

Université de Constantine 3

Faculté d'Architecture et d'Urbanisme

Département d'Architecture



EVALUATION MULTICRITERE DU BIEN-ETRE DANS LA
REQUALIFICATION D'OUED EL HARRACH A ALGER

THESE

Présentée pour l'Obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences En
Architecture Bioclimatique

Par

Ala Eddine El Mahdi BENBRAHIM

Année Universitaire 2022-2023

Université de Constantine 3
Faculté d'Architecture et d'Urbanisme
Département d'Architecture



N° de Série :
N° d'Ordre :

EVALUATION MULTICRITERE DU BIEN-ETRE DANS LA
REQUALIFICATION D'OUED EL HARRACH A ALGER

THESE

Présentée pour l'Obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences En
Architecture Bioclimatique

Par

Ala Eddine El Mahdi BENBRAHIM

Devant le Jury Composé de

DERRADJI Mohamed	Président	Pr	Université Constantine 3
ABDOU Saliha	Rapporteur	Pr	Université Constantine 3
BENHASSINE Nacira	Examinatrice	Pr	Université Constantine 3
GHAZOUALI Lezhar	Examineur	Pr	Université de Tebessa
HAMOUDA Abida	Examinatrice	Pr	Université de Batna 1
DJAGHROURI Djamila	Examinatrice	Dr	Université de Biskra

Année Universitaire 2022-2023

Remerciements

Je loue Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour achever ce travail.

J'exprime toute ma gratitude et ma reconnaissance à ma directrice de thèse Madame le Professeur : OUTTAS SALIHA. Je tiens à la remercier profondément de m'avoir donné l'occasion de travailler avec elle, de m'avoir orienté, et surtout pour ses précieux conseils et son soutien tout au long de la rédaction de cette thèse.

Mes vifs remerciements pour les membres de jury d'avoir expertiser ce travail.

J'adresse toutes les expressions de remerciements, de reconnaissance et de gratitude à mes chers parents pour leur accompagnement, encouragement, et qui m'ont toujours épaulé durant ce parcours.

Je tiens à prendre un moment pour t'exprimer ma profonde gratitude cher ami Rfik pour ton soutien inébranlable tout au long de ce parcours de post-graduation. Je tiens également à te remercier cher Islam pour toutes tes collaborations. Et toute l'équipe du laboratoire ABE.

Je remercie ma chère tendre épouse pour les sacrifices tout au long ce chemin.

Enfin, j'adresse mes remerciements à mes enseignants de la post-graduation de l'EPAU.

Merci à tous

Dédicaces

A tes beaux yeux ma chère daronne...

Table des matières

Table des matières	i
Liste des tableaux	ix
Liste des acronymes et abréviations	i
Résumé	ii
Introduction générale.....	1
I. Problématique :	4
II. Hypothèses	6
III. Objectifs	6
IV. Méthodologie de recherche	7
V. Structure de la thèse.....	8
1 CHAPITRE I : LA REQUALIFICATION ENVIRONNEMENTALE DES COURS D’EAU : UN LEVIER D’ACTION VERS UNE RESILIENCE ECOLOGIQUE ET SOCIALE.	10
INTRODUCTION.....	10
1.1 La requalification environnementale et les champs d’application	10
1.1.1 La requalification : définitions et consensus.....	11
1.1.2 La requalification urbaine	11
1.1.3 La reconquête des cours d’eau	11
1.2 Les cours d’eaux : des systèmes complexes au centre de la requalification urbaine.	13
1.2.1 Profil des berges.....	14
1.2.2 Les cours d’eau...un espace paysager	15
1.2.3 Fonctions et bienfaits de la requalification des berges.....	16
1.2.4 Exemples internationaux de Projets de reconquête des berges	17
1.3 La trame verte et bleue (TVB)	22
1.3.1 Définitions et caractéristiques	22
1.3.2 Les services écosystémiques rendus par la TVB.....	24
1.3.3 La trame verte et bleue (TVB), une pluralité d’enjeux pour la vie urbaine.....	25
1.4 Les cadres théoriques du concept de la résilience	26
1.4.1 Qu’est-ce que le concept de ‘Résilience’ ?.....	26
1.4.2 La résilience urbaine	26
1.4.3 Ville résiliente, de quoi parle-ton ?	28
1.4.4 De la résilience écologique à la résilience sociale.....	29
1.4.5 L’Adaptation aux changements climatiques	30

1.4.6	La résilience urbaine contre les inondations.....	31
1.5	Modèles et outils d'application du concept de la résilience.....	33
1.5.1	City Resilience Index :.....	33
1.5.2	Qualifier la résilience via le modèle 'DOMINO'.....	34
1.5.3	Le modèle 'OptiCits' à Barcelone.....	36
	Conclusion du chapitre I.....	37
2	CHAPITRE II : LA QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES ESPACES EXTERIEURS ; CONFORT ET BIEN-ETRE EN QUESTION ?.....	38
	INTRODUCTION.....	38
2.1	Notion de bien-être et confort(s) dans les espaces extérieurs.....	38
2.1.1	Approche théorique du bien-être :.....	38
	Disparités de représentation entre subjectifs et objectifs.....	40
2.1.2	L'écologie au service du bien-être.....	41
2.2	La notion de la 'Qualité'.....	42
2.2.1	Du bien-être à la qualité de vie.....	42
2.2.2	Confort et qualités d'usage :.....	44
2.3	Caractérisation des catégories de confort(s) à l'échelle des espaces extérieurs :.....	44
2.3.1	Le confort visuel.....	45
2.3.2	Le confort olfactif.....	46
2.3.3	Le confort phonique.....	47
2.3.4	Le confort thermique.....	47
2.3.5	Les paramètres du confort thermique.....	48
2.4	Les espaces extérieurs végétalisés, un support pour le confort et bien-être.....	53
2.4.1	Composition des espaces extérieurs.....	53
2.4.2	L'ambiance comme enjeu des espaces contemporains.....	55
2.4.3	Atouts rendus par la végétation dans les espaces verts extérieurs.....	56
2.4.4	Effets de la végétation sur le microclimat.....	59
	Conclusion du chapitre II.....	63
3	CHAPITRE III : Etat de l'art et méthodes d'évaluation.....	65
	INTRODUCTION.....	65
3.1	Modèles théoriques et cadre d'analyse de l'évaluation.....	65
3.1.1	Qu'est-ce que l'évaluation.....	65
3.1.2	L'évaluation environnementale.....	66
3.1.3	Les méthodes d'évaluation multicritères.....	67

