIMATSETVOYAGES. (2023). *Graphique climatique -Skikda-* [Online]. Available: <https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie/skikda> [Accessed 01/08/2023].
- COMMUNE D'ARGENTAN (2017). Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs. Commune d'Argentan, DICRIM, DÉPARTEMENT DE L'ORNE
- CONSEIL NATIONAL ECONOMIQUE ET SOCIAL, C. (2003). L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : Inquiétudes actuelles et futures.
- CTC, Contrôle Technique de la Construction (2012). Etude d'Expertise Technique du Vieux Bâti de la Ville de Skikda. APC Skikda.
- CORMIER, M. C., FRANCOEUR, A. & BOULANGER, J. C. (2003). *Les dictionnaires Le Robert: genèse et évolution*, Presses de l'Université de Montréal.
- COTE, M. (2005). *L'Algérie: espace et société*, Média-Plus.
- COTE, M. (2006). *Guide d'Algérie: paysages et patrimoine*, Saïd Hannachi, Média-Plus.
- D'ERCOLE, R. & PIGEON, P. (1999). L'expertise internationale des risques dits naturels: intérêt géographique. *Annales de géographie*,. 339-357.
- D'ERCOLE, R., THOURET, J.-C., DOLLFUS, O. & ASTÉ, J.-P. (1994). Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse. *Revue de Géographie Alpine/Journal of Alpine Research*, 82, 87-96.

- DANTZIG, G. B. & SAATY, T. L. J. (1973). Compact city: a plan for a liveable urban environment.
- DAUPHINÉ, A. & PROVITOLLO, D. (2007). La résilience: un concept pour la gestion des risques. *Annales de géographie*. Armand Colin.
- DEBOULET, A., BUTIN, C. & DEMOULIN, J. (2018). *Métropoles compétitives et horizons de justice spatiale*. Plaine Commune; Laboratoire Architecture Ville Urbanisme et Environnement; CGLU.
- DESA, U. (2015). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (UN DESA), world population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables. Working Paper No. ESA/P/WP. 241, United Nations, Department of Economics.
- ARIA. Développement durable. (2017). *Explosions dans un entrepôt de matières dangereuses* [Online]. Available: https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/46803-2/ [Accessed 01/12/2016].
- DIRECTION DE L'INDUSTRIE (2014). Risques Majeurs de la dossier sur les nouvelle-calédonie. la Nouvelle Calédonie, FRANCE.
- DJAMENT-TRAN, G., LE BLANC, A., LHOMME, S., RUFAT, S. & REGHEZZA-ZITT, M. (2011). Ce que la résilience n'est pas, ce qu'on veut lui faire dire.
- DUBOIS-MAURY, J. & CHALINE, C. (2004). *Les risques urbains*, A. Colin.
- ESTACIO, J. (2004). *Risques technologiques liés au stockage et au transport de combustibles dans le District Métropolitain de Quito*. DEA Mémoire Université CHAMBERY ANNECY DE SAVOIE.
- EVANNO, S. & WEINBERGER, B. (2014). Procédés de méthanisation et gestion des risques industriels. Retour d'expérience en France et en Allemagne. *Techniques Sciences Méthodes*, 62-73.
- EXIGENCES, R. D. S. C. A. (2005). Lignes directrices pour l'établissement d'un rapport de sécurité conformément aux exigences de la directive 96/82/ce telle que modifiée par la directive 2003/105/ce (seveso ii).
- FABIANI, J.-L. & THEYS, J. (1987). La société vulnérable: évaluer et maîtriser les risques. (No Title).
- FEMMAM, N., MAZOUZ, S. J. J. O. A. E. S. & TECHNOLOGY (2018). Analysis of legibility in urban public spaces. Case of El-Alia North-East neighborhood in Biskra, Algeria. 4, 203-211.
- FENCHOUCH, A.-E. & TAMINE, R. (2019). Mutations de la centralité dans une ville secondaire d'Algérie.. Le cas de Skikda. *Les Cahiers d'EMAM. Études sur le Monde Arabe et la Méditerranée*.

- FEZZAI, S. (2018). *La configuration urbaine comme outil d'orientation des comportements Cas d'étude des transformations urbaines dans la vieille ville de Constantine*. UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA.
- FOLKE, C., CARPENTER, S., ELMQVIST, T., GUNDERSON, L., HOLLING, C. S. & WALKER, B. (2002). Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations. *AMBIO: A journal of the human environment*, 31, 437-440.
- FRIMOUSSE, S. & PERETTI, J.-M. (2021). Comment renforcer durablement la résilience organisationnelle? *Question (s) de management*, 127-174.
- GAUTHEY, J. (2017). Implication des populations concernées à l'évaluation et la gestion des risques sanitaires: un cas de pollution de l'air intérieur dans une école. 16.
- GENDREAU, N., LONGHINI, M. & COMBE, P.-M. (1998). Gestion du risque d'inondation et méthode Inondabilité: une perspective socio-économique. *Ingénieries eau-agriculture-territoires*, p. 3-p. 15.
- GENDRON, C. (2004). *La gestion environnementale et la norme ISO 14001*, PUM.
- GENEAWIKI. (2021). *carte du damier coloniale de la ville de skikda* [Online]. Available: https://fr.geneawiki.com/wiki/Alg%C3%A9rie__Skikda?mobileaction=toggle_view_desktop [Accessed 22/09/2022].
- GLEIZES, C. (1995). Les responsabilités dans la négociation du risque. *Sciences Eaux & Territoires*, 79-86.
- GLEYZE, J.-F. (2002). *LE RISQUE*, Institut Géographique National, Laboratoire COGIT.
- GOOGLE EARTH. (2023). *la dénivelé "ancien centre colonial"*.
- GOOGLE-MAPS. (2023). *la ville de Skikda* [Online]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Skikda/@36.8730204,6.9348779,12z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x12f1c59c2432db4d:0x9406fc7f06be65d7!8m2!3d36.8620804!4d6.9054888!16zL20vMDU1bXBx?entry=ttu> [Accessed 12/01/2023].
- GRECU, F., ABDELLAOUI, A., REDJEM, A., OZER, A., VIŞAN, G., BOUREZG, S., HADJAB, M., MAHAMEDI, A., DOBRE, R. & VIŞAN, M. (2013). Diagnostic des aléas naturels en zones urbaines semiarides (Bou-Saada, Algérie).
- GREMBO, N. (2010). *Risque industriel et représentation des risques: approche géographique de la représentation du risque industriel majeur en région Poitou-Charentes*. Université de La Rochelle.
- GUERZI, C. (2011). «*Scénariid'Incendie-Explosion au niveau du complexe pétrochimique de Skikda*» *Etude de cas: Unité éthylène*. Magistère, univertisté ahmed ben bella Oron 1.

- GUIZANI, L., MORADIANKHABIRI, M., BOUGUERRA, K. & NAIMI, M. (2015). Isolation sismique des ponts en Algérie: règles et perspectives. 13th Arab Structural Engineering Conference, University of Blida,
- HADEF, H. (2020). Le Développement Urbain Autour Des Sites Industriels: La Complicité Des Instruments D'urbanisme-Cas De Skikda.
- HADEF, R. (2008). *Quel projet urbain pour un retour de la ville a la mer ? Cas d'étude : Skikda*. Mémoire de magistère Université de Constantine
- HASSOUMI, I. (2015). *Approche multi-agents de couplage de modèles pour la modélisation des systèmes complexes spatiaux: application à l'aménagement urbain de la ville de Métouia*. Paris 6.
- HEINZLEF, C. (2022). *Recettes de résilience urbaine: Faire face aux inondations*, Éditions Universitaires d'Avignon.
- HILLIER, B. (1987). La morphologie de l'espace urbain: l'évolution de l'approche syntaxique. *Architecture et Comportement/Architecture Behaviour*, 3, 205-216.
- HILLIER, B. (1998). A note on the intuiting of form: three issues in the theory of design. *Environment Planning B: Planning Design*, 25, 37-40.
- HILLIER, B. (2001). A theory of the city as object: or, how spatial laws mediate the social construction of urban space. *Proceedings Space Syntax. 3rd International Symposium, Atlanta*.
- HILLIER, B. (2007). *Space is the machine: a configurational theory of architecture*, Space Syntax.
- HILLIER, B. & HANSON, J. (1987). Introduction: un second paradigme. *Architecture et Comportement/Architecture Behaviour*, 3, 201-203.
- HILLIER, B., HANSON, J. & GRAHAM, H. (1987). Ideas are in things: an application of the space syntax method to discovering house genotypes. *Environment Planning B: planning design*, 14, 363-385.
- HILLIER, B. & VAUGHAN, L. (2007). The city as one thing. *Progress in planning*, 67, 205-230.
- HUBERT, E. (2005). *Gouvernance et vulnérabilités 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*. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne; Université Jean ...
- IHESI. Institut des hautes études de la sécurité intérieure (2001). *Cartographie et analyse spatiale de la délinquance: actes de l'Atelier de cartographie, IHESI, 27 juin 2000*, IHESI.

- INERIS, Institut National De l'Environnement Industriel et des Risques 2010. *Evaluer le risque accidentel* [Online]. Available: <https://www.ineris.fr/fr/risques/comment-evaluer-risque/evaluer-risque-accidentel> [Accessed 12/01/2021].
- JORA. (1990). *Loi 90 29 du 01 12 1990, section 3, art 31* [Online]. Available: <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/1990/F1990052.pdf> [Accessed 12/03/2017].
- JORA. (1990). *Législatifs réglant le système de gestion des risques et gestion de l'urgence en Algérie* [Online]. Available: <https://www.joradp.dz/> [Accessed 12/01/2019].
- KABANYEGEYE, H., USENI SIKUZANI, Y., SAMBIENI, K. R., MASHARABU, T., HAVYARIMANA, F. & BOGAERT, J. (2021). Trente-trois ans de dynamique spatiale de l'occupation du sol de la ville de Bujumbura, République du Burundi. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 18.
- KARIMI, K. (2012). A configurational approach to analytical urban design: 'Space syntax' methodology. *Urban Design International*, 17, 297-318.
- KHACHA, A. (1984). *La ville de Skikda - Les inondation du 29/12/1984 -* [Online]. Available: <https://www.vitamedz.com/fr/Algerie/inondation-1984-r-djamel-14856-Photos-0-0-1.html> [Accessed 22/05/2022].
- KLEIN, R., NICHOLLS, R. & THOMALLA, F. (2004). Resilience to natural hazards: how useful is this concept? *Environ. Hazards*. 35-45.
- KRIER, V., SUMERA, F. & WABONT, M. (1996). Carte archéologique et/ou géographie de l'archéologie. *Revue d'archéométrie*, 217-222.
- L'AFNOR. (2017). *Les sources de danger* [Online]. Available: http://ressources.unit.eu/cours/cyberrisques/etage_1/co/Module_Etage_1_10.html#:~:text=L'AFNOR%20le%20d%C3%A9finit%20comme,%20FIEC%2017799%3A2000%5D. [Accessed 01/12/2017].
- L'YONNE, L. S. D. L. E. D. (2019). *Définition du Risque Majeur* [Online]. Available: <https://www.yonne.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-prevention-des-risques/Risques-majeurs/Politique-de-prevention-des-risques-majeurs/Definition-du-risque-majeur> [Accessed 11/06/2019].
- LA DEPECHE (2021). *AZF, 20 ans après : l'article à lire pour tout savoir sur la catastrophe qui a meurtri Toulouse* [Online]. Available: <https://www.ladepeche.fr/2021/09/20/azf-20-ans-apres-larticle-a-lire-pour-tout-savoir-sur-la-catastrophe-qui-a-meurtri-toulouse-9801196.php> [Accessed 12/06/2021].
- LA PATRIE NEW. (2023). *Skikda : 5 blessés dans l'effondrement d'une partie d'un bâtiment* [Online]. Available: <https://lapatrienews.dz/skikda-5-blesses-dans-leffondrement-dune-partie-dun-batiment/> [Accessed 12/04/2023 2023].

- LAOUAR, D., MAZOUZ, S. & TELLER, J. (2019). L'accessibilité spatiale comme indice de fragmentation urbaine dans les villes coloniales. Le cas de la ville d'Annaba. *Cybergeo: European Journal of Geography*.
- LAOUAR, D. & MAZOUZ, S. (2017). La carte axiale, un outil d'analyse de l'accessibilité spatiale: cas de la ville d'Annaba. *Synthese: Revue des Sciences et de la Technologie*, 35, 111-123.
- LEFEBVRE, H., HESS, R., DEULCEUX, S. & WEIGAND, G. (2009). *Le droit à la ville*, Economica-Anthropos.
- LEOZ-GARZIANDIA, E. (2019). Les impacts de la pollution de l'air. *Annales des Mines-Responsabilité et environnement*. Cairn/Softwin.
- LÉVY, A. (2005). Formes urbaines et significations: revisiter la morphologie urbaine. *Espaces et Sociétés.*, 122, 25-48.
- LEZHARI, S. (2020). *Sites industriels et installations à haut risque : Les normes de sécurité sont-elles respectées ?* [Online]. Available: <https://algeria-watch.org/?p=74080> [Accessed 03/11/2021].
- LHOMME, S., SERRE, D., DIAB, Y. & LAGANIER, R. J. B. D. L. A. D. G. F. (2010). Les réseaux techniques face aux inondations, ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine (Urban networks and floods: how to define performance indicators to evaluate urban resiliency). 87, 487-502.
- LIBERTE-ALGERIE. (2018). *La pollution atmosphérique Skikda Algérie* [Online]. Available: www.liberte-algerie.com [Accessed 01/02/2018].
- MARTINAIS, E. (2010). Les fonctions sociales et politiques de l'étude de dangers dans le domaine des risques industriels. *Géocarrefour*, 85, 293-301.
- MARTINAIS, E. (2011). L'évaluation des risques industriels-Une histoire des analyses de risques de 1970 à nos jours. *Responsabilité et environnement*, 51-61.
- MATHEU, M. (2002). La décision publique face aux risques. *Rapport du séminaires "Risques"*. Paris: La Documentation française.
- MAURICE, D. (2014). Industries and environment-2014 edition; Industries et environnement-edition 2014.
- MAZOUZ, S. (2005). Syntaxe spatiale, mutations urbaines et pratiques sociales. *colloque international fabrication de la ville et mutations des formes d'urbanité Oran, Algerie*.
- METEOBLUE. (2022). *Historique climatique de Skikda, Algérie* [Online]. Available: https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/skikda_alg%C3%A9rie_2479536 [Accessed 12/03/2021].