▪	Les approches bottom-up :	68
3.2	Travaux scientifiques et état de l'art	70
3.2.1	La résilience socio-écologique	74
3.2.2	Synthèse des travaux de la résilience	74
3.3	Feedback sur les modèles d'évaluation de la qualité environnementale, confort et bien-être	76
3.3.1	L'étude de Liang, 2012	76
3.3.2	La démarche HQE2R	77
3.3.3	Le modèle INDI d'évaluation des quartiers ou des projets	77
3.3.4	L'étude de Solène Marry et al en 2010	79
3.3.5	L'étude de Jan Gehl	80
3.3.6	Policy Performance Index (PPI)	82
3.3.7	Le Système d'Evaluation Environnementale des Projets de Reconquête des Friches Urbaines SEEPFRU	83
3.3.8	Indice de Performance Environnementale Locale (IPEL)	84
3.4	Conception du référentiel de l'Evaluation Multi Critères (EMC)	85
3.4.1	Étape 01 : Détermination des dimensions	87
3.4.2	Étape 02 : Pondération des critères	88
3.4.3	Étape 03 : Détermination des indicateurs	89
3.4.4	Étape 04 : la notation	92
3.4.5	Étape 05 : la représentation graphique	97
	Conclusion du chapitre III	97
4	CHAPITRE IV : CAS D'ETUDE, DISPOSITIFS D'ENQUETE ET SIMULATIONS	99
	INTRODUCTION	99
4.1	Les dynamiques urbaines de la ville d'Alger : Contextes et transformations	100
4.1.1	Le Plan Stratégique du Développement d'Alger PSDA 2030	101
4.1.2	Le nouveau PDAU d'Alger	103
4.1.3	La zone verte :	104
4.1.4	Le pôle de régénération d'El-Harrach	104
4.1.5	Le Projet de la requalification d'Oued el Harrach	105
4.1.6	Justification du choix du contexte d'étude	107
4.2	Partie expérimentale	109
4.2.1	Présentation du dispositif méthodologique :	109
4.2.2	L'enquête Sociologique auprès des usagers	110

➤ L'échelle d'évaluation de 1 à 5.....	111
4.2.3 Phase de mesures sur terrain.....	113
4.2.4 Compagne de mesures sur le site	115
4.3 Phase de simulations numériques.....	120
4.3.1 Le logiciel Envi-Met	120
4.3.2 Validation du modèle ENVI-met.....	120
4.3.3 Les scénarios de simulation.....	122
4.4 Présentation des résultats de simulation.....	123
4.4.1 Résultats des simulations (variations de la température de l'air)	123
4.4.2 Résultats des simulations (variations de l'Humidité Relative).....	124
4.4.3 Discussion.....	126
Conclusion du chapitre IV.....	130
5 CHAPITRE V : RESULTATS, DISCUSSIONS ET EVALUATIONS.....	132
INTRODUCTION.....	132
5.1 Evaluation du critères confort olfactif.....	132
5.1.1 Qualité des odeurs	133
5.1.2 Evaluation de l'indicateur 'Prise en charge des nuisances olfactives'	133
5.2 Evaluation du critère du confort visuel	135
5.2.1 Evaluation de l'indicateur 'Sky View Factor' (SVF).....	136
5.3 Evaluation du critère 'confort thermique'	138
5.3.1 Evaluation de l'indicateur stratégie de refroidissement.....	138
5.3.2 L'Indicateur 'PMV'	139
5.3.3 Synthèse de l'évaluation de la dimension 'Conforts et environnement'	141
5.4 Evaluation Critère 'Paysages et biodiversité'	142
5.4.1 Appréciation de la qualité de la végétation	142
5.4.2 Trames Vertes et Bleues.....	143
5.5 Evaluation du critère 'Qualité des aménagements'	145
5.5.1 L'entretien du parc.....	145
5.5.2 Equipements.....	146
5.6 Evaluation du critère 'intégration au site'	148
5.6.1 Environnement immédiat	148
5.6.2 Evaluation de l'indicateur Mobilité et interconnexions.....	149
5.6.3 Synthèse de l'évaluation de la dimension II.....	150
5.7 Dimension III : Résilience et Intégration Sociale	151

5.7.1	Evaluation du critère Mixité Sociale.....	151
5.7.2	Evaluation du critère 'Responsabilité et justice environnementale'	155
5.7.3	Synthèse de l'évaluation de la dimension III 'Résilience et intégration sociale'	157
5.8	Evaluation de la dimension VI 'Résilience et Durabilité écologique'	158
5.8.1	Critère Mesures d'adaptations et d'atténuations.....	158
5.8.2	Evaluation du critère Management et Durabilité du Projet	161
5.8.3	Synthèse de l'évaluation de la dimension VI.....	164
5.9	Représentation graphique de l'évaluation Multi-Critères (EMC).....	165
5.9.1	Lecture combinée.....	166
	Conclusion du chapitre	167
6	Conclusion Générale	168
	BIBLIOGRAPHIE	173
	LISTE DES ANNEXES	179
	Annexe A Indice des atouts environnementaux	179
	Annexe A : IRE – Indice de la résilience environnementale.....	180
	Annexe A : IVE - Indice de vulnérabilité environnementale	181
	Annexe B : Les nouvelles structures prévues pour la révision du PDAU.....	182
	Annexe C : Questionnaire au public présent sur place (usagers) :	183
	Annexe D : Entretiens semi-directifs auprès des gestionnaires impliqués.....	185
	Annexe E : Variations des données météorologiques de la ville d'Alger pendant l'année 2019.....	187
	Annexe E	188
	Annexe F : Retour en images sur les principales mutations paysagères d'Oued El-harrach.	189
	Les principaux tronçons de la requalification Source : (Mohamed Srir, 2014)	189
	Annexe F : Retour en images sur les principales mutations paysagères d'Oued El-harrach.	190
	Annexe F : Retour en images sur les principales mutations paysagères d'Oued El-harrach.	191
	Annexe G : Article publié.....	194
	Annexe G : Article publié.....	195
	Annexe G : Article publié.....	196
	Annexe G : Article publié.....	197
	Annexe G : Article publié.....	198
	Annexe G : Article publié.....	199