- METEOBLUE. (2023). *la vitesse du vent* [Online]. Available: https://www.meteoblue.com/fr/meteo/historyclimate/climatemodelled/skikda_alg%C3%A9rie_2479536 [Accessed 22/01/2023].
- METZGER, P. & D'ERCOLE, R. (2011). Les risques en milieu urbain: éléments de réflexion. *EchoGéo*.
- MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR. (2004). *La prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable* [Online]. Available: <http://www.interieur.gov.dz/index.php/fr/dossiers/466-gestion-de-risques-majeurs.html> [Accessed 12/03/2017].
- MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, (2011). *Des installations à haut risque !* [Online]. algeria-watch. Available: <https://algeria-watch.org/?p=16461> [Accessed 11/03/2016].
- MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET DE LA COHÉSION DES TERRITOIRES. (2017). *Prévention des risques majeurs* [Online]. Available: <https://www.ecologie.gouv.fr/prevention-des-risques-majeurs> [Accessed 10/11/2017].
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, D. L. É. E. D. L. M. (2017). Prévention des risques majeurs - la démarche française - synthèse.
- MOMAL, P. (2003). Comment le public peut-il participer à la gestion du risque industriel ? *Territoires 2020, DATAR.*, n°9.
- MUNASINGHE, M. & LUTZ, E. (1992). Environmental economics and valuation in development decisionmaking.
- MTECT, Ministère de l'Environnement de l'Energie et de la Mer, Français. (2017). PRÉVENTION DES RISQUES MAJEURS - LA DÉMARCHE FRANÇAISE - Synthèse.
- MUTIN, G. (1980). Implantations industrielles et aménagements du territoire en Algérie. *Géocarrefour*, 55, 5-37.
- NADEAU, G. (2016). *La gestion des risques comme cadre discursif de régulation politicoadministrative : Étude des espaces de délégation et de décision dans l'instrumentation fédérale de l'action publique relative aux substances toxiques prioritaires au Canada*. doctorat, Université d'Ottawa.
- NEWMAN, P. G. & KENWORTHY, J. R. (1989). *Cities and automobile dependence: An international sourcebook*.
- NOVEMBER, V. (2011). L'empreinte des risques: éléments de compréhension de la spatialité des risques. *Habiter les territoires à risques*, 19-37.
- OPGI, Office de Promotion et de Gestion Immobilière de Skikda (2020). projets de restauration et de rénovation de l'ancien centre colonial

- ONS, Office National Des Statistiques (2008). croissance de la population à Skikda, RGPH 2008.
- OPENSTREETMAP. (2023). *la ville de skikda* [Online]. Available: <https://www.openstreetmap.org/export#map=15/36.8761/6.9146> [Accessed 12/01/2023].
- PELLEGRINO, P. (2005). Éditorial du dossier thématique « Le sens des formes urbaines ». *Espaces et Sociétés.*, 122, n° 3.
- PIGEON, P. (2005). *Géographie critique des risques*, Economica.
- 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*, 10.
- PINON, P. (1991). Lire et comprendre l'espace public. *Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, Service Technique de l'Urbanisme, Paris.*
- PINON, P. & DUPRÉ-HENRI (1992). Composition urbaine, I-Repères. *Les éditions du STU, Paris*, 104.
- POUYANNE, G. J. C. S. D. T. (2004). Des avantages comparatifs de la ville compacte à l'interaction mobilité-forme urbaine. *Méthodologie et premiers résultats.* 45, 49-82.
- PRIEUR, M. (1989). La directive SEVESO sur les risques d'accidents majeurs. *Revue juridique de l'Environnement*, 14, 261-268.
- PROPECK-ZIMMERMANN, E., SAINT-GÉRARD, T. & BONNET, E. (2007). Probabilités, risques et gestion territoriale: champs d'action des PPRT. *Géocarrefour*; 82, 65-76.
- PROPECK-ZIMMERMANN, E., SAINT-GÉRARD, T. & BONNET, E. (2009). Nouvelles approches ergonomiques de la cartographie des risques industriels. *Mappe Monde*, 4.
- PROTECTION CIVILE, L. U. E. (2019). Programme 2018-2019 de revue par les pairs dans le cadre de la coopération de l'UE en matière de protection civile et de gestion des risques de catastrophe. .
- QUENAULT, B. (2013). Du double affrontement ontologique/axiologique autour de la résilience aux risques de catastrophe: les spécificités de l'approche française. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 13.
- REGHEZZA-ZITT, M. & RUFAT, S. (2015). *Résiliances: sociétés et territoires face à l'incertitude, aux risques et aux catastrophes*, ISTE Group.

- RÉMY, A. (2004). Morphologie urbaine. Géographie, aménagement et architecture de la ville. *Edition Armand Colin, Paris, Pp114-119.*
- ROBERT, S. (2011). *Sources et techniques de l'archéogéographie planimétrique.*
- RODIER, X. (2000). Le système d'information géographique TOTOP: TOpographie de TOurs Pré-Industriel. *Les petits cahiers d'Anatole*, 28600 signes.
- ROLLET, A. J., DUFOUR, S. & MORHANGE, C. (2012). La rupture du barrage de Malpasset 50 ans après: un observatoire privilégié pour l'étude des événements extrêmes? *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens/Journal of Mediterranean geography*, 75-83.
- 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*, 82, 7-16.
- SAADAT, B. (2020). L'approche probabiliste pour la maîtrise des risques industriels.
- SITTE, C. (1996). L'Art du bâtir des villes: Urbanisme selon ses fondements artistiques, traduit de l'allemand par D. *Wieczorek, Paris.*
- TAMEUR, N. I. & DJEGHAR, A. (2019). Risques majeurs naturels en Algérie.
- TAZIEFF, H. (1994). Permanent lava lakes: observed facts and induced mechanisms. *Journal of Volcanology and geothermal research*, 63, 3-11.
- TAZIEFF, H. (2001). L'IMPRÉVISIBILITÉ DANS LES CATASTROPHES NATURELLES, Institut de Géographie *Au chevet d'une catastrophe: les inondations des 12 et 13 novembre 1999 dans le sud de la France: actes du Colloque du Laboratoire de Géographie Physique Médi-Terra, 26-28 juin 2000.* Presses Universitaires de Perpignan.
- TOPOGRAPHIC-MAP. (2022). *Carte topographique Skikda* [Online]. Available: <https://fr-fr.topographic-map.com/map/cschez/Skikda/?center=36.87303%2C6.91319&zoom=14&base=2> [Accessed 03/05/2022].
- TORRE, A., AZNAR, O., BONIN, M., CARON, A., CHIA, E., GALMAN, M., LEFRANC, C., MELOT, R., GUÉRIN, M. & JEANNEAUX (2006). Conflits et tensions autour des usages de l'espace dans les territoires ruraux et périurbains. Le cas de six zones géographiques françaises. *Revue d'économie régionale et urbaine*, 415-453.
- TPE, S. (2017). *Le Génie Parasismiques* [Online]. Available: <https://tpeseisme.home.blog/2019/01/28/la-protection-face-au-seisme/> [Accessed 11/2/2017].
- ULRICH, B. (2001). *La société du risque: sur la voie d'une autre modernité*, Paris, Aubier, Champs essais.

- URBACO, (2015). Révision Du Plan Directeur D'Aménagement Et D'Urbanisme. Direction de l'urbanisme de l'architecture et de la construction wilaya de Skikda. DUAC Skikda
- VAN NES, A. (2011). Space syntax in urban studies—an introduction. *Delft University of Technology*, 186.
- VEYRET, Y. & REGHEZZA, M. (2006). Vulnérabilité et risques. L'approche récente de la vulnérabilité. *Annales des mines*,. 9-13.
- VINCENT, C. & RAFAEL, C (2021). 10 ans après Fukushima : la lente reconstruction en images satellite [Online]. Available: 10 ans après Fukushima : la lente reconstruction en images satellite [Accessed 20/06/2022].
- ZAGHOUANE, S. (2018). Quels enjeux pour la dynamique commerciale en milieu urbain? cas d'étude à El-Eulma.
- ZOUANI, R. (2016). Les Instruments D'urbanisme Entre Textes Législatifs Et Réalité Pratique Le Cas Des Pos A Bir El Djir. Magistère, Université d'Oran2

ANNEXE A : ARTICLES SCIENTIFIQUES

Article 01 :

International Journal of Innovative Studies in Sociology and Humanities

ISSN 2456-4931 | Open Access | Volume 7, Issue 12, 2022

DOI: <https://doi.org/10.20431/2456-4931.071203>

The Performance of the Urban System Face of the Industrial Risks Case Study the Old Downtown of Skikda City

Ghani Boudersa^{1,2,3}, Tayeb Sahnoune^{3,4}, Atef Ahriz⁵, Soufiane Fezzai⁵, BELARBI Lakhdar⁶

¹Senior Lecturer, Department of architecture, University Chadid Cheikh Larbi Tebessi, Tebessa, 12000, Algeria.

²Doctorate candidate, Faculty of architecture and Urbanism, University Salah Boubnider, Constantine 3, Constantine, 25000, Algeria.

³LUE, Laboratory of Urbanism and Environment, Faculty of architecture and Urbanism, University Salah Boubnider, Constantine 3, Constantine, 25000, Algeria.

⁴Professor, Faculty of architecture and Urbanism, University Salah Boubnider, Constantine 3, Constantine, 25000, Algeria.

⁵Associate Professor, Department of architecture, University Chadid Cheikh Larbi Tebessi, Tebessa, 12000, Algeria.

⁶Assistant Professor, Department of architecture, University Chadid Cheikh Larbi Tebessi, Tebessa, 12000, Algeria.

Received: November 03, 2022

Accepted: November 29, 2022

Published: December 03, 2022

Abstract

Zero risk has never existed and will not exist in the near future, even if through innovative technologies and ingenious processes to reduce the risky effects of this approximate industrial activity juxtaposed to the city. The coexistence of the city with these industrial risks can be the solution, going back to the concepts of urban resilience; a city that survives and can face threats and industrial risks, that is why it is primordial to reinforce the control of the urban space with all its dimensions. This paper aims to verify the resilience of the urban space of the old downtown of Skikda. The research process is based on the construction of a system of indicators that correlate and reflect the performance of the case study. The selected indicators that characterize the urban space are: human concentration, accessibility, spatial channels of absorption of large mechanical and human flows in case of evacuation, and finally, to try to demonstrate their relationship with the increase or reduction of the crisis in case of an industrial accident.

Through the correlation of the different indicators, we were able to detect a fragility and a great vulnerability of the old downtown of Skikda, which brings us directly back to a limited and very reduced rate of resilience in the face of a permanent risk juxtaposed to the city, so the behavior of the old downtown in case of an industrial accident will be disastrous and will directly increase the rates of risk.

Key word: Industrial risk, urban resilience, urban morphology, city of Skikda.

INTRODUCTION

Many cities in the world are exposed to high technological risks; some can be managed through urban spatial configuration; the behaviour of the city in case of a technological accident can change consequently to the urban forms. Their impact on exacerbating industrial risks is important and directly relates to the city's vulnerability. The city of tomorrow will surely be a sustainable city that minimises environmental constraints.

The proposed case study is the city of *Skikda*, which is characterised by its position next to an unstable petrochemical industrial zone, with the absence of sufficient protection and winds that would bring death in the case of an accident. Therefore, the city is exposed to an important industrial risk. Many studies dealt with the subject of the city with surrounding industrial risks, but few studies were interested in the behaviour of the cities towards those risks. Meanwhile, the main question is: How and by what means can the quality and performance of the urban space cope with industrial risks?

This study tries to identify the behaviour of the city in the case of industrial risks; mainly the relationship between urban form, spatial configuration, and industrial risk. Industry has long been seen as a vehicle for developing and enriching

cities and countries, and an important source of employment, however, it has also other negative sides such as noise, pollution and risks (Matheu 2002). Today, the industry appears less as a producer of wealth than as a source of risk, as (Beck, Bernardi, and Latour 2001) states « *in the second half of the 20th century, from a wealth-producing society to a risk-producing society* ».

Events keep reminding us of the production of industrial accidents all over the world, for example, the explosion of the A.Z.F. factory in Toulouse in 2001, where French Prime Minister Lionel Jospin declared: « *It is no longer possible, 'after Toulouse', to think in the same way as before about industrial risk... It is no longer possible to think in the same terms as before about the relationship between industry and the city in our society* » (Momal 2003).

The most common and widely used definition of an industrial risk is the one quoted by the French Ministry of Land Management and Environment in 1990, which defined a major industrial risk as an accidental event that occurs on an industrial site resulting in immediate and serious consequences for personnel, neighbouring populations, property, or the urban and natural environment.

Industrial ecology has made a significant contribution to the environmental management tools undertaken over the past decade. However, it should be noted that most of this contribution has been at the level of individual products and companies.

However, in the case of cities in almost all developing countries, this approach is absent, so other approaches and solutions must be considered to minimise the hazards of all industrial activities in the urban environment.

Resilience is a concept with positive connotations, which plays a role as a strategic aid to urban risk management, the more resilient a city is the less vulnerable it is, increasing resilience reduces the damage of the hazard. Therefore, we prefer to focus on tools to increase resilience rather than on how to prevent a hazard from occurring. Implementing a resilience strategy means accepting the disaster, but reducing its effects (Dauphiné and Provitolo 2007). As an illustrative example of urban resilience, check the influence of the quality of the urban space on the behaviour of its occupants to minimise its negative impact and strengthen its resilience.

According to Pigeon (2005) « *Urbanisation tends to effectively increase the risks influencing both the hazards and the different parameters of vulnerability* », That is why it is essential to strengthen the control of urban space with all its physical and immaterial dimensions and to create a vision of spatial and functional coherence.

The relationship between urban resilience and the sustainable city is both relevant and unclear, but also very strong because they have the same field of intervention: the city (Folke et al. 2002). By definition, the sustainable development of urban areas is based on a balance between three main axes: economic, social and environmental. In the same sense, we can structure the analysis of the vulnerability of urban areas around these three axes.

As mentioned previously, the less vulnerable urban space is, the more resilient it is; urban resilience makes cities more responsive to devastating phenomena and, therefore, safer cities. A resilient city is a sustainable city. Indeed, the performance of the urban system has a direct correlation with its urban resilience to industrial risks. The interconnections between the systems and the different urban units in this phase are very important. This is the reason why working on the networks and urban structure and their connections is a preventive way to prepare and anticipate as soon as possible (Boyer 2015).

We can think urban connectivity on several and different scales, previously mentioned on the city scale. However, interconnections at the neighbourhood scale are as important as the previous one. All this guides us to select urban indicators that directly correlate and influence the resilience of the urban space of the city, and we quote:

Human Concentration

Population density is an indicator of the concentration of inhabitants and flows, it is considered the most obvious factor of vulnerability (Blancher, Paquiet, and Zampa 1996).

In fact, the human stake is the most important indicator in the vulnerability equation, the density of the population exposed to the hazard and its concentration tends to increase its vulnerability, i.e. reduce the resilience of the population in the urban space.

Urban Structure

According to Baudet-Michel and Aschan-Leygonie (2009) « *The morphology of the urban space (the density of the street grid, the density and height of the buildings, the density of green spaces). This variation of the morphology of the urban space is likely to make vary the consequences of the hazard* ». Urban configuration intervenes to better manage any urban fabric and its occupants; for example, the city of Paris; Its structure has been changed by the Prefect of Paris through the famous Haussmannian breakthroughs (rectilinear breakthroughs).

These operations of radical interventions which lasted more than 20 years were claimed and concretized for sanitary, and security reasons, and management of human flows in case of riots or war; that is why the urban structure must be conceived to answer these basic functions; displacement, and circulation, and also the absorption of a great human and mechanical flow and channel it in case of necessity. This vision of positive reactivation of urban space in the face of constraints and threats has been well-defined to date by the concept of urban resilience.

Accessibility

Accessibility is a key factor in managing crises in urban areas. Difficulties in access, or even the interruption of mobility to and between city districts, can create a crisis within a crisis by multiplying the effects of a disaster.

METHODS AND MATERIALS

The research method is based on the verification of the urban resilience level through the construction of a system of indicators, which aims to verify the efficiency of the urban environment in the face of a possible technological hazard and how human and material damage can be reduced through an adequate spatial configuration.

Thus, the system of indicators is multidimensional, it covers issues of sustainable development. The indicators are designed in such a way as to instruct a debate between the different urban factors that intervene in the management and absorption of damage in the event of an industrial accident in cities.

The construction of the system of indicators is oriented towards a discourse between the factors characterising the urban space, the human concentration and the accessibility; without neglecting the spatial channels of absorption of the great mechanical and human flows in case of evacuation.

Our research and verification of resilience indicators will be carried out in two stages:

Stage 1: The state of vulnerability of the city; This stage aims to select a study area in relation to its vulnerability and also in relation to the importance of the issues it faces, and then to apply and verify the various indicators mentioned above.

Stage 2: verification of the level of resilience in the selected area. The application of the different indicators which enter into dialogue and correlation in order to verify the resilience of the selected study area.

Stage 1: The City's State of Vulnerability

Vulnerability summarises the distinct elements and parameters that make a system (stakes) more or less fragile to external aggression (hazards) which can be natural or anthropic (related to human activity). (Thaler et al. 2019) stated that industrial risks are linked on the one hand to the peripheral location near major communication routes (noise pollution, air quality, transport of dangerous materials, high-voltage lines, etc., e.g. Val d'Argent, Argenteuil, and on the other hand to the proximity of areas of activity and therefore employment (industrial risks of all kinds: toxic leakage, explosions, spills, etc., e.g. the explosion at the AZF factory in Toulouse).

According to (d'Ercole et al. 1994) « *Vulnerability appears in some papers as a system, articulated around many variables, natural and human, whose dynamics in time and space can generate more or less dangerous situations for an exposed society* » That is, the system of vulnerability turns around several variables that can be summarised as the container and the contained; space as the container and society and its institutions as the contained.

The objective of this first step is to determine which areas are the most exposed to industrial risks, and which areas may be the most affected in case of a crisis. The verification of the vulnerability and coexistence of cities exposed to high industrial risks is done through the correlation of several indicators:

- Stability and safety of the industrial activity: we will check the stability in relation to its history of incidents in the last decade.

- Distance: distance is an important factor in the management and control of risks that industrial activities can generate; logically, the further away the source of danger is, the safer the city is
- Topography: we consider the topography in our approach as a natural obstacle and protection; a physical buffer between the city and the source of danger (unsafe industrial activity)
- Prevailing winds: this is a double-edged sword; the winds can direct any dangerous gas product to the direction of the prevailing winds; i.e. towards the city (unfavorable high-risk situation) or the opposite.

Stage 2. Verification of Indicators

The method of evaluating urban space by indicator is a recognised scientific method and can give results in the case of industrial risk management in urban space.

In the following, we will verify the vulnerability rate of the correlating indicators previously mentioned which enter into dialogue, to better identify the resilience of the urban space in the city of *Skikda* which faces the hazards of anthropic nature.

By looking at the content and the container, the research can directly move on to the second stage, which is the selection and verification of the indicators that can enter and influence the resilience and the behaviour of the urban space in the face of industrial risk.

The selected indicators are:

Human Concentration

The equation of vulnerability is based on 2 key factors; the human stake and the hazard; that is why: the greater the concentration of inhabitants in an urban area, the greater the damage in case of an accident.

The evaluation of the human concentration will be done through statistics projected on the map of the city, then the verification of the occupancy rate per dwelling (TOL) and superimposing it with the state of the constructions, all that will give us a clear vision of this indicator.

As a source of information on the old buildings in the old center of the city of *Skikda*, the report of the CTC (abbreviation of a state institution whose title is: technical control of construction) will be very useful; thus, annexed to the state of the buildings the statistics on the concerned population.

Urban Structure

Carrying the evaluation of the urban structure through the analysis of the following elements: firstly, the urban void which consists of the empty volumes of the city, characterised by voluntary layouts, or simply the progressive implantation of the building. Secondly, the building which intervenes in the structure of the space as a generator of the urban void its role influences the functionality of the space through its typology (housing, equipment), location, and attractiveness to users.

The cartographic supports of the study area provided by the documents of the CTC report (Technical Construction Control) as well as the report of the PDAU (Urban Masterplan) of the city will be very useful for the research, not only as illustrative documents of the statistical and spatial information but also as means to facilitate the exposition of the analyzed urban phenomena.

Accessibility

It is important to remind that the city is essentially dynamic. Its functioning is the result of the fluidity of the many interconnections of urban networks and systems. A disaster can therefore severely impact these different flows with effects of punctual discontinuities that can go as far as a possible paralysis of entire sections of the city and its activities, as well as its relationship with its geographical environment. To facilitate the vital resumption of activities in the city after a disaster (Boyer 2015).

This spatial context of vulnerability is determined from two spatial criteria: accessibility and exposure to hazards, in the case of risk management in the urban space we generally speak of the possibilities of external intervention of specialised

services (fire brigade, forces of order; army, humanitarian institutions) and also, the possible exit of evacuation in case of an accident on the one hand and the possibilities of accessibility of the different entities of the city.

The evaluation of accessibility in the study area will be carried out through the analysis of the different axes penetrating the city using the urban masterplan and superimposed with the topographical obstacles.

The more access possibilities are available with an easy topography, the more resilience will increase and the possibility of overcoming an industrial crisis will be greater.

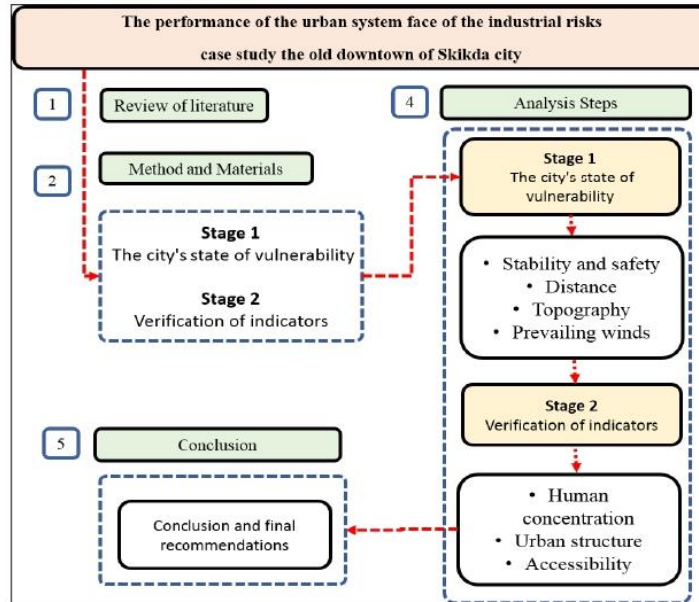


Figure 1. Research framework

Case Study Presentation

Skikda, formerly Philippeville, a coastal town in eastern Algeria, was chosen to host the Eastern Petrochemical Complex, the country's second-largest industrial hub. The choice of the city of Skikda was implemented by order n° 70-13 of 22 January 1970 (See Fig.2).

This industrial pole of national and international importance is dominated by the petrochemical complex, equipped with various installations and specialised in the treatment of natural gas and oil. It is strongly involved in the effort and development of the Algerian economy.



Figure 2. Location of Skikda City (Google 2022)

The launch of the petrochemical pole in the city of Skikda was at a time when the notion of industrial risk did not exist, hence urbanisation was carried out under conditions that did not take into account the impact of industrial activity on man and the environment.

The industrial zone of Skikda occupies an important surface of more than 1200ha with a coastal line of 5.4 kilometres, it is located 4 kilometres east of the city of Skikda, in addition to its danger, it constitutes a major obstacle to the urban extension in the east of the city, not only it occupies the best agricultural sites but it is classified as being the principal source of pollution.

In addition to this industrial zone on the east of the city, several physical constraints characterise the city's space, namely a tormented site, steep slopes, sensitive areas, an uncomfortable situation which forces recent urbanisations to settle in the southern part towards *El Hadaiek* and the edges of *Oued Saf-Saf*.

RESULTS AND DISCUSSION

Stage 1. The Vulnerability of the Site

As a first step in assessing the vulnerability of any site juxtaposed with industrial activity, several factors are correlated, the most direct factors:

- The instability of the industrial activity
- The location of the sources of industrial risk in the city
- The topography and prevailing winds of the site

By projecting that on our case study, and relying on a previous study (Ghani, Tayeb, and Lakhdar 2015)The city of Skikda is juxtaposed to a large and medium stable petrochemical activity and with the absence of sufficient topographic obstacles, consequently, the vulnerability of the city of Skikda is important and flagrant.

Industrial risks in the city of Skikda are a lesson in social geography, an illustration of the coexistence of the petrochemical industry on the one hand and the city on the other(Ghani, Tayeb, and Lakhdar 2015).Thus, our urban environments are not prepared for industrial risks, to this end, the city of Skikda demonstrates the need to carry out prevention, and management and planning work, to better manage the city, and reduce risk rates.(See Table 1)

Table 1. The final result of the indicators of the vulnerability of a city to industrial risk sources (Ghani, Tayeb, and Lakhdar 2015)

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|---|---------|-------------------|--------------|
| Stability and safety of the industrial activity | | Moderately stable | |
| The distance between the city and the industrial activity | | | Juxtaposed |
| Topography | | Medium protection | |
| Prevailing winds | | | unfavourable |

Through this verification of the vulnerability of the city of Skikda and these results (table.7), it can be detected that the most fragile and vulnerable area is the old city centre of Skikda; given the importance of these stakes about the presence of risk related to industrial activities, this selection of the study area was made in relation to the following criteria:

- The proximity to industrial activity
- Insufficient physical obstacles
- Accessibility
- The importance of the issues and their vulnerability:
 - a) The age of its urban morphology (built environment, urban structure, materials, size)
 - b) The human concentration and the activities of attraction (administrations, shops, tourism..)

Stage 2. Verification of Indicators

Human Concentration

Concerning our case study, the population density in the city centre of Skikda is 370 inhabitants/hectare(See Fig. 3), which is considered a high density, especially because the buildings date from the colonial era and are in a disastrous general state (Aissa 2011).

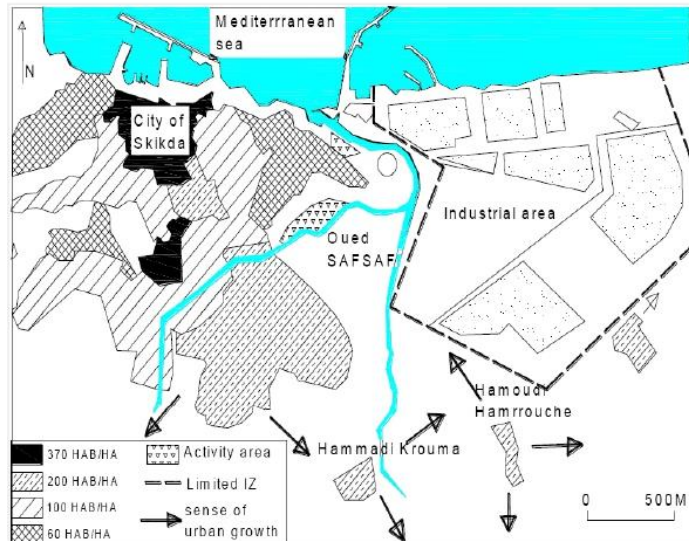


Figure 3. Concentration of inhabitants by area (Aissa 2011)

The overall population is 22027 residents in the old town until 2012, and the number of occupied dwellings is 3759 with an occupancy rate per dwelling(TOL) of 5.86(CTC 2012b), without disregarding the commercial and administrative attractiveness of the old centre. That is to say, population concentration is not only the number of permanent residents, but the real number of human concentrations is much larger; it includes permanent residents and occasional and temporary users of the space.