Liste des figures

Figure 1. 1 Schéma des composantes d'un cours d'eau.....	15
Figure 1. 2 Domaines d'enjeux et objectifs à atteindre dans un espace paysager écologique. Source : (LARRAMENDY, 2014).....	16
Figure 1. 3 Apports de la végétation en présence d'un cours d'eau.....	17
Figure 1.4: Carte du parc paysager de l'Emscher.	19
Figure 1. 5 La trame verte de Lyon Source: Stéphanie biaggioni(2016)	21
Figure 1. 6 Différentes facettes de nature en ville sur le parcours de Rhone	21
Figure 1. 7 Elements de composition d'une TVB. Source: Hansen et al. 2017.	23
Figure 1. 8 Les services écosystémiques les plus rendus par les TVB Source : kathryn brown, 2019.	24
Figure 1. 9 Les services écosystémiques rendus par NBS en milieu urbain. Source (Bozovic et al., 2017)	25
Figure 1. 10 illustration d'un retour à la situation normale Source : Marie Toubin et al, 2012.	27
Figure 1. 11 Le concept de résilience au cœur des différentes disciplines. Source : Santens D., 2013	28
Figure 1. 12 Les liens entre changement climatique et système socio-écologique. Source (Eriksen et al., 2021).....	29
Figure 1. 13 Dispositifs de valorisation des territoires liés à l'eau.	32
Figure 1. 14 Secteurs des systèmes urbain pour une ville résiliente. Source (ARUP, 2015).....	34
Figure 1. 15 Analyse de la cohérence à Montréal. Source (Robert et al., 2017).....	35
Figure 1. 16 Le modèle de résilience urbaine 'OptiCits' adopté par la ville de Barcelone.....	36
Figure 2. 1 Hiérarchisation des besoins selon la pyramide de Maslow.....	41
Figure 2. 2 les microclimats adaptés aux services du bien-être des usagers.	42
Figure 2. 3 Conception du modèle de la qualité de vie.	43
Figure 2. 4 La qualité urbaine : dimensions analytiques. Source : A. Dacunha, 2015.....	44
Figure 2. 5 Photographies 'fish-eye' générées à partir de Google Street View (en haut), des limites d'horizon détectées (en bas) et des facteurs de vue du ciel respectifs pour quatre emplacements dans le monde. Source :(Middel et al., 2018).....	46
Figure 2. 6 les influences directes et indirectes sur le confort thermique dans les espaces extérieurs. Source : D. Lai et al, 2020.....	48
Figure 2. 7 Facteurs qui influencent le confort thermique des usagers. Source : (ASHRAE, 2017; Nicol et Humphreys, 2002)	49
Figure 2. 8 Zones de confort et inconfort Source : (Confort Thermique : Généralité - Energie Plus Le Site, n.d.).....	49
Figure 2. 9 Corrélations entre vitesse des vents, température et humidité relative. Source : Confort Thermique : Généralité - Energie Plus Le Site, n.d.)	51
Figure 2. 10 : valeurs de l'indice PMV aux degrés de confort. Source :Fiche Médico-professionnelle https://www.fmpresanse.fr/fiches-nuisance/detail/7798	52
Figure 2. 11 Structure et pluralité d'usage dans un espace extérieur. Source (Yeang, n.d.).....	54
Figure 2. 12 la corrélation des solutions afin d'améliorer la qualité de l'environnement urbain vécu. Source (Brown & Mijic, 2020).....	56

Figure 2. 13 Les interactions des services rendus par la végétation avec les constituants du bien-être. Source Mahdi. L (2014).	57
Figure 2. 14 Mécanismes d'interactions entre les plantes et les polluants. Source(LARRAMENDY, 2014)	59
Figure 2. 15 Mécanisme d'évapotranspiration par un arbre Source : Bruxelles Environnement (adapté VITO et WITTEVEEN+BOS 2020)	60
Figure 2. 16 impact des états de l'eau sur le microclimat. Source (Liagre, 2015).....	62
Figure 3. 1 Le cadre général de l'évaluation du confort thermique basé sur les aspects comportementaux. Source : Liang Chen, Edward Ng, 2012.....	76
Figure 3. 2 Répartition des thèmes d'évaluation du modèle INDI. Source :(Charlot-Valdieu 2004)	78
Figure 3. 3 Nuages des mots obtenus pour décrire une 'place confortable' et une 'place inconfortable' Source Marry et al (2010).....	79
Figure 3. 4 thématiques et indicateurs pour la méthode d'évaluation proposée. Source Solène M et al, 2010.....	80
Figure 3. 5 les sections de qualité proposés par Gehl. Source Jan Gehl, 2012.	81
Figure 3. 6 Thématiques et évaluations par le modèle PPI Source : (Jesinghaus 1999)	82
Figure 3. 7 Représentation générale de l'évaluation du projet en situation de conception avec le système DGNB software V2.0 Source R. Boudjadja (2021).	83
Figure 3. 8 Indice de Performance Environnementale Locale Source : Azzag et al (2014).....	84
Figure 3. 9 Résultats de l'évaluation des indicateurs de performances environnementales à Alger Source Azzag et al (2014).	85
Figure 3. 10 Organigramme des principales stations de la conception du référentiel d'évaluation.	86
Figure 3. 11 Représentation des quatre dimensions de l'Evaluation Multicritères (EMC).....	87
Figure 3. 12 Modèle de représentation graphique par le diagramme Radar.	97
Figure 4. 1 les orientations majeures du Plan Stratégique d'Alger 2030. Source : Rapport d'orientation 2011	101
Figure 4. 2 Répartition des projets structurants sur l'ensemble de la wilaya d'Alger Source : Source : Parc expo, 2011.....	102
Figure 4. 3 les ceintures et zones vertes prévue dans la révision du PDAU. Source : Rapport d'orientation de la révision du PDAU parc expo, 2011.	104
Figure 4. 4 Pôle de régénération urbaine d'El-harrachSource : Rapport d'orientation de la révision du PDAU, 2011	105
Figure 4. 5 Plan de situation du Parc de 'Prise d'eau'	106
Figure 4. 6 Position du cours d'eau au centre de la baie d'Alger. Source : Auteur, 2019.	106
Figure 4. 7 Images représentatives des variantes sur les deux berges. Source : auteur 2021.....	108
Figure 4. 8 Appareil de mesures multifonctions de type LM800.....	114
Figure 4. 9 L'objectif Fisheye EF 8-15 mm f/4L.....	114
Figure 4. 10 Site d'investigation + points de mesures sélectionnés.....	115
Figure 4. 11 Les variations paramètres (Température de l'air, la vitesse des vents et les taux de l'humidité relative) durant la phase de mesures.....	117
Figure 4. 12 Les variations du PMV du P1 à P8 mesurées sur site.....	118
Figure 4. 13 Corrélation entre PMV et le degré de végétation.....	119

Figure 4. 14 Graphe RMSE de comparaison des températures mesurées et simulées des points 1-8 selon (Yang et al., 2013).	121
Figure 4. 15 Les différentes configurations spatiales pour les scenarios de simulation.....	122
Figure 4. 16 Résultats des simulations des différents scénarios (variations de la température de l'air)	124
Figure 4. 17 Résultats des différents Scénarios de simulation (a, b et c) (variations de l'humidité relative).	125
Figure 4. 18 Histogramme de l'extension des variations de température dans les trois scénarios. 128	
Figure 4. 19 Alignement d'arbres de Peuplier Source (Peuplier (Populus), Arbre d'alignement : Plantation, Entretien, Culture, n.d.).....	129
Figure 5. 1 Taux de satisfaction envers les nuisances olfactives.	133
Figure 5. 2 Introduction du gel au niveau des pont d'Oued El-harrach Source : (Lazarova et al., 2013)	134
Figure 5. 3 variations de l'intensité des odeurs avec l'introduction du gel Source : Lazarova et al, 2013.....	135
Figure 5. 4 Les variations de SVF via photos Fish eye des points 1-8.....	136
Figure 5. 5 Corrélation entre T de surface et valeurs SVF.....	137
Figure 5. 6 Pourcentage de satisfaction en termes de confort visuel.....	138
Figure 5. 7 Corrélation entre le facteur SVF et PMV.	140
Figure 5. 8 Un aperçu de la variété de la végétation du parc de 'Prise d'eau' Source : Auteur, 2019	142
Figure 5. 9 Activités nautiques au niveau d'oued El-harrach durant les années 1950 Source : Archives de l'APC d'El-Harrach.	144
Figure 5. 10 Etats de l'entretien du parc	145
Figure 5. 11 Statistique de la perception de la qualité de l'entretien	145
Figure 5. 12 Constructions inachevées dans un environnement dégradé Source : Auteur, 2020... 148	
Figure 5. 13 Des friches industrielles délaissées autour du parc. Source : Auteur,2020.....	149
Figure 5. 14 Les principales servitudes du parc de 'Prise d'eau'	150
Figure 5. 15 Différentes catégories de population regagnent la forêt de 'Prise d'eau'	151
Figure 5. 16 Les différents pourcentages de fréquentation du lieu	152
Figure 5. 17 Répartition des pratiques recensées auprès des usagers.....	153
Figure 5. 18 Statistique du sentiment de sécurité.....	154
Figure 5. 19 Un aperçu des travaux d'assainissement à Oued el Harrach. Source : Auteur, 2019 158	
Figure 5. 20 Représentation graphique de l'Evaluation Multicritères (EMC).....	165

Liste des tableaux

Tableau 3. 1 Différents types de listes	70
Tableau 3. 2 les dimensions abordées par l'approche MONARES	73
Tableau 3. 3 Synthèse des cadres d'évaluation des travaux de résilience aux changements climatiques. Source : (Cardoso et al., 2020).....	75
Tableau 3. 4 Classement et objectifs des différentes dimensions	88
Tableau 3. 5 Tableau récapitulatif de la répartition des indicateurs et critères de chaque dimension	90
Tableau 3. 6 Mise en lumière de la méthode d'évaluation et la source de vérification pour chaque indicateur.....	94
Tableau 4. 1 déroulement phases du PSDA.	103
Tableau 4. 2 Présentation des points de mesures et leurs caractéristiques.....	116
Tableau 4. 3 Données et valeurs introduites pour le modèle ENVI-Met	121
Tableau 5. 1 Valeurs de l'indice PMV dans les 8 points de mesures.....	139
Tableau 5. 2 Synthèse de l'évaluation de la dimension 'Conforts et environnement'	141
Tableau 5. 3 Evaluation de la qualité d'équipements urbains du parc	146
Tableau 5. 4 Synthèse de l'évaluation de la dimension II.....	150
Tableau 5. 5 l'engagement pour l'entretien des espaces verts	156
Tableau 5. 6 Synthèse de l'évaluation de la dimension III 'Résilience et intégration sociale'	157
Tableau 5. 7 Vérification des étapes de Monitoring du projet d'Oued El-Harrach.....	163

Liste des acronymes et abréviations

TVB : Trames Vertes et Bleues
SCoT : Schéma de cohésion territoriale.
NBS: *Nature Based Solutions*
CRF : *City Resilience Framework*.
CRI : *City Resilience Index*
SVF *Sky View Factor*
Tmrt : Température Moyenne Radiante
PMV *Predicted Mean Vote*
PPD : *predicted percentage of dissatisfied*
PET : *Physiological Equivalent Temperature*
CDRF : *Community disaster resilience framework*
DROP : *disaster resilience of place*
PPI : *Policy Performance Index*
IPEL : Indice de Performance Environnementale Locale.
PDAU : Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme.
POS : Plan d'Occupation de Sol.
EMC : Evaluation Multicritères
AE : Indice des atouts environnementaux
IRE : Indice de la résilience environnementale
AHP (*Analytic Hierarchy Process*)
MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*)
PSDA : Plan Stratégique de Développement d'Alger
SEEPRFU : Système d'Evaluation Environnementale des Projets de Reconquête des
Friches Urbaines

Résumé

Les villes en constante évolution connaissent une croissance dynamique dans leurs tissus urbains. Les efforts actuels pour la modernisation de la ville se manifestent par des projets de réaménagement urbain visant à améliorer la qualité de vie des habitants tout en prenant en compte les défis sociaux et environnementaux. Ces défis mettent en évidence la nécessité de concilier les territoires vulnérables et de favoriser l'intégration des individus dans une perspective de résilience écologique et sociale

Dans ce sens, les opérations de requalification urbaine et environnementale offrent une opportunité de réduire les dysfonctionnements des territoires urbains, à l'image Oued El-Harrach à Alger, un site précédemment vulnérable aux problèmes environnementaux, considéré comme un lieu emblématique pour certains et une source de désagrément pour d'autres. A partir de cela, la wilaya d'Alger a engagé une importante opération de requalification de ce cours d'eau pour transformer cette zone. L'objectif principal de cette initiative est de créer une zone riveraine attractive, propre et valorisant le potentiel naturel de ce territoire. Un aménagement qui s'inscrit dans l'espace urbain visant de faire d'Alger une ville écologique, à travers le plan stratégique d'Alger 2030.

Cette recherche explore comment l'évaluation de différents aspects de la qualité environnementale dans ce site peut impacter le bien-être humain. Elle propose une évaluation multicritère qui prend en compte les critères et indicateurs influençant le confort et le bien-être des utilisateurs d'un espace public naturel (le parc de Prise d'eau), faisant partie d'une opération de requalification. En introduisant une triangulation d'outils d'investigation ; Des mesures in-situ pour les facteurs microclimatiques, une phase de simulation via le logiciel ENVI-Met 3.1, ainsi qu'une enquête auprès des utilisateurs du parc et les acteurs impliqués dans ce projet.

L'évaluation multidimensionnelle de cette recherche a identifié quatre dimensions, dix critères et 21 indicateurs qui caractérisent le bien-être des utilisateurs dans ce site. Les conclusions ont permis de soulever des points forts ainsi que des faiblesses enregistrées dans cette opération, et d'élaborer des recommandations pour des stratégies d'aménagement durables et résilientes.

Mots clés : Requalification urbaine, bien-être, évaluation multicritère, confort, résilience, cours d'eau.

Abstract

Cities in constant evolution are experiencing dynamic growth in their urban fabrics. Current efforts towards city modernization are manifested through urban redevelopment projects aimed at improving the quality of life of inhabitants while taking into account social and environmental challenges. These challenges highlight the need to reconcile vulnerable territories and promote the integration of individuals from an ecological and social resilience perspective.

In this sense, urban and environmental redevelopment operations offer an opportunity to reduce dysfunctions in urban territories, such as the case of Oued El-Harrach in Algiers, a previously vulnerable site to environmental problems, considered an emblematic place for some and a source of discomfort for others. From this, the Algerian authorities engaged in a significant redevelopment operation of this watercourse to transform this area. The main objective of this initiative is to create an attractive, clean riverfront area that enhances the natural potential of this territory. This redevelopment is part of the urban space aiming to make Algiers an ecological city through the Alger 2030 strategic plan.

This research explores how evaluating different aspects of environmental quality in this site can impact human well-being. It proposes a multicriteria evaluation that considers criteria and indicators influencing the comfort and well-being of users of a natural public space (the Prise d'eau park), as part of a redevelopment operation. By introducing a triangulation of investigation tools; in-situ measurements for microclimate factors, a simulation phase via the ENVI-Met 3.1 software, and a survey of park users and actors involved in this project.

The multidimensional evaluation of this research identified four dimensions, ten criteria, and 21 indicators that characterize the well-being of users in this site. The conclusions raised strengths as well as weaknesses recorded in this operation and developed recommendations for sustainable and resilient development strategies.

Keywords: Urban redevelopment, well-being, multicriteria evaluation, comfort, resilience, watercourse.