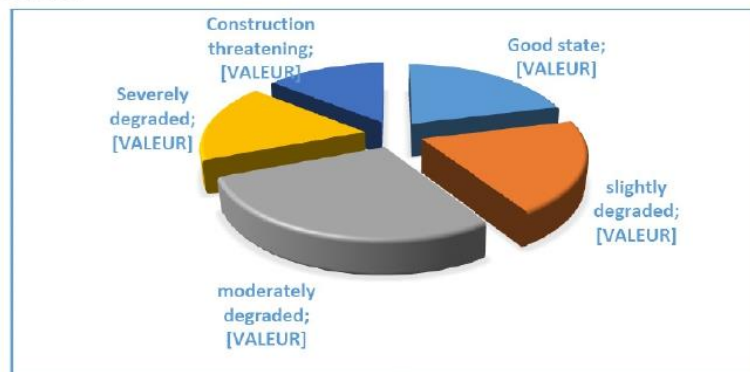


Figure 4. Rate of degradation of buildings in the old city centre(CTC 2012b)

The state of most of the buildings is declared as dangerous(See Fig.4), in addition to the buildings with high population density and the over-occupation of these buildings, the human concentration indicator is set at level3, the vulnerability and fragility of the population stake are important, consequently, its resilience to the industrial risk is very low.

Table 2. Human concentration

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| Human concentration | | | Failed |

Urban Structure

A- Urban Void

In the case of Skikda, a checkerboard pattern regularly traced and structured the void, the planimetry of the ground can define the urban void (in plan), concave spaces are the negative part of the city.

The plan view reveals the diversity of voids and their hierarchies. They are differentiated according to their nature, streets, and squares, then, according to their scale and morphology, the planimetric reading of the case study is quite clear; a checkerboard plan with a spatial hierarchy which favours a soft fluidity is safe (See Fig.5), but the reality is relevant, with a simple visit on site we notice a great imbalance caused by a great attractiveness of the main axis of the centre as well as the secondary roads perpendicular to it. Some streets play a more important role than the main boulevard despite their modest size.



Figure 5. The building density of the downtown of Skikda city(DUC 2006)

The topography of the site, which is very uneven, has a negative influence on the urban structure; the slope of certain secondary streets perpendicular to the main boulevard can exceed 10%. The morphology of the streets and their dimensions are partially narrow (the boulevard 12-20m, the secondary streets 3-6m) to the over-density of human settlements.

Concerning the large spaces of gathering and pleasure in the urban space, it was underlined that the checkerboard plan of the colonial era does not favour the integration of this type of space; the gardens, the squares and the plazas. The displacement is concretized by the streets and lanes is the dominant function of the urban void. (See Fig. 6)

In the old city of Skikda, two large public squares were cleared:

- A public square called *COUR* which is located in the centre of the old city, this space was created after the demolition of the Church of the colonial time, unfortunately, this square was intended only for an illogical grouping of some cafeterias and their terrace, another part of this square was intended for use of parking (parking).
- Another large square located on the northern side of the old centre, more exactly at the main entrance of the port of Skikda, unfortunately, it is having no clear function, only for the regrouping of the townspeople and some seasonal activities



Figure 6. Map of the downtown of Skikda city(CTC 2012a)

The efficiency of the road network is essential, it is the main means of inter-connectivity of the whole urban space, it is essential to be able to better manage all types of flows, especially if this space is permanently exposed to possible industrial risk, a reduced resilience in the face of a hazard can lead to an internal rupture of the different flows which can cause a paralysis during and after a crisis.

Normally the space follows the function by its scale, dimension and morphology, unfortunately in the case of the city centre of Skikda and with time; the society has mutated, and its needs have changed and increased, but the urban structure has remained fixed and afflicted with decrease and flagrant urban degradation due to time and over the occupation of the space. Human density is high and exceeds recommended standards, mechanical and pedestrian traffic flow is moderately difficult and worsens during peak hours, and it gets worse during summer:

Therefore, the current state of the road network cannot overcome a possible disaster, the possibility of total paralysis of the urban space is very likely due to its limited resilience and its reduced possibility to ensure a minimum of fluidity and connectivity of the different components of the urban space.

B- The Building

We can notice two types of buildings; the first is characterised by interaction and superposition of functions (housing and commerce) and the second is materialised by punctual equipment (theatre, administrative headquarters, tourist accommodation facilities, cultural centre). The foundation of the colonial grid pattern is based on modern urban planning, which is characterised by the concentration of the different functions of the city (living, working, traffic and leisure). This theory did not take into account the growth of the population, which generated a great dysfunction in the city's structure.

The city centre of Skikda dates back to the colonial era; its general state is quite degraded and cannot withstand strong aggression, such as an industrial accident. Foreign technical expertise concerned 2000 buildings which were classified into three categories, namely "strongly degraded", "degraded" and "threatening ruin". (See Fig.7)

No deep intervention on the existing fabric was made except for some punctual repair operations, several buildings succumbed to the effect of time, and the remainder of these districts remains in abundance, all of which have generated a very vulnerable site and with high risk for its users.

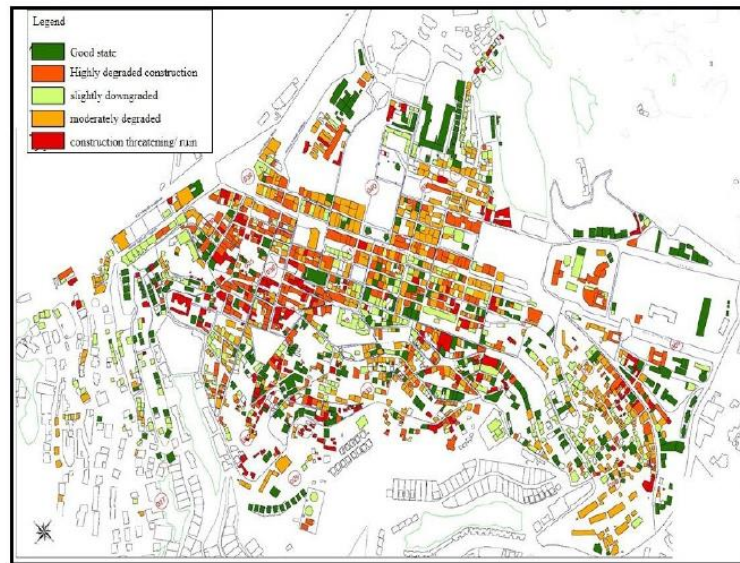


Figure 7. Classification of the level of degradation of buildings (CTC 2012a)



Figure 8. Stabilisation of the main boulevard arcades

The figures announced by the service of technical control in 2012 show that the state of the built-up area of the old city of Skikda is disastrous (See Table. 3), especially with the important number of residents and daily users (workers, visitors and others) of the urban space, the resilience of the built-up area with the current state has reduced not to say non-existent in front of an eventual industrial risk.

Table 3. Assessment and ranking of the level of degradation (CTC 2012b)

| | Constructions | | Dwellings | |
|---------------------|---------------|---------------------------|------------|---------------------------|
| | Number (U) | Surface (m ²) | Number (U) | Surface (m ²) |
| Good state | 421 | 201145,83 | 499 | 146398,70 |
| slightly downgraded | 403 | 199376,16 | 1061 | 165758,60 |
| moderately degraded | 577 | 242153,69 | 1594 | 189246,26 |

| | | | | |
|-------------------------------|---------|-----------|---------|-----------|
| Highly degraded construction | 353 | 193964,57 | 1288 | 152439,48 |
| construction threatening/ruin | 292 | 84498,81 | 826 | 70233,44 |
| Total | 2047,00 | 921139,04 | 5268,00 | 724076,47 |

Indeed, these buildings, due to their degraded state, cannot overcome the mechanical effect which can be defined as an overpressure phenomenon resulting from a shock wave (deflagration or detonation); caused by an explosion.

Table 4. The urban structure

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|------------------------|---------|---------|---------|
| Urban Structure | | | Failed |

Accessibility

The quality of accessibility of the areas was determined from an analysis of the main road network, taking into account the topographical and hydrological obstacles.

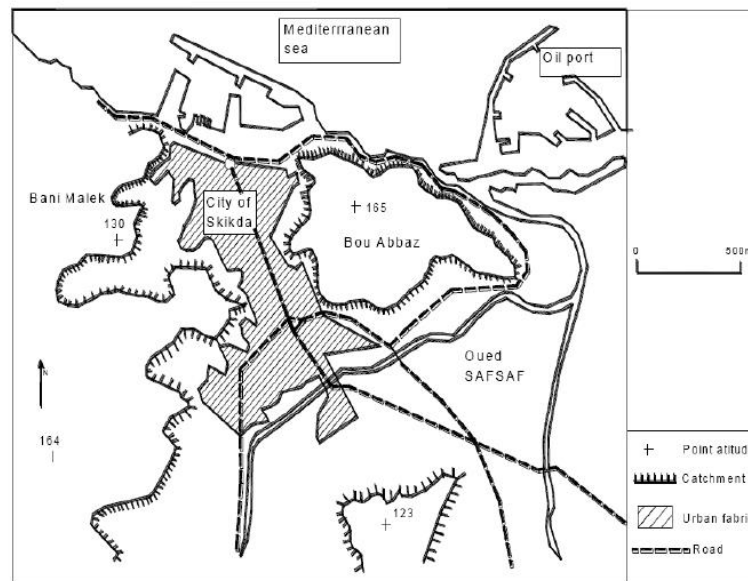


Figure 9. Topography and accessibility of Skikda (Aissa 2011)

From reading the previous map, the road networks that access the city are limited and insufficient, conditioned by the topographic and hydrological characteristics of the site (the heights of *BOUABBAZ*, *BENI MALEK* and *OUED SAFSAF*) which limit all types of intervention of evacuation and management of human and mechanical flows in case of an industrial accident. (See Fig. 9)

As a result, the accessibility indicator can be classified as level 3

Table 5. Accessibility

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|----------------------|---------|---------|---------|
| Accessibility | | | Failed |

CONCLUSION

Through the superposition of the proposed indicators, it was detected that with an important human overconcentration in the core of the city of Skikda and a fragility of the urban structure; corned by poor urban accessibility to better manage and evacuate any human or mechanical flow in case of crisis.

Table 6. Overlay of results

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| Human concentration | | | Failed |
| Urban structure | | | Failed |
| Accessibility | | | Failed |

The superposition of the different indicators allowed us to detect the fragility and great vulnerability of the old city centre of Skikda, which brings us directly to a limited and very reduced rate of resilience in front of a permanent risk juxtaposed to the city. Therefore, the behaviour of the old centre in case of an industrial accident will be disastrous and will directly increase the rates of risk as a consequence of the human and material damage will be more important.

This verification of the behaviour of this urban space in the face of industrial risk and the dialogue between the different indicators which intervene in the foundation of the logic of resilience of the urban space, allowed us to understand on the one hand the different urban failures and the different indicators which directly influence the rate of the resilience of urban space, and on the other hand the complexity of this approach and the difficulty of concretizing it on the ground.

The verification of the behaviour of the urban space in front of the industrial risk is primordial to well manage and controlling the vulnerability of the space and trying to decrease to the maximum the damages in case of an industrial accident; in our case study; the urban space requires an urban restructuring; it is a radical and deep action which will aim to address all urban failures to better manage industrial risks and is part of the foundation of sustainable urban spaces.

Another recommendation is the introduction of new environmental approaches, (D'Amico et al. 2007) defend this concept and consider it as a solution for a sustainable urban environment, not only through the insertion of a policy of safe and non-harmful industrial activities but also through the recycling of industrial waste and using it as a raw material instead of non-renewable natural materials.

Rethinking the city: safer reconstruction, improved neighbourhood design, easier access, internal fluidity to living areas and services. Can be a solution to increase resilience and urban efficiency. This approach remains to be verified with the different urban dimensions of other cities exposed to high industrial risks.

REFERENCES

1. Aissa, Boulkaibet. 2011. "La question du risque industriel et le développement durable en Algérie: cas de la wilaya de skikda (la zone pétrochimique et la cimenterie de Hadjar Assoud), mémoire de Magistère en Aménagement du territoire Spécialité Aménagement des milieux urbains." M.Phil, Département d'Aménagement du Territoire, Faculté Des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université Mentouri Constantine.
2. Baudet-Michel, Sophie, and Christina Aschan-Leygonie. 2009. *Risque, Vulnérabilité, Résilience: comment les définir dans le cadre d'une étude géographique sur la santé et la pollution atmosphérique en milieu urbain?* : L'Harmattan.
3. Beck, Ulrich, Laure Bernardi, and Bruno Latour. 2001. *La société du risque: sur la voie d'une autre modernité*: Flammarion Paris.
4. Blancher, Philippe, Pierre Paquet, and Christine Zampa. 1996. «Industries chimiques et territoire: contraintes et opportunités de développement/Chemical industries and their spatial setting: constraints and opportunities for development.» *Géocarrefour* 71 (1):23-30.
5. Boyer, Béatrice. 2015. *Villes et crises: Comprendre et anticiper pour mieux agir, mieux reconstruire et renforcer la résilience dans les contextes urbains*. France: l'Agence Française de Développement (AFD).
6. CTC. 2012a. Carte annexe, Rapport d'expertise de l'ancien centre colonial de la ville de Skikda. Skikda: CTC.
7. CTC. 2012b. Rapport d'expertise de l'ancien centre colonial de la ville de Skikda. Constantine: CTC.
8. D'Amico, Flaviano, Marian Mihai Buleandra, Maria Velardi, and Ion Tanase. 2007. «Industrial ecology as' best available technique': a case study of the Italian Industrial District of Murano.» *Progress in Industrial Ecology, an International Journal* 4 (3-4):268-287.

9. d'Ercole, Robert, Jean-Claude Thouret, Olivier Dollfus, and Jean-Pierre %J Revue de Géographie Alpine/Journal of Alpine Research Asté. 1994. "Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse." 82 (4):87-96.
10. Dauphiné, André, and Damienne Provitolo. 2007. "La résilience: un concept pour la gestion des risques." *Annales de géographie*.
11. DUC. 2006. Rapport du plan Directeur de l'Aménagement et de l'Urbanisme PDAU SKIKDA. Skikda: DUC.
12. Folke, Carl, Steve Carpenter, Thomas Elmqvist, Lance Gunderson, Crawford S Holling, and Brian Walker. 2002. «Resilience and sustainable development: building adaptive capacity in a world of transformations.» *AMBIO: A journal of the human environment* 31 (5):437-440.
13. Ghani, Boudersa, Sahnoune Tayeb, and Belarbi Lakhdar. 2015. "Industrial Risks Impacts on Urban Ecosystems of Algerian Cities, Case of Study: Skikda City." *Energy Procedia* 74:1298-1305.
14. Google. 2022. "Location of Skikda City ", accessed October 27, 2022. <https://www.google.com/maps/place/Skikda/@36.8739136,6.9028599,18782m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x12f1c59c2432db4d:0x9406fc7f06be65d7!8m2!3d36.8662658!4d6.9062556>.
15. Matheu, Michel. 2002. "La décision publique face aux risques." *Rapport du séminaires "Risques". Paris: La Documentation française*.
16. Momal, Patrick. 2003. «Comment le public peut-il participer à la gestion du risque industriel ?» *Territoires* 2020 09.
17. Pigeon, Patrick. 2005. *Géographie critique des risques*: Economica.
18. Thaler, Thomas, Marie-Sophie Attems, Mathieu Bonnefond, Darren Clarke, Amandine Gatien-Tournat, Mathilde Gralepois, Marie Fournier, Conor Murphy, Magdalena Rauter, and Maria Papatoma-Köhle. 2019. «Drivers and barriers of adaptation initiatives—How societal transformation affects natural hazard management and risk mitigation in Europe.» *Science of the total environment* 650:1073-1082.

Citation: Ghani Boudersa, Tayeb Sahnoune, et al. The Performance of the Urban System Face of the Industrial Risks. Case Study the Old Downtown of Skikda City. Int J Innov Stud Sociol Humanities. 2022;7(12): 25-37. DOI: <https://doi.org/10.20431/2456-4931.071203>.

Copyright: © 2022 The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license



International Conference on Technologies and Materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability, TMREES15

Industrial Risks impacts on Urban Ecosystems of Algerian cities, Case of Study: Skikda city.

BOUDERSA Ghani^a, SAHNOUNE Tayeb^b, BELARBI Lakhdar^{c*}

^aSenior Lecturer, department of architecture, university of Tebessa, Doctoral student at the university of Constantine, Algeria

^bProfessor, department of architecture, university of Constantine, Algeria

^cSenior Lecturer, department of architecture, university of Tebessa, Algeria

Abstract

The day after the independence, Algeria has faced the problems of underdevelopment and consequently the choice of model economic and social development. Through the exceptional resources hydrocarbons, the country has opted for a basic industry in which the petrochemistry and steel industries are the backbone.

This work is in the field of research on the link between architecture, urban and industrial risks. Where we will discuss the report and the link between urban forms, architectural ones and urban industrial risks.

The city of Skikda is our case of study with the implantation of petrochemical pole that has been done next to the city, at a time when the concept of industrial risks does not exist and where urbanization is carried out under conditions that do not take into account the impact of the petrochemical industry on humans and the environment.

In fact, the impact of urban forms on insecurity is high. Shape influences security issues and industrial risks, not only by how it takes. However, it also determines the options.

© 2015 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Peer-review under responsibility of the Euro-Mediterranean Institute for Sustainable Development (EUMISD)

Keywords: Urban risk, urban insecurity, planning territory, urban, sustainable development.

* BOUDERSA Ghani. Tel.: +213-661-301-807; fax +213-37-490-740.

E-mail address: boudersa_ghani@hotmail.fr

1. Introduction

Many Algerian regions affected by industrial risks. These risks are generally grouped in pools where several institutions coexist because of the interdependence of their activities. However, some industrial sites "high risk" can be implemented in isolation, whatever the situation, all are governed by the same regulations, but the risks vary depending on the products used and the situation in relation to the city, one of the most affected with this kind of risk Algerian cities is the city of Skikda. In 2004, the population of Skikda has suffered the greatest technological accident in Algeria. Facilities were 27 casualties and extensive damage. The explosion of the half infrastructure useful for liquefaction of LNG (Liquefied Natural Gas).

2. Industrial risks in Algeria:

Algeria has experienced many unusual events resulting from industrial accidents that have caused human losses and material order. The lack of information on the damage caused by these events and the difficulty of making reliable measurements), Forces us not to make a balance sheet based on estimates of civil protection service / Ministry of Interior and local collectivities.

Table 1. Houses adjacent to the areas of industrial activities [4.6.7]

| Wilaya | Number of constructions |
|---------------|-------------------------|
| Chlef | 3 |
| Laghouat | 67 |
| O.E.Bouaghi | 23 |
| Batna | 71 |
| Biskra | 60 |
| Bouira | 6 |
| Tébessa | 548 |
| Tlemcen | 400 |
| Tiaret | 10 |
| Alger | 575 |
| Djelfa | 349 |
| Jijel | 13 |
| Sétif | more cities |
| Saida | 4 cities |
| Skikda | 2679 |
| Annaba | more cities |
| Constantine | 623 |
| Médéa | 87 |
| Mostaganem | 348 |
| M'sila | 50 |
| Ouargla | more cities |
| Tissemsilt | 5 |
| Souk Ahras | 3 |
| Tipaza | 640 |
| Mila | 34 |
| Ain Defla | 326 |
| Relizane | 817 |

Table N ° 01 provides an overview of this area home / industry, and gives a clear picture about the state of the industrial risk through Algeria's territory

Until the disaster of Skikda, no major industrial disaster had occurred. However, it is undeniable that the potential risks are clearly identified by the concentration of industry in the North Algerian and for a large number of special cases [6.7], including:

- The Four petrochemical zones (Arzew, Skikda, Algiers, Bejaia) The Complexes of pesticides and these storage areas, as Annaba complex, considered a bomb implanted in an urban fabric.
- The major oil fields, the Old oil wells, the storage space of substandard extremely dangerous oils are not applying norms.
- The high voltage lines through the urban fabric.

3. Method of approach:

Through this action, we will try to see the correlation between several factors and Indicators that have a direct impact on the management and control of industrial risks in cities, which are exposed to the dangers of reports of industrial activities in the urban perimeter

Four indicators were chosen to evaluate and verify the vulnerability of cities that are exposed to high industrial risks:

- Stability and security of industrial activity: we will check the stability in relation to historical incidents during the last decennary
- Distance : the distance is an important factor in the management and the control of risks that can be generated by industrial activities ; logically over source of danger is far ,over the city is safe
- Topography: topography in view of our approach as a natural protection; physical screen between the city and the source of danger (unsecured industrial activity)
- Prevailing winds: Prevailing winds it's a double-edged blade; winds can direct any dangerous gas produced in the direction of the prevailing winds; that is to the city (negative high-risk situation).

Table 2. Indicator of vulnerability of a city compared to sources of industrial risk

| | level 1 | Level 2 | level 3 |
|---|-----------|--------------------|---------------|
| Stability and security of industrial activity | Stable | moderately stable | unstable |
| Distance city / Industrial Activity | Long away | average distance | juxtaposed |
| Topography | Protect | average protection | no protection |
| Prevailing winds | Favorable | less favorable | unfavorable |

Three levels can be released as a result in this evaluation:

- level 1 : City exposed to zero risk
- level 2 : City exposed to high risks
- level3 : City exposed to higher risks

4. Location and presentation of the site:

The industrial zone of Skikda in addition to its dangerous is a major impediment for urban extension to the east of the city, it occupies not only the best farm sites, but it is classified as the main source of pollution.

Skikda, formerly Philippeville was chosen to host the petrochemical complex of eastern Algeria, the second industrial center of the country. The choice of Skikda was implemented by Ordinance No. 70-13 of 22 January 1970. This industrial center of national and international importance is dominated by the petrochemical complex with various facilities and specialized in the processing of natural gas and oil complex. He is heavily involved in the effort and the development of the Algerian economy.[5]

It occupies a large area of 1,200 ha with over a 5.4-kilometer coastline; it is located 4 kilometers east of the city of Skikda.

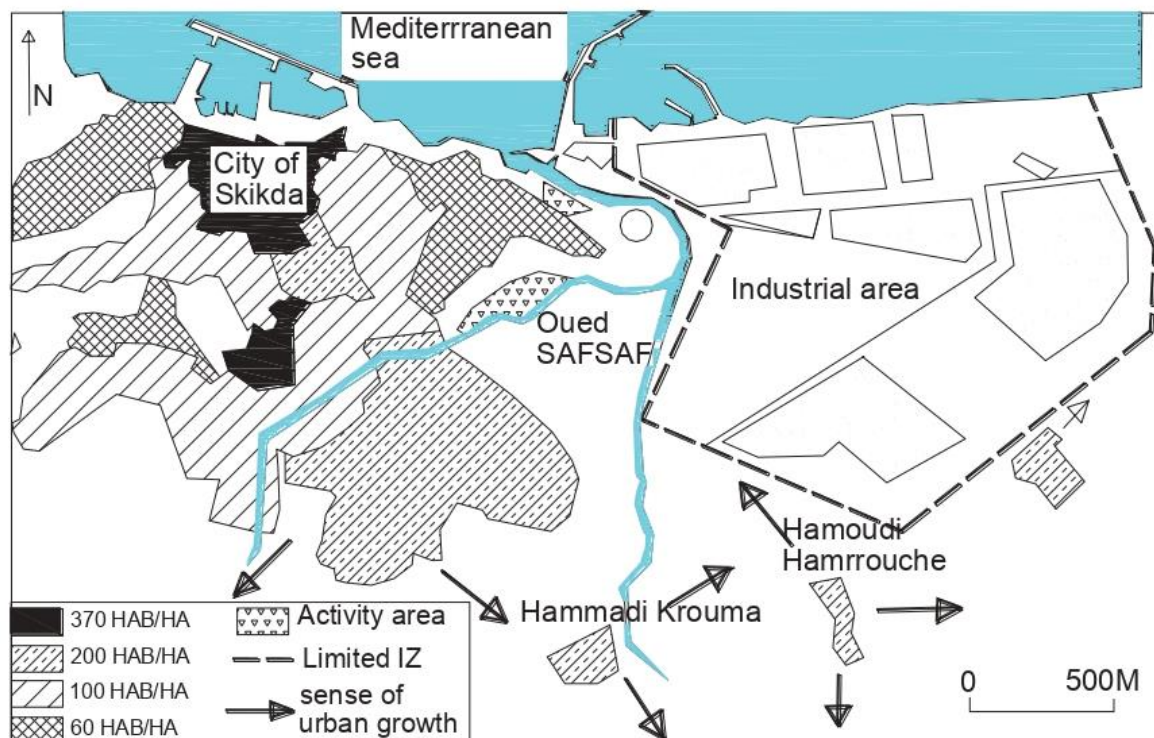


Fig. 1the industrial area in relation to the city of Skikda [1]

5. Application of the method of approach

As detailed previously we have four indicators

5.1. Stability and security of industrial activity:

The risk assessments on the industrial area have highlighted the following risks:

- The risk of fire
- The risk of explosion
- The risk of poisoning

One way to check the stability of an industrial activity in the urban area is husked static and history of dangerous incidents in the last decade

Table 3. Accident history of the petrochemical industrial area of Skikda[3.4.5]

| Date of Accident | Type | Damage and victims |
|--------------------|---------------------------------|--|
| 19/20 January 2004 | Explosions boiler LNG complex | Material damage / 27 dead / 74 wounded |
| 4 /10/ 2005 | The explosion of a storage tank | Material damage / 27 dead / 74 wounded |
| 06/03/2013 | Fire | Material damage |
| 09/07/2013 | Fire | Material damage / 01 dead / 01wounded |

The estimates made by the environmental specialists provide for destruction within a radius of 80 km in case of explosion of oil storage tank

According to testimony on the explosion of the boiler LNG complex; the damage was reported within a radius of 4km.[05]

After critical reading of this statistical, we can conclude that:

Table 4. Stability and security level petrochemical area of Skikda

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|---|---------|-------------------|---------|
| Stability and security of industrial activity | | moderately stable | |

5.2. Distance city / Industrial Activity

Algerian city that somehow represents the projection of contrasts and conflicts in today's society, Highlights the logic and strategies that have succeeded in its various transformations, Highlights the logic and strategies that have succeeded in its various transformations, economic functions, spatial morphology, sociological profile and mode of operation. [05]

This uncontrolled urbanization emergent a depreciated urbanity image and spontaneous appropriation of space that is made out of control and administrative intervention in a timely manner.