ملخص

تسهد المدن توسع مستمر ونموًا ديناميكيًا في أنسجتها الحضرية حيث تتجلى الجهود الحالية نحو تحديث المدينة من خلال مشاريع إعادة التطوير الحضري التي تهدف إلى تحسين جودة حياة السكان مع مراعاة التحديات الاجتماعية والبيئية. تبرز هذه التحديات الحاجة إلى التوفيق بين المجالات الهشة وتعزيز اندماج الأفراد من منظور المرونة الإيكولوجية والاجتماعية.

وفي هذا الصدد، توفر هذه العمليات إعادة التطوير البيئي وفرصة للحد من تدهور المجالات الحضرية، على غرار حالة وادي الحراش في الجزائر، الموقع الذي كان يعتبر سابقًا مصدر إزعاج لكثير من السكان لمشاكله البيئية كما أنه مكانًا رمزيًا للبعض الآخر. استنادًا إلى ذلك، قامت ولاية الجزائر بعملية إعادة تطوير كبيرة لهذا المجرى المائي لتحويل هذه المنطقة. والهدف الرئيسي من هذه المبادرة هو خلق منطقة جذابة ونظيفة وتعزيز الإمكانات الطبيعية لهذه المنطقة. هذه العملية تندرج في المساحة الحضرية التي تهدف إلى جعل الجزائر مدينة بيئية من خلال الخطة الاستراتيجية للجزائر 2030.

تستكشف هذه الدراسة كيفية تقييم جوانب مختلفة من جودة البيئة في هذا الموقع التي يمكن أن تؤثر على رفاهية الإنسان. وتقتترح تقييمًا متعدد للمعايير يأخذ في الاعتبار المعايير والمؤشرات التي تؤثر على الراحة ورفاهية مستخدمي المساحة العامة، الجوانب باستخدام ثلاثي أدوات: قياسات للعوامل المناخية واستطلاع للمستخدمين في الحديقة والجهات المعنية في هذا المشروع ثم مرحلة محاكاة عبر برنامج

Envi-met 3.1

تم تحديد أربعة أبعاد وعشرة معايير و 21 مؤشرًا تميز رفاهية المستخدمين في هذا الموقع من خلال التقييم المتعدد الأبعاد لهذا البحث ومكنت الاستنتاجات من الكشف عن النقاط القوية والضعف المسجلة في هذه العملية، وتقديم توصيات لاستراتيجيات التنمية المستدامة والمرونة.

الكلمات المفتاحية: إعادة تأهيل حضري، رفاهية، تقييم متعدد الأبعاد، راحة، مرونة، مجرى مائي.

Introduction générale

Face à l'augmentation de la population urbaine, la densification des tissus urbains et les pressions exercées sur la nature en ville, l'accent est mis sur de nouvelles priorités dans le contenu du projet d'aménagement : « urbanisme écologique » (Paquot, 2010), Il est crucial d'explorer de nouvelles approches pour repenser les territoires et proposer des solutions novatrices, de rétablir les écosystèmes qui sont en déclin où vulnérables et notamment tirer profit des services rendus par ces derniers, en offrant une nouvelle perspective d'analyse en ce qui concerne les territoires et leur développement.

Les opérations de requalifications urbaine et environnementales pourraient constituer une véritable occasion permettant au territoire de remédier aux différents dysfonctionnements dont il souffre. L'évolution de la ville, de ses rythmes, la transformation de ses territoires et de leurs usages nous invitent à repenser les enjeux et les intérêts de la requalification des territoires tant dans leur valeur environnementale, esthétique que fonctionnelle.

Dans cette optique, Les opérations de requalification des cours d'eau visent à instaurer de nouveaux microclimats et paradigmes sociaux, de revalorisation d'espaces délaissés (les berges), et impliquent de nouvelles formes d'usage efficaces et rationnelles de l'ensemble des ressources (énergie, eau, déchets, végétations.), tout en respectant les régulations naturelles (climat, écosystèmes), et en augmentant la résilience de ces territoires et leurs usagers, chose qui permet d'instaurer une meilleure qualité environnementale qui permet d'améliorer leurs conditions de confort et bien-être.

Aborder cette notion de 'qualité environnementale' proposée par les interventions urbaines aux différentes échelles, notamment au niveau des espaces publics extérieurs, nous amène à décortiquer les modèles et dispositifs de son évaluation. Elle peut être mesurée physiquement à travers divers paramètres (microclimats, dynamiques spatiotemporelles de la pollution urbaine et des ambiances thermiques et visuelles, indices de végétalisation etc.). Elle peut être également reliée aux perceptions corporelles immédiates (sensations de confort ou d'inconfort thermique, gêne respiratoire, sensibilité aux ambiances acoustiques, etc. ...) et aux appréciations plus globales des habitants de leur environnement (le sentiment de risque ou de sécurité, de stress ou d'apaisement, l'esthétique, la hiérarchie des nuisances et des aménités, etc.).

En plus des critères physiques mesurables et de l'évaluation des perceptions sensibles qui leurs sont associées, cette contribution se veut pour explorer sous quelles modalités l'évaluation d'autres aspects de la 'qualité environnementale' peuvent impacter le bien-être humain, non seulement le degré de confort et ses implications pour les habitants, mais aussi les visions et les stratégies adoptées par les décideurs de la ville afin d'apporter des solutions innovatrices, durables et notamment résilientes sur les deux plans écologique et social. C'est dans cette optique que s'inscrit cette recherche : il s'agit de proposer une évaluation multicritère, qui prend en considération des critères et indicateurs impactant le confort et bien-être des usagers d'un espace public naturel (le parc de Prise d'eau), un site marqué auparavant par ses particularités urbaines et fragilités environnementales, faisant partie d'une large opération de requalification d'Oued El-Harrach à Alger, et l'un des projets structurant du Plan Stratégique d'Alger 2030.

Positionnement de la thématique de recherche

Comme le témoignent plusieurs recherches (Karimi, 2021), (Marry et al., n.d.), (Hadji, 2013) la complexité de l'approche de l'évaluation des projets urbains est de cerner de façon exhaustive les différentes facettes du sujet, qui varient selon les enjeux, les objectifs les caractéristiques de chaque projet. Comme exemple, la recherche menée par (Boudjadja, 2021) a adopté une méthodologie d'évaluation environnementale spécifique adaptée au contexte local, mettant en valeur les interrelations du projet de la reconquête des friches industrielles pour le quartier de Ruisseau à Alger dans une optique de développement urbain soutenable pouvant apporter un support d'aide à la décision pour les décideurs de la ville d'Alger.

Toutefois, cette évaluation à caractère multicritère place notre sujet au carrefour de plusieurs thématiques, qui sont conjugués suivant deux principaux concepts : celui du '*confort et bien-être*' et de la '*Résilience écologique et sociale*'

Cette évaluation tend vers une représentation multidimensionnelle qui pourrait caractériser le bien-être de l'usager lors d'une opération de requalification urbaine, En essayant de décortiquer des corrélations entre les caractéristiques de la mosaïque d'un nouveau paysage urbain, et de ses diverses parties, qui affectent le confort et le bien-être humains (Douglas, 2012). D'où quatre dimensions sont déclinées :

1. Dimension de Confort et environnement (les interrelations entre paramètres microclimatiques et leurs impacts sur le confort thermique, visuel...etc). Dans ce sens, une recherche récente par Louafi *et al* (2013) démontre que la variété des caractéristiques d'un espace public (degrés de végétation, surfaces minérale, Profils des arbres...etc) impacte différemment la qualité de la perception des ambiances thermiques et visuelles des usagers.
2. Dimension Paysagère : les degrés d'intégration de végétation et d'appréciation de la composition urbaine et paysagère du site, les continuités paysagères de trames vertes et bleues (TVB). Différentes disciplines s'intéressent de plus en plus aux bénéfices tirés de cette composition d'éléments naturels, connus communément dans le discours de l'urbanisme vert par les 'Services écosystémiques' (Gómez-Baggethun et al. 2013, Haase et al. 2014). Entre autres, un travail de recherche récent mené par (Andersson et al., 2019) a démontré que les réseaux de de Trames Vertes et Bleues (TVB) offrent une multitude d'avantages différents aux humains et à la faune. Sa présence peut améliorer la qualité de l'air, de l'eau et le stockage du carbone ; améliorer la régulation des crues et de la température de l'air, réduire le bruit, contribue à la protection des ressources de biodiversité et de valeur d'agrément. Tous ces avantages contribuent à l'amélioration du bien-être humain et les écosystèmes en milieu urbain
3. Dimension de Résilience écologique : les critères de cette dimension étudient la prise en compte des contraintes techniques et réglementaires propres au territoire dans lequel s'inscrit le projet, ; en abordant les aspects de modèle de management et monitoring durable, par le biais de mesures d'une gestion efficiente, ce qui permet d'améliorer le rendement des infrastructures techniques, ainsi que le bien-être et la santé (Zuniga-Teran et al., 2017)
4. Dimension de résilience et intégration sociale : Les critères de cette dimension permettent d'évaluer l'intégration et la résilience des usagers dans son volet social. Il existe cependant de nombreuses références (tirées de la littérature sur la « justice environnementale » en particulier) expliquant que ces infrastructures mal planifiées peuvent conduire à une plus grande inégalité sociale, (Wolch et coll., 2014; Abercrombie et coll., 2008; Byrne, 2012). Si nous considérons l'infrastructure verte comme un élément essentiel d'une stratégie de résilience urbaine plus large, une

évaluation critique des implications de la résilience sur le bien-être et l'intégration sociale doit s'appliquer à toute intervention planifiée.

Cette évaluation qui ne se voulait pas aussi exhaustive, mais cet aspect se révèle nécessaire devant la multiplicité des facteurs et les enjeux affichés, ce qui met en place les indicateurs les plus représentatifs et significatifs pour le confort et le bien-être humain selon les quatre dimensions à savoir : (la dimension du confort et environnement, dimension urbaine et paysagère, dimension de résilience sociale et la dimension de résilience écologique).

Le mythique Oued El-Harrach, un lieu de repère pour certains et une source de désagrément pour beaucoup d'autres, ayant subi une transformation majeure. Cette opération d'envergure vise à requalifier les berges de l'oued pour créer une nouvelle centralité au cœur de la baie d'Alger. Elle a pour objectifs de créer une zone riveraine attrayante, de mettre en valeur les ressources en eau du territoire, de purifier le paysage pollué, de permettre la réutilisation de l'eau pour les espaces verts, entre autres. En somme, cet aménagement s'inscrit dans la stratégie de développement urbain d'Alger visant à faire de la ville une cité plus respectueuse de l'environnement (images en Annexe B)

I. Problématique :

Oued El-Harrach, un site auparavant caractérisé par une vulnérabilité aux problèmes environnementaux : niveaux élevés de risques d'inondations, source de pollution et mauvaise qualité de l'eau, berges dénaturées, manque de développement et d'aménagement de la zone côtière, qui est devenue peu accessible et moins attractive.

La pollution de l'eau est également une préoccupation majeure dans la région. Les eaux usées des industries et des zones résidentielles sont souvent déversées dans la rivière Oued El Harrach, ce qui entraîne une contamination de l'eau. Cette pollution affecte la qualité de l'eau potable disponible pour les habitants de la région, ce qui a engendré une dégradation du cadre de vie est également une préoccupation majeure dans la région.

Les déchets produits par les industries et les zones résidentielles ne sont pas correctement éliminés, ce qui entraîne une accumulation de déchets et une détérioration du paysage. Les infrastructures de la région sont souvent mal entretenues, ce qui peut causer des problèmes tels que des inondations en cas de fortes pluies.

En somme, la problématique d'Oued El Harrach à Alger est complexe et multifacette, touchant à des enjeux environnementaux, sociaux et économiques. Il est nécessaire de mettre en place des mesures concrètes pour améliorer la situation de la région et assurer un environnement sain et durable pour ses habitants.

A cet effet, la ville d'Alger a engagé une opération structurante et un investissement lourd qui s'opèrent au niveau d'un territoire à caractéristiques urbaines et environnementales spécifiques (Oued El-Harrach), d'où plusieurs questionnements surgissent au profit de modalités de la qualité environnementale et notamment la durabilité et la résilience de ses aménagements. La recherche de solutions innovatrices pour les territoires en difficulté, vise à proposer des espaces de qualité, maîtrisés dans leurs incidences environnementales et sociales, accessibles à tous les citoyens, et notamment résilients.

A partir de la discussion des dimensions que nous venons d'évoquer, pour concevoir un environnement extérieur thermiquement confortable en prenant en compte les différentes dimensions mentionnées, les concepteurs ont besoin d'outils fiables pour prédire correctement la distribution des paramètres physiques de confort tels que la température de surface, le rayonnement solaire, la vitesse et la température de l'air et l'humidité (Athamena, 2013). Pour ce faire, plusieurs recherches cherchent à établir des relations entre les paramètres mesurables et matériels de la qualité environnementale des aménagements urbains, tels que la végétation urbaine, le bruit ou le calme, les odeurs gênantes, le confort thermique, etc.) résultats d'un nouveau référentiel contextualisé autour des questions environnementales, autant chez les professionnels que chez les habitants. Quelle évaluation peut être envisagée ?

- Dans quelle optique de valorisation des cours d'eau urbains en combinaison avec la végétation est mise en exergue par les acteurs de l'aménagement urbain afin d'offrir des microclimats adaptés, et apporter des solutions pour de meilleures conditions de confort et bien-être pour ses usagers ?
- À ce stade, et en terme de durabilité malgré sa visée environnementale, est ce qu'il s'agit d'une opération d'aménagement ponctuelle ? est-elle inscrite au préalable dans une optique de résilience urbaine où écologique ?

- Face à la complexité des systèmes urbains, Y'a-t-il des liens qui se tissent entre transition écologique d'un territoire et une résilience sociale de ses usagers ? Quels sont les solutions opératoires face aux défis sociaux et environnementaux ?
- Une dernière question s'est intéressée à la contribution d'une évaluation multicritère à mettre en valeur l'ensemble de critères et indicateurs positifs comme négatifs traitant les différentes dimensions principales de notre sujet.