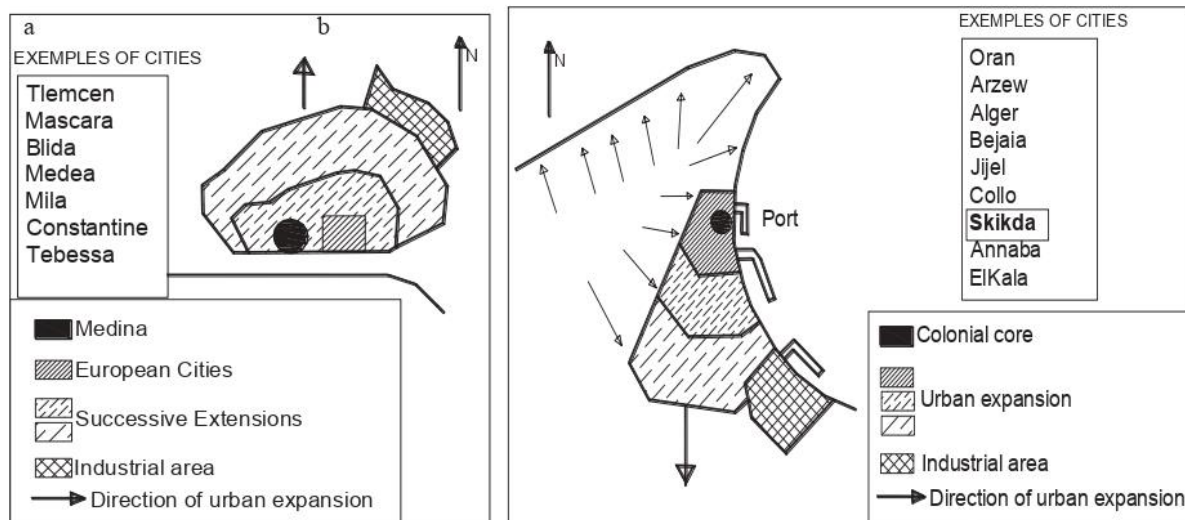


Fig. 2. (a) The model of the Algerian inland city; (b) The model of the Algerian coastal city [03]

In the case of the city of Skikda and its spatial extension throughout time; petrochemical industrial zone is juxtaposed to the city for not mean it is in the city (Fig2 (b)); that's why we can conclude that:

Table 5. Distance Indicator

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|-------------------------------------|---------|---------|------------|
| Distance city / Industrial Activity | | | juxtaposed |

5.3. Topography :

Topography in view of our approach as a natural protection; a physical screen between the city and the source of danger (unsecured industrial activity)

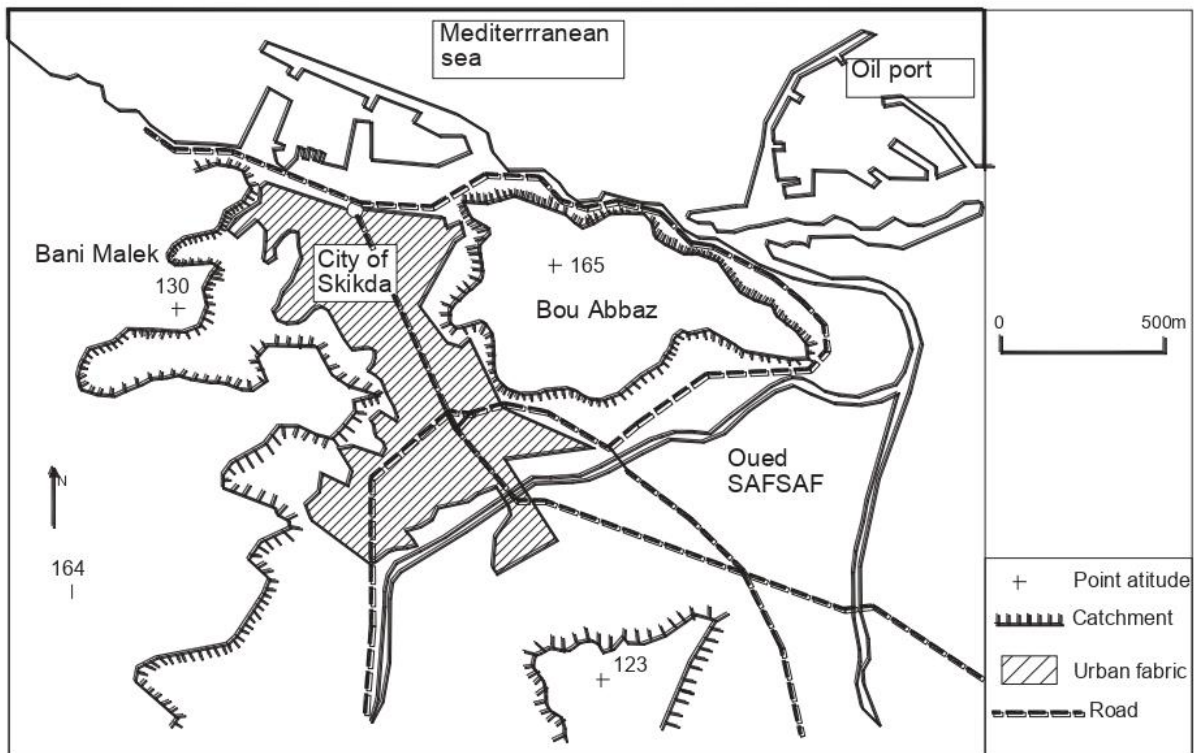


Fig. 3 topography of the city of Skikda [1]

From Topographic reading of the city of Skikda Notes that the valley of Bouabbaz plays a protective role and physical screen between the petrochemical industrial area and the north of the city but only remains insufficient; and the rest of the city remains a threat discovered all kinds of risks a rising from the instability of petrochemical complex.

Table 6. Topography indicator

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|------------|---------|--------------------|---------|
| Topography | | average protection | |

5.4. Prevailing winds:

The Skikda region is characterized by two types of winds, relatively strong cool winds of the North and Northwest areas that are often the cause of major disruptions.

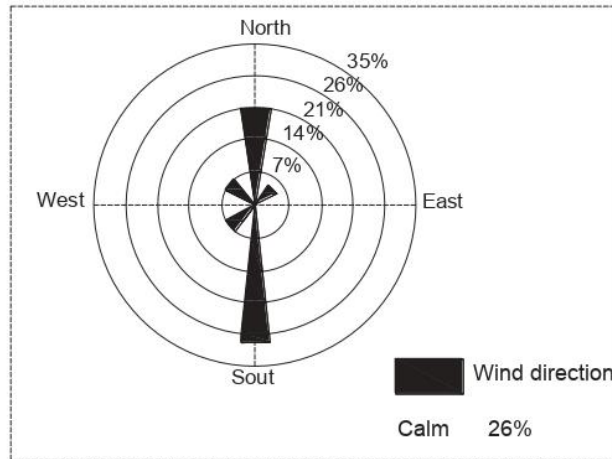


Fig. 4 winds of the city of Skikda [1]

Prevailing winds have a southerly direction with a relatively low intensity; the humidity of the region is very high. It averaged 72%.

Winds can direct all hazardous gas produced in the direction of the prevailing winds; that is to say to the city; in our case of study all the city can be reached on incident; but South winds are stronger than the north, that is why we concluded that the southern region of the city is the most threatened.

Table 7 : Indicator Prevailing winds

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|------------------|---------|---------|-------------|
| Prevailing winds | | | unfavorable |

6. Reading the results:

The instability of the petrochemical industrial area and with a position juxtaposed to the city, over the absence of adequate protection and winds that will report death is an accident. we can say that the threatens level of the city of Skikda is the level (2-3), that is to say a city has exposed a major industrial risk not to say high risk, especially the southern part of the city, agglomerations of Hamadi Krouma and Hammadi Hamrouche with urban pockets of the common Filfila

Table 8: Results of the Indicators of vulnerability of a city compared to industrial sources of risk

| | Level 1 | Level 2 | Level 3 |
|---|---------|--------------------|-------------|
| Stability and security of industrial activity | | moderately stable | |
| Distance city / Industrial Activity | | | juxtaposed |
| Topography | | average protection | |
| Prevailing winds | | | Unfavorable |

7. Conclusion:

This short analysis demonstrates the low consideration of the concept of industrial risk in Algeria and more specifically in the city of Skikda. . The progressive urbanization of the outskirts of the area, the extension of the city and the last buildings near explain concerns.

Skikda industrial disasters are a lesson in social geography, an illustration of the coexistence of petrochemical industry and part of the city. Our urban environments are not prepared for such accidents. If Skikda demonstrates the need to conduct preventive work, management, and planning for better managing our cities is to lessen the risk rate.

Reference:

- [1] Boulkaibet, A. inspection results of studies of the environment; 2010
- [2] COTE.M. Algeria or backspace, Flammarion, Paris, 1988.
- [3] Hadeif, R. What urban project to return the city to the sea, where Skikda. Memory magister. University of Constantine; 2008
- [4] Statement from the Civil Protection. Ministry of the Interior and Local Government; 2013.
- [5] Boulkaibet, A. The issue of industrial risks in Algeria, where the city of Skikda and petrochemical area. DEA, University of Caen; 2004
- [6] CNES. Report urbanization and natural hazards and industrial Algeria : present and future concerns; 2003
- [7] CNES. Report of the CNES on the environment in Algeria; 2004.
- [8] PERETTY-WATEL. P. Risk Society. Edistion LA decouverte and Syros. Paris ; 2001
- [9] Jocelyne Dubois-Maury, Claude Chaline. Urban risk. EditionArmand colin. 2004
- [10] Cros, Gautier-Gaillard, Harter, Pech. Urban disasters and risks. Edistion Tec And Doc; 2010

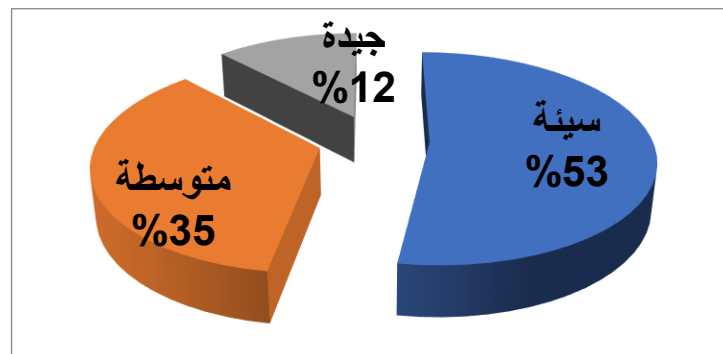
ANNEXE B : Résultat globale du protocole de comptage

| | | 09h-10h | 10h-11h | 11h-12h | 12h-13h | 13h-14h | 14h-15h | 15h-16h | 16h-17h | 17h-18 | 18h-19h | Moyenne Par jour | Moyenne p/j |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|----------------|
| A1:N25N6 | | | | | | | | | | | | | |
| Rue youcef kaddid (elsouika) | Jour 01 | 1500 | 1902 | 2000 | 1900 | 1200 | 700 | 500 | 200 | 2000 | 2332 | 1423,4 | 1392,88 |
| | Jour 02 | 1490 | 1890 | 2040 | 1890 | 1190 | 790 | 511 | 350 | 2050 | 2100 | 1430,1 | |
| | Jour 03 | 1700 | 2050 | 2100 | 1200 | 1270 | 788 | 480 | 120 | 1900 | 2050 | 1365,8 | |
| | Jour 04 | 1560 | 1600 | 2060 | 1400 | 1160 | 760 | 300 | 300 | 2182 | 2200 | 1352,2 | |
| | Moy | 1562,5 | 1860,5 | 2050 | 1597,5 | 1205 | 759,5 | 447,75 | 242,5 | 2033 | 2170,5 | | |
| Rue Mekki Ourtilani (zkak arab) | Jour 01 | 5000 | 3588 | 2489 | 2008 | 692 | 200 | 180 | 1988 | 3966 | 403 | 2051,4 | 1877,5 |
| | Jour 02 | 4000 | 2400 | 2600 | 1500 | 400 | 350 | 255 | 2100 | 3000 | 500 | 1710,5 | |
| | Jour 03 | 4255 | 3569 | 2550 | 2100 | 708 | 286 | 269 | 2560 | 2049 | 209 | 1855,5 | |
| | Jour 04 | 3950 | 3098 | 3000 | 2599 | 800 | 230 | 123 | 2009 | 3008 | 109 | 1892,6 | |
| | moy | 4301,25 | 3163,8 | 2659,8 | 2051,8 | 650 | 266,5 | 206,75 | 2164,3 | 3005,75 | 305,25 | | |
| Rue Kaddour Belizidia (elmusé) | Jour 01 | 1800 | 2000 | 2090 | 2180 | 800 | 500 | 410 | 1500 | 1830 | 300 | 1341 | 1366,2 |
| | Jour 02 | 1500 | 1800 | 1920 | 2000 | 900 | 893 | 320 | 1980 | 2000 | 1000 | 1431,3 | |
| | Jour 03 | 1550 | 1890 | 2003 | 2400 | 852 | 789 | 238 | 1460 | 1856 | 260 | 1329,8 | |
| | Jour 04 | 1890 | 1500 | 2150 | 2500 | 783 | 589 | 125 | 1790 | 1800 | 500 | 1362,7 | |
| | moy | 1685 | 1797,5 | 2040,8 | 2270 | 833,75 | 692,75 | 273,25 | 1682,5 | 1871,5 | 515 | | |
| Rue Ali Abdenour (Rue de mariage) | Jour 01 | 750 | 800 | 693 | 600 | 189 | 200 | 158 | 900 | 986 | 500 | 577,6 | 561,95 |
| | Jour 02 | 900 | 840 | 700 | 590 | 200 | 190 | 150 | 800 | 900 | 485 | 575,5 | |
| | Jour 03 | 866 | 789 | 689 | 546 | 256 | 158 | 160 | 903 | 960 | 350 | 567,7 | |
| | Jour 04 | 963 | 456 | 790 | 600 | 157 | 163 | 182 | 453 | 904 | 602 | 527 | |
| | moy | 869,75 | 721,25 | 718 | 584 | 200,5 | 177,75 | 162,5 | 764 | 937,5 | 484,25 | | |
| Rue Didouche mourad (Les arcades) | Jour 01 | 5456 | 9008 | 7890 | 5891 | 4500 | 3982 | 3004 | 5890 | 7691 | 10123 | 6343,5 | 6016,28 |
| | Jour 02 | 4050 | 8069 | 6073 | 4809 | 5000 | 2560 | 1500 | 5900 | 7000 | 9975 | 5493,6 | |
| | Jour 03 | 3258 | 7890 | 10000 | 8684 | 7200 | 3925 | 2048 | 6589 | 8000 | 8097 | 6569,1 | |
| | Jour 04 | 3987 | 4582 | 8692 | 7892 | 6924 | 3002 | 1897 | 3015 | 7009 | 9589 | 5658,9 | |
| | moy | 4187,75 | 7387,3 | 8163,8 | 6819 | 5906 | 3367,3 | 2112,3 | 5348,5 | 7425 | 9446 | | |
| Rue mohamed salah dehi (Rivoli) | Jour 01 | 300 | 500 | 300 | 510 | 300 | 120 | 108 | 280 | 350 | 400 | 316,8 | 304,625 |
| | Jour 02 | 256 | 450 | 360 | 500 | 250 | 160 | 120 | 250 | 300 | 350 | 299,6 | |
| | Jour 03 | 250 | 350 | 306 | 490 | 302 | 154 | 200 | 300 | 380 | 420 | 315,2 | |
| | Jour 04 | 266 | 460 | 254 | 480 | 202 | 130 | 150 | 256 | 305 | 366 | 286,9 | |
| | moy | 268 | 440 | 305 | 495 | 263,5 | 141 | 144,5 | 271,5 | 333,75 | 384 | | |
| Rue Mahmoud Nafir passerieu | Jour 01 | 250 | 300 | 500 | 600 | 190 | 180 | 220 | 320 | 450 | 200 | 321 | 302,675 |
| | Jour 02 | 310 | 400 | 458 | 500 | 200 | 154 | 200 | 300 | 500 | 256 | 327,8 | |
| | Jour 03 | 210 | 250 | 350 | 480 | 180 | 120 | 150 | 310 | 520 | 190 | 276 | |
| | Jour 04 | 280 | 310 | 380 | 350 | 200 | 150 | 189 | 200 | 600 | 200 | 285,9 | |
| | moy | 262,5 | 315 | 422 | 482,5 | 192,5 | 151 | 189,75 | 282,5 | 517,5 | 211,5 | | |