II. Hypothèses

Cette recherche s'appuie sur deux hypothèses comme suit :

1. Comme première hypothèse, nous supposons qu'une bonne conjugaison des composantes naturelles offertes par le site (cours d'eaux et végétation), à travers une stratégie climatique adaptée peut améliorer significativement les conditions microclimatiques qui impactent positivement la dimension du confort et le bien-être des usagers.
2. La deuxième hypothèse stipule que la réussite d'une opération de requalification urbaine du cours d'eau, pourrait amener au-delà de son rôle structurant d'infrastructure paysagère, mais aussi à prévenir le territoire et à augmenter sa résilience sociale et écologique.

III. Objectifs

L'objectif cette recherche se voulait pour une évaluation multicritère selon les quatre dimensions discutées précédemment, qui couvre aussi bien les aspects objectifs (critères mesurables) que subjectifs (relatifs aux représentations), en s'appuyant sur une diversité de moyens d'enquête, y compris un rapprochement auprès des acteurs et usagers en vue de cerner et caractériser les conditions de confort et bien-être, la diversité des usages et l'appréciation de la qualité des espaces offerts. Les principaux objectifs sont les suivants :

- ✓ Montrer comment ces aménagements paysagers sont mis au service de l'aménagement urbain. Tout en vérifiant leurs valeurs ajoutées, les mutations écologiques attendues et soulignées pour cette opération de requalification

environnementale : le microclimat, la biodiversité, durabilité des aménagements...etc.

- ✓ Interroger les enjeux et effets des politiques et opérations de requalification environnementale dans les territoires urbains, interventions visant à corriger des nuisances ou à développer des aménités dans une optique de résilience écologique et sociale
- ✓ Enfin, le dernier objectif est de corréler et évaluer les résultats obtenus dans les différentes étapes précédentes à une approche d'évaluation Multicritères appropriée au contexte d'étude.

Ce qui permet de cerner les différentes facettes qui couvrent le sujet ; le concept de résilience, la gestion des espaces verts, l'organisation, la réglementation...etc., afin de *décliner non seulement la réalité d'un état de fait*, d'une posture existante, mais aussi les *différentes pratiques* recensées des usagers, leurs révélations envers ce territoire en mutations en termes de perceptions et de jugement des points positifs comme négatifs qui nuisent à leurs états de confort et bien-être.

IV. Méthodologie de recherche

La méthodologie de travail envisagée pour cette recherche est comme suit :

- ✓ Une première partie se renvoie pour le corpus théorique et un examen approfondi des connaissances existantes, situant ainsi cette étude dans le champ scientifique des relations entre les villes et les cours d'eau, ainsi que dans le contexte de la requalification des cours d'eau urbains, de cerner les contours étymologiques et sémantiques de notre objet de recherche et d'appréhender leurs différentes corrélations avec les notions du confort et bien-être humain liées au sujet à cette échelle.
- ✓ Une deuxième partie, qui couvre le volet empirique de cette recherche, en introduisant une variété d'outils d'investigation sur terrain, qui s'explique à travers la multiplicité d'aspects et de critères de cette évaluation

Travail de terrain :

- Une partie expérimentale de mesures in-situ a été mise en place, où les paramètres microclimatiques ont été mesurés ; taux d'humidité relative, températures, vitesse des vents...etc.) suivant un parcours présentant différentes caractéristiques.
- Phase simulation :
Pour la simulation, le logiciel utilisé est ENVI-Met 3.1 qui est un modèle holistique tridimensionnel non hydrostatique, qui se veut pour la simulation des interactions surface-plante-air.
- Une enquête auprès des usagers traitant une évaluation du vécu, de l'aperçu du confort et du bien-être de différentes catégories enquêtées.

V. Structure de la thèse

Chapitre I : La requalification environnementale des cours d'eau : un levier d'action vers une résilience écologique et sociale.

Afin d'asseoir la notion et le contexte de la 'requalification', en revenant aux définitions, les différentes approches liées, des exemples internationaux...etc. suivie d'une évaluation de la résilience urbaine et aussi la résilience sociale, un concept qui acquiert une importance de premier rang en ce qui concerne la durabilité des territoires et aussi pour notre évaluation.

Chapitre II : Requalification environnementale ; confort et bien-être en question

Toujours dans un corpus théorique, durant ce chapitre, l'objectif est de décortiquer et de proposer des paramètres scientifiquement fiables et valides qui mettent en relation les notions du 'confort' et du 'bien être' au cœur de l'évaluation de la qualité environnementale, qui n'est que le résultat d'une connaissance approfondie et une bonne maîtrise des paramètres qui définissent les deux notions. Ce chapitre est consacré à décortiquer les interactions entre la composante végétale et son impact sur les paramètres subjectifs et objectifs du confort dans les espaces extérieurs à savoir : le confort thermique, olfactif et visuel par le biais de la définition des paramètres de ces derniers.

Chapitre III : Conception du référentiel d'évaluation

Ce chapitre, consacré à la démarche méthodologique employée pour le travail de terrain de notre cas d'étude. Une lecture et examen des différentes méthodes exploratoires et d'évaluations sont proposés et résumés dans ce sens.

Notre dispositif méthodologique est basé essentiellement sur l'évaluation des critères et indicateurs fixés pour notre sujet, à laquelle s'ajoutent d'autres techniques d'enquêtes :

Questionnaires, entretiens et observations. Cette conjugaison de techniques complémentaires nous permettra d'appréhender les notions complexes, les pratiques et les discours de l'ensemble des acteurs impliqués qui sont aussi bien : (des institutionnels, administratifs, habitants et usagers).

Chapitre VI ; Contraintes et potentialités (Application) :

Ce chapitre a été consacré à « la présentation du cas d'étude ». La ville d'Alger et précisément le fameux 'Oued El-Harrach' a été choisi comme contexte d'étude. Les dispositifs d'enquête introduits ainsi que la phase des simulations

Chapitre V : Résultats, et évaluation :

Dans ce chapitre, qui est consacré à la lecture et l'analyse des données recueillies lors de notre enquête, une discussion et interprétation les résultats obtenus à partir des différentes phases d'évaluations,

- Lecture et interprétation des résultats de la phase de simulation achevée
- Lecture et analyse des *questionnaires* auprès des habitants et des entretiens auprès des acteurs impliqués dans notre sujet (phase terminée).
- Les résultats obtenus lors de l'enquête menée dans ses différentes parties, nous permettront de confirmer ou infirmer nos hypothèses fixées précédemment.

Et pour la fin une conclusion générale, qui met en lumière les principaux résultats obtenus à partir des différentes phases de cette recherche, qui constitue une plate-forme pour des recommandations futures pour contribuer à de meilleures postures de confort et bien-être.

1 CHAPITRE I : LA REQUALIFICATION ENVIRONNEMENTALE DES COURS D'EAU : UN LEVIER D'ACTION VERS UNE RESILIENCE ECOLOGIQUE ET SOCIALE.

INTRODUCTION

Les tissus urbains des métropoles connaissent une forte dynamique urbaine. Le contexte actuel de la fabrique de la ville moderne, à l'image des différentes interventions de requalifications urbaines qui tentent d'offrir les meilleures solutions pour la promotion de l'environnement et la qualité du cadre de vie des citoyens, Ce dernier est confronté incessamment aux différents défis sociaux et écologiques, qui mettent la question de la réconciliation des territoires vulnérables et l'intégration des individus dans une optique de transition durable et résiliente.

Comme point de départ, la première partie de ce chapitre présente les contours épistémologiques des opérations de requalification environnementales à travers les définitions des différents types de requalifications environnementales, à savoir la renaturation et plus précisément au niveau des cours d'eau, en dressant un profil détaillé de cette composante du paysage urbain.

Dans un second temps, nous abordons la composition 'Eau-végétal' par le biais des Trames Vertes et Bleues (TVB) et les services écosystémiques rendus par ce binôme en milieu urbain, cette étape a pour objectif de faire sortir les critères d'évaluation marquant le paysage urbain.

En troisième lieu, le concept 'Résilience' qui caractérise de plus en plus les discours et les orientations des opérations d'aménagement de grande envergure, cette étape est d'importance capitale, puisqu'elle permet d'appréhender des éléments de réponses non seulement fonctionnelles ou techniques, mais de cerner également les vulnérabilités environnementales, sociales et territoriales pour cette catégorie d'espaces.

1.1 La requalification environnementale et les champs d'application

Plusieurs métropoles à travers le monde s'orientent vers une forme d'urbanisme marqué par les notions de 'ville durable' en liaisons avec la promotion du cadre de vie, de nature en ville, d'identité territoriale et de mixité sociale. Dans ce sens, les polarités urbaines au site originel en relation avec l'eau se présentent comme un champs propice d'expérimentations

d'application pour des projets urbains d'envergure, dont nous proposons une analyse sous l'angle de la 'requalification urbaine'.

1.1.1 La requalification : définitions et consensus

Dans un sens plus large, la requalification est un mode d'urbanisation qui ouvre des opportunités de développement ou redéveloppement d'un territoire sur lui-même. Où le changement de vocation d'un lieu ou de son fonctionnement s'effectue en changeant sa forme ou ses activités, afin de revaloriser des délaissés urbains, des terrains vagues, des friches industrielles ou de maintes emprises au sol au niveau d'un quartier ou d'une proportion de la ville.

1.1.2 La requalification urbaine

D'autre part, La requalification urbaine au niveau des villes consiste à modifier des caractéristiques physiques de l'environnement afin de lui donner de nouvelles fonctions. Généralement, il s'agit de projets de construction qui facilitent la consolidation du milieu visé, la création de nouveaux espaces publics, y compris l'ouverture de nouvelles voiries, et la diversification des activités.

Selon (A. Dacunha, 2015) Aujourd'hui, le concept de requalification urbaine est fortement ancré dans les politiques publiques en termes d'enjeux et objectifs, de textes législatifs et de dispositifs opérationnels, et soulève de nombreuses questions liées aux grandes orientations du développement durable ; résilience et intégration sociales des populations, développement économique, valorisation des cadres bâtis et des formes urbaines, requalification des espaces publics et privés à différentes échelles (quartier, ville, agglomération) par le biais de diversification des fonctions urbaines économiques, sociales et écologiques nécessaires.

La notion de requalification urbaine peut être considérée comme un outil stratégique et opérationnel des objectifs du développement urbain durable, par l'introduction d'une approche intégrée des projets, non seulement pour la dimension du cadre bâti, mais également le développement social et la protection de l'environnement qui doivent être considérés en même degré d'importance que la requalification de la forme urbaine ou architecturale (Abdessamad, 2017).

1.1.3 La reconquête des cours d'eau

L'eau existe depuis l'avènement des villes. Or sa position est souvent centrale à leurs naissances, et son utilisation comme ressource naturelle pour l'alimentation,

l'assainissement, le transport, ou l'industrie lui confère un aspect crucial pour répondre aux besoins et aux fonctions de la ville.

Selon les propos de Lechner en 2006, les verbes tels que "se réapproprier", "rétablir", "reconquérir" ou encore "retrouver" sont des termes riches et variés qui expriment une volonté de rétablir une relation physique entre la ville et le fleuve. Ces initiatives ont pour objectif de rétablir les connexions et de réattribuer une fonction urbaine à des zones qui ont longtemps été négligées, et qui sont désormais considérées comme des atouts essentiels dans le processus de revitalisation urbaine. Les termes tels que "aménager les rives pour qu'elles soient accessibles", "intégrer les rives dans le tissu urbain", "orienter la ville vers son fleuve" ou encore "recentrer le fleuve au cœur de la ville" sont utilisés par les acteurs urbains pour exprimer ces idées.

La requalification des cours d'eau est l'une des actions essentielles du développement urbain durable, qui constitue souvent une mesure de revitalisation pour des territoires en déclin ou souffrant de divers problèmes urbains. En réalité, la rénovation des espaces fluviaux n'est pas un concept nouveau. Aux États-Unis, la question de la reconquête des "*waterfronts*" a été soulevée dans les années 1960, lorsque des villes portuaires comme Baltimore et Boston ont entrepris la réhabilitation de ces zones fluviales et côtières abandonnées par l'industrie et les activités portuaires (Gravari-Barbas, 1998). Cette initiative a marqué le début d'un mouvement de réaménagement des espaces fluviaux dans le cadre d'une approche plus globale du développement urbain durable. Puis la réflexion sur les espaces fluviaux a été intégrée aux réflexions des urbanistes à partir des années 1970, et de nombreuses villes européennes, telles que, Londres, Amsterdam, Liverpool, Rotterdam Gênes, Bilbao et Barcelone, ont commencé à se tourner à nouveau vers leurs cours d'eau (Bonin, 2007).

Cependant, cette reconquête des sites industriels s'est développée au cœur des villes, impulsant une requalification des sites. Notamment par des réaménagements des voies de circulations, des parcs urbains où des jardins de proximité plantés et accessible aux piétons. Actuellement, il y a un intérêt croissant de la part des acteurs urbains pour les questions relatives aux relations entre les villes et la rénovation des cours d'eau urbains. Ce phénomène s'est tellement généralisé que presque toutes les villes situées au bord de l'eau, qu'elles soient portuaires ou non, ont entamé un processus de revitalisation et de réaménagement de leurs berges.

A l'heure actuelle, les questions des relations entre villes et réaménagement des cours d'eau urbains connaissent un engouement de la part des acteurs de la ville. Le fait s'est répandue à un tel point que presque toutes les villes riveraines, qu'elles soient portuaires ou non, ont entrepris des démarches de revitalisation et de réaménagement de leurs rives.

La revitalisation des berges des cours d'eau urbains est devenue populaire auprès des acteurs de la ville. Le cours d'eau est considéré Selon Lechner (2006) comme un élément de mémoire du lieu qui peut être réinventé pour répondre aux aspirations et nécessités actuelles, tout en améliorant le cadre de vie des citadins. Les cours d'eau peuvent faciliter l'appréhension d'un territoire plus large et servir d'élément structurant de projets d'aménagement à une échelle plus vaste» Autrement vu, le courant anglophone considère les cours d'eau en milieu urbain en combinaison avec la végétation, comme des infrastructures importantes pour la régulation et l'adaptation