ANNEXE C : Rapport sur l'état des habitations dans l'ancien centre de la ville de Skikda 2011 (مركز البحوث الاجتماعية سكيكدة)

جدول (18) حالة المسكن:

| المجموع | | سيئة | | متوسطة | | جيدة | | رقم المقاطعة |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|--------------|
| النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | |
| 4,70% | 175 | 22,9 | 40 | 43,4 | 76 | 33,7 | 59 | 28 |
| 4,30% | 162 | 71 | 115 | 24,1 | 39 | 4,9 | 8 | 29 |
| 3,70% | 139 | 49,6 | 69 | 41,7 | 58 | 8,7 | 12 | 30 |
| 3,50% | 133 | 29,3 | 39 | 53,4 | 71 | 17,3 | 23 | 31 |
| 3,20% | 119 | 53 | 63 | 36,1 | 43 | 10,9 | 13 | 32 |
| 4,10% | 156 | 41,7 | 65 | 44,2 | 69 | 14,1 | 22 | 33 |
| 4,60% | 173 | 61,2 | 106 | 24,3 | 42 | 14,5 | 25 | 34 |
| 4,10% | 155 | 60 | 93 | 34,2 | 53 | 5,8 | 9 | 35 |
| 4,30% | 162 | 67,9 | 110 | 25,9 | 42 | 6,2 | 10 | 36 |
| 3,90% | 146 | 63,7 | 93 | 34,9 | 51 | 1,4 | 2 | 37 |
| 4,80% | 179 | 34,6 | 62 | 39,7 | 71 | 25,7 | 46 | 38 |
| 4,60% | 172 | 66,3 | 114 | 25,6 | 44 | 8,1 | 14 | 39 |
| 3,80% | 143 | 37,1 | 53 | 55,9 | 80 | 7 | 10 | 40 |
| 3,80% | 143 | 46,9 | 67 | 35 | 50 | 18,2 | 26 | 41 |
| 4,80% | 181 | 64,1 | 116 | 29,3 | 53 | 6,6 | 12 | 42 |
| 4,40% | 164 | 61,6 | 101 | 29,3 | 48 | 9,1 | 15 | 43 |
| 4,90% | 184 | 54,9 | 101 | 27,2 | 50 | 17,9 | 33 | 44 |
| 4,40% | 164 | 49,3 | 81 | 47 | 77 | 3,7 | 6 | 45 |
| 5% | 190 | 54,7 | 104 | 33,7 | 64 | 11,6 | 22 | 46 |
| 4,70% | 179 | 60,3 | 108 | 23,5 | 42 | 16,2 | 29 | 47 |
| 5,50% | 206 | 71,4 | 147 | 25,7 | 53 | 2,9 | 6 | 48 |
| 3,80% | 143 | 54,5 | 78 | 27,3 | 39 | 18,2 | 26 | 49 |
| 0,20% | 6 | 0 | 0 | 50 | 3 | 50 | 3 | 50 |
| 4,90% | 185 | 27,5 | 51 | 59,5 | 110 | 13 | 24 | 51 |
| 100% | 3759 | 52,6% | 1976 | 35,3% | 1328 | 12,1% | 455 | المجموع |



تشير الشواهد الكمية المتعلقة بحالة المسكن إلى ما يلي:

→ 12.1 % من إجمالي أرباب الأسر المبحوثين هم مقتنعون بأن حالة مسكنهم جيدة.

→ 35.3 % أقرروا بأن حالة مسكنهم متوسطة.

→ أكدت الأغلبية بنسبة 52.6 % بأن حالة مساكنهم سيئة.

جدول (19) ترميم المسكن:

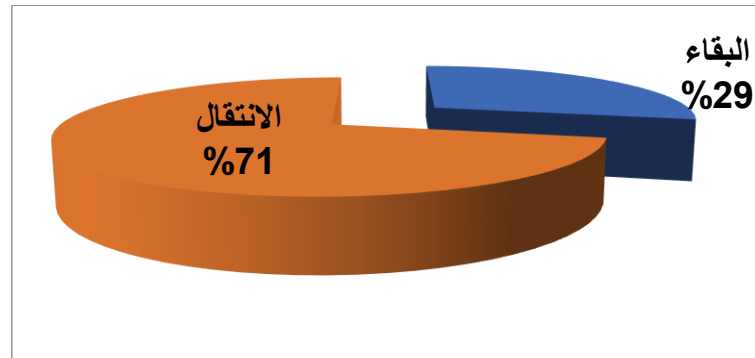
| المجموع | | لا | | نعم | | رقم المقاطعة |
|----------|---------|----------|---------|----------|---------|--------------|
| النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | |
| 4,70% | 175 | 4 | 7 | 96 | 168 | 28 |
| 4,30% | 162 | 11,7 | 19 | 88,3 | 143 | 29 |
| 3,70% | 139 | 2,9 | 4 | 97,1 | 135 | 30 |
| 3,50% | 133 | 3 | 4 | 97 | 129 | 31 |
| 3,20% | 119 | 5,9 | 7 | 94,1 | 112 | 32 |
| 4,10% | 156 | 7,1 | 11 | 92,9 | 145 | 33 |
| 4,60% | 173 | 6,4 | 11 | 93,6 | 162 | 34 |
| 4,10% | 155 | 15,5 | 24 | 84,5 | 131 | 35 |
| 4,30% | 162 | 6,8 | 11 | 93,2 | 151 | 36 |
| 3,90% | 146 | 2,7 | 4 | 97,3 | 142 | 37 |
| 4,80% | 179 | 8,9 | 16 | 91,1 | 163 | 38 |
| 4,60% | 172 | 12,8 | 22 | 87,2 | 150 | 39 |
| 3,80% | 143 | 9,8 | 14 | 90,2 | 129 | 40 |
| 3,80% | 143 | 4,9 | 7 | 95,1 | 136 | 41 |
| 4,80% | 181 | 9,9 | 18 | 90,1 | 163 | 42 |
| 4,40% | 164 | 10,4 | 17 | 89,6 | 147 | 43 |
| 4,90% | 184 | 16,8 | 31 | 83,2 | 153 | 44 |
| 4,40% | 164 | 3,7 | 6 | 96,3 | 158 | 45 |
| 5% | 190 | 8,4 | 16 | 91,6 | 174 | 46 |
| 4,70% | 179 | 2,8 | 5 | 97,2 | 174 | 47 |
| 5,50% | 206 | 10,2 | 21 | 89,8 | 185 | 48 |
| 3,80% | 143 | 13,3 | 19 | 86,7 | 124 | 49 |
| 0,20% | 6 | 16,7 | 1 | 83,3 | 5 | 50 |
| 4,90% | 185 | 1,1 | 2 | 98,9 | 183 | 51 |
| 100% | 3759 | 7,9% | 297 | 92,1% | 3462 | المجموع |

جدول (20) الجهة التي قامت بعملية الترميم:

| المجموع | | الدولة | | صاحب المسكن | | لم يقوموا بالترميم | | رقم المقاطعة |
|----------|---------|----------|---------|-------------|---------|--------------------|---------|--------------|
| النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | |
| 4,70% | 175 | 1,1 | 2 | 94,9 | 166 | 4 | 7 | 28 |
| 4,30% | 162 | 0 | 0 | 88,3 | 143 | 11,7 | 19 | 29 |
| 3,70% | 139 | 0,7 | 1 | 96,4 | 134 | 2,9 | 4 | 30 |
| 3,50% | 133 | 0,8 | 1 | 96,2 | 128 | 3 | 4 | 31 |
| 3,20% | 119 | 0 | 0 | 94,1 | 112 | 5,9 | 7 | 32 |
| 4,10% | 156 | 0 | 0 | 92,9 | 145 | 7,1 | 11 | 33 |
| 4,60% | 173 | 1,7 | 3 | 91,9 | 159 | 6,4 | 11 | 34 |
| 4,10% | 155 | 1,3 | 2 | 83,2 | 129 | 15,5 | 24 | 35 |
| 4,30% | 162 | 0 | 0 | 93,2 | 151 | 6,8 | 11 | 36 |
| 3,90% | 146 | 2,7 | 4 | 94,6 | 138 | 2,7 | 4 | 37 |
| 4,80% | 179 | 0 | 0 | 91,1 | 163 | 8,9 | 16 | 38 |
| 4,60% | 172 | 0,6 | 1 | 86,6 | 149 | 12,8 | 22 | 39 |
| 3,80% | 143 | 0 | 0 | 90,2 | 129 | 9,8 | 14 | 40 |
| 3,80% | 143 | 0,7 | 1 | 94,4 | 135 | 4,9 | 7 | 41 |
| 4,80% | 181 | 1,1 | 2 | 89 | 161 | 9,9 | 18 | 42 |
| 4,40% | 164 | 0 | 0 | 89,6 | 147 | 10,4 | 17 | 43 |
| 4,90% | 184 | 0 | 0 | 83,2 | 153 | 16,8 | 31 | 44 |
| 4,40% | 164 | 0 | 0 | 96,3 | 158 | 3,7 | 6 | 45 |
| 5% | 190 | 3,2 | 6 | 88,4 | 168 | 8,4 | 16 | 46 |
| 4,70% | 179 | 1,7 | 3 | 95,5 | 171 | 2,8 | 5 | 47 |
| 5,50% | 206 | 0,5 | 1 | 89,3 | 184 | 10,2 | 21 | 48 |
| 3,80% | 143 | 0 | 0 | 86,7 | 124 | 13,3 | 19 | 49 |
| 0,20% | 6 | 0 | 0 | 83,3 | 5 | 16,7 | 1 | 50 |
| 4,90% | 185 | 0 | 0 | 98,9 | 183 | 1,1 | 2 | 51 |
| 100% | 3759 | 0,7% | 27 | 91,4% | 3435 | 7,9% | 297 | المجموع |

جدول (21) المشكلات الأكثر إزعاجا:

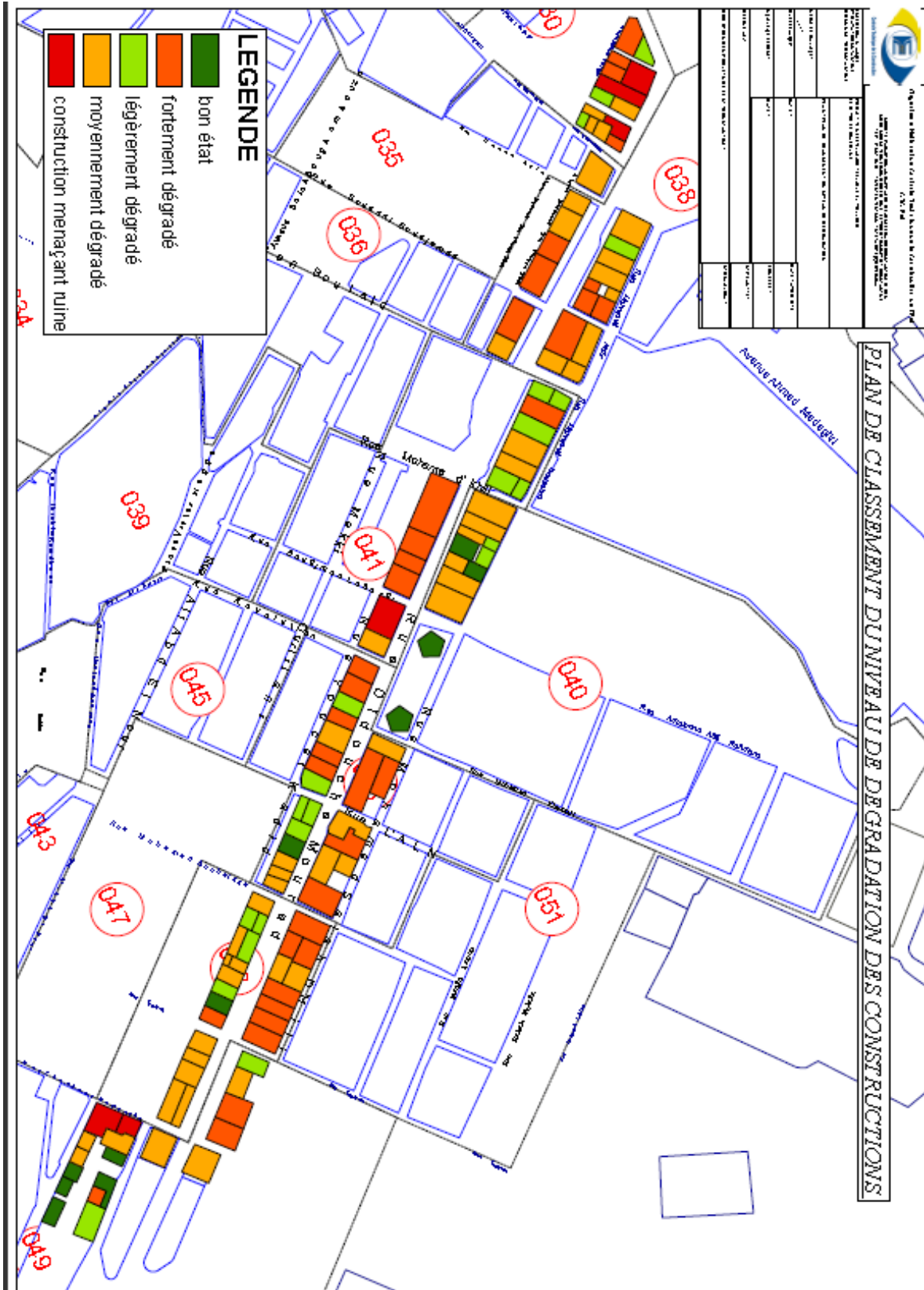
| المجموع | أخرى تذكر | | الازدحام | | | | الكثابة على الجدران | | التخريب | | اللاأمن | | وجود الحيوانات | | | القذارة | | | اللعب في الفضاءات المشتركة | | الضوضاء | | رقم المقاطعة |
|---------|-----------|------|----------|------|------|-----|---------------------|------|---------|------|---------|------|----------------|------|------|---------|-----|------|----------------------------|---------|---------|---|--------------|
| | ن | ت | % | ن | ت | % | ن | ت | % | ن | ت | % | ن | ت | % | ن | ت | % | ن | ت | % | ن | |
| % | 329 | 3,4 | 11 | 16,4 | 54 | 0,6 | 2 | 7,3 | 24 | 3,3 | 11 | 19,1 | 63 | 23,1 | 76 | 2,1 | 7 | 24,7 | 81 | 28 | | | |
| % | 502 | 3 | 15 | 4,6 | 23 | 0,8 | 4 | 3,6 | 18 | 7,1 | 36 | 27,5 | 138 | 27,7 | 139 | 9 | 45 | 16,7 | 84 | 29 | | | |
| % | 423 | 2,3 | 10 | 18 | 76 | 1,4 | 6 | 7,1 | 30 | 4,3 | 18 | 19,9 | 84 | 19,4 | 82 | 3,5 | 15 | 24,1 | 102 | 30 | | | |
| % | 255 | 1,6 | 4 | 5,9 | 15 | 0,8 | 2 | 5,1 | 13 | 2,7 | 7 | 24,3 | 62 | 35,3 | 90 | 5,5 | 14 | 18,8 | 48 | 31 | | | |
| % | 262 | 4,6 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 6,5 | 17 | 34 | 89 | 33,2 | 87 | 4,6 | 12 | 14,1 | 37 | 32 | | | |
| % | 395 | 4,6 | 18 | 0,3 | 1 | 0,5 | 2 | 3 | 12 | 5 | 20 | 24,6 | 97 | 33,2 | 131 | 10,1 | 40 | 18,7 | 74 | 33 | | | |
| % | 387 | 3,4 | 13 | 5,7 | 22 | 0,8 | 3 | 4,9 | 19 | 6,4 | 25 | 30 | 116 | 26,9 | 104 | 2,3 | 9 | 19,6 | 76 | 34 | | | |
| % | 372 | 15,9 | 59 | 2,1 | 8 | 0,8 | 3 | 2,7 | 10 | 24,5 | 91 | 19,9 | 74 | 15,9 | 59 | 2,1 | 8 | 16,1 | 60 | 35 | | | |
| % | 632 | 0,6 | 4 | 17,7 | 112 | 1,3 | 8 | 14,4 | 91 | 4,6 | 29 | 18,7 | 118 | 18,9 | 120 | 1,1 | 7 | 22,7 | 143 | 36 | | | |
| % | 518 | 1,4 | 7 | 20,3 | 105 | 0,8 | 4 | 9,3 | 48 | 1,9 | 10 | 20,6 | 107 | 19,3 | 100 | 2,3 | 12 | 24,1 | 125 | 37 | | | |
| % | 412 | 7,8 | 32 | 4,8 | 20 | 2,2 | 9 | 3,1 | 13 | 16,3 | 67 | 18,9 | 78 | 19,7 | 81 | 4,6 | 19 | 22,6 | 93 | 38 | | | |
| % | 503 | 7,7 | 39 | 4,8 | 24 | 2 | 10 | 3 | 15 | 17,5 | 88 | 22,2 | 112 | 17,9 | 90 | 4,6 | 23 | 20,3 | 102 | 39 | | | |
| % | 353 | 5,7 | 20 | 2,8 | 10 | 2 | 7 | 4,5 | 16 | 6,5 | 23 | 24,9 | 88 | 25,2 | 89 | 2,3 | 8 | 26,1 | 92 | 40 | | | |
| % | 419 | 0,8 | 3 | 18,2 | 76 | 4,5 | 19 | 9 | 38 | 3,5 | 15 | 18,2 | 76 | 20 | 84 | 1,6 | 7 | 24,2 | 101 | 41 | | | |
| % | 338 | 6,2 | 21 | 3,6 | 12 | 0,9 | 3 | 5,6 | 19 | 4,7 | 16 | 27,2 | 92 | 31,4 | 106 | 4,4 | 15 | 16 | 54 | 42 | | | |
| % | 356 | 5,9 | 21 | 2,5 | 9 | 3,7 | 13 | 9,3 | 33 | 6,2 | 22 | 21,9 | 78 | 23,3 | 83 | 3,1 | 11 | 24,1 | 86 | 43 | | | |
| % | 427 | 4,2 | 18 | 9,8 | 42 | 3 | 13 | 2,8 | 12 | 5,8 | 25 | 22,1 | 94 | 19,4 | 83 | 10,8 | 46 | 22,1 | 94 | 44 | | | |
| % | 456 | 0 | 0 | 2,4 | 11 | 0,7 | 3 | 7 | 32 | 0,4 | 2 | 26,3 | 120 | 28,1 | 128 | 1,1 | 5 | 34 | 155 | 45 | | | |
| % | 538 | 5 | 27 | 11,3 | 61 | 3 | 16 | 8 | 43 | 5,4 | 29 | 16,9 | 91 | 19,9 | 107 | 7,3 | 39 | 23,2 | 125 | 46 | | | |
| % | 615 | 1,5 | 9 | 18,5 | 114 | 1,1 | 7 | 6,2 | 38 | 5,7 | 35 | 16,3 | 100 | 21,9 | 135 | 2,3 | 14 | 26,5 | 163 | 47 | | | |
| % | 629 | 2,7 | 17 | 11,8 | 74 | 1,6 | 10 | 11,5 | 73 | 7,8 | 49 | 14,5 | 92 | 20,5 | 128 | 4,3 | 27 | 25,3 | 159 | 48 | | | |
| % | 369 | 9,7 | 36 | 7,3 | 27 | 4,7 | 17 | 4,7 | 17 | 9,7 | 36 | 18,4 | 68 | 17,9 | 66 | 5,9 | 22 | 21,7 | 80 | 49 | | | |
| % | 11 | 9 | 1 | 45,5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45,5 | 5 | 50 | | | |
| % | 510 | 0,6 | 3 | 20,6 | 105 | 1,6 | 8 | 10,4 | 53 | 1,6 | 8 | 13,7 | 70 | 20,2 | 103 | 4,1 | 21 | 27,2 | 139 | 51 | | | |
| % | 10011 | 4 | 400 | 10 | 1006 | 1,7 | 169 | 6,7 | 675 | 6,8 | 679 | 21 | 2107 | 22,7 | 2271 | 4,3 | 426 | 22,8 | 2278 | المجموع | | | |



جدول (22) رغبة أرباب الأسر في البقاء أو الانتقال:

| المجموع | | الانتقال | | البقاء | | رقم المقاطعة |
|---------|---------|----------|---------|----------|---------|--------------|
| نسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | النسبة % | التكرار | |
| 4,70% | 175 | 43,4 | 76 | 56,6 | 99 | 28 |
| 4,30% | 162 | 91,4 | 148 | 8,6 | 14 | 29 |
| 3,70% | 139 | 64 | 89 | 36 | 50 | 30 |
| 3,50% | 133 | 53,4 | 71 | 46,6 | 62 | 31 |
| 3,20% | 119 | 68,1 | 81 | 31,9 | 38 | 32 |
| 4,10% | 156 | 73,7 | 115 | 26,3 | 41 | 33 |
| 4,60% | 173 | 78 | 135 | 22 | 38 | 34 |
| 4,10% | 155 | 78,7 | 122 | 21,3 | 33 | 35 |
| 4,30% | 162 | 85,2 | 138 | 14,8 | 24 | 36 |
| 3,90% | 146 | 82,2 | 120 | 17,8 | 26 | 37 |
| 4,80% | 179 | 17,9 | 89 | 82,1 | 90 | 38 |
| 4,60% | 172 | 76,7 | 132 | 23,3 | 40 | 39 |
| 3,80% | 143 | 62,9 | 90 | 37,1 | 53 | 40 |
| 3,80% | 143 | 67,1 | 96 | 32,9 | 47 | 41 |
| 4,80% | 181 | 76,8 | 139 | 23,2 | 42 | 42 |
| 4,40% | 164 | 82,3 | 135 | 17,7 | 29 | 43 |
| 4,90% | 184 | 11,4 | 127 | 88,6 | 57 | 44 |
| 4,40% | 164 | 76,8 | 126 | 23,2 | 38 | 45 |
| 5% | 190 | 76,3 | 145 | 23,7 | 45 | 46 |
| 4,70% | 179 | 79,3 | 142 | 20,7 | 37 | 47 |
| 5,50% | 206 | 88,8 | 183 | 11,2 | 23 | 48 |
| 3,80% | 143 | 58,7 | 84 | 41,3 | 59 | 49 |
| 0,20% | 6 | 0 | 0 | 100 | 6 | 50 |
| 4,90% | 185 | 55,1 | 102 | 44,9 | 83 | 51 |
| 100% | 3759 | 71,4% | 2685 | 28,6% | 1074 | المجموع |

ANNEXE D : Cartographie sur l'état des habitations dans l'ancien centre de la ville de Skikda (CTC 2012)



Nom et Prénom : BOUDERSA Ghani



Titre : RISQUE INDUSTRIEL : IMPACT DE
LA PERFORMANCE DE LA MORPHOLOGIE
ET DE LA PLANIFICATION URBAINE
DANS LA VILLE DE SKIKDA

Thèse en vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat en
Sciences en urbanisme

Résumé :

Dans un monde moderne où la technologie avance à grands pas, atteindre l'absence totale de risque demeure une utopie, particulièrement dans des contextes où l'urbanisation et l'industrie à haut risque se côtoient. Skikda, en Algérie, est un témoignage vivant de ce dilemme. Sa proximité avec une raffinerie pétrochimique, Cette recherche se concentre sur la capacité adaptative de Skikda face aux dangers industriels. Cela ressorti l'importance de la morphologie urbaine comme un pilier de la résilience urbaine de la ville. Une planification urbaine réfléchie peut assurer une fluidité de circulation, optimiser l'accessibilité et renforcer l'efficacité et la performance de la ville à faire face et des perturbations en cas de crise.

Nous avons commencé notre analyse par la construction une approche basée sur divers indicateurs, notamment la stabilité industrielle, la proximité ville-industrie, les défenses topographiques naturelles et les vents prédominants. La synthèse de ces éléments met en lumière une précarité inhérente à la coexistence de Skikda et de son secteur industriel.

Ce cheminement nous a conduits à une étape cruciale de notre recherche. Notre méthodologie s'appuie sur la mise en relation d'indicateurs caractérisant la morphologie urbaine, comme la structure de la ville, la densité démographique et l'accessibilité. L'analyse de ces éléments a dessiné une image préoccupante de Skikda. En exploitant des outils numériques tels que la "space syntax", et en l'appliquant à deux échelles distinctes - la ville dans son ensemble et son centre colonial historique - cette analyse a confirmé que la morphologie urbaine de la ville de Skikda ainsi que son centre présentes des lacunes en termes de performance et de capacité à faire face à des perturbations. Cette réalité suggère une résilience amoindrie face aux risques industriels constants, avec des conséquences potentiellement dévastatrices en cas d'accident majeur. Notre approche se base donc sur cette corrélation pour évaluer comment l'espace urbain peut répondre et atténuer les conséquences de crises industrielles.

En définitive, bien que Skikda dévoile des zones sensibles, elle possède le potentiel d'augmenter significativement sa résilience en repensant sa morphologie urbaine. Ces ajustements sont vitaux pour garantir un environnement urbain sécurisé à ses habitants. Toutefois, notre étude a aussi pavé la voie à d'autres questionnements, suggérant la nécessité d'approfondissements dans de futures recherches.

Mots clé : risque industriel, morphologie urbaine, résilience urbaine, vulnérabilité, urbanisation

Directeur de la thèse : Tayeb SAHNOUNE - Université Constantine 3

Année Universitaire 2023-2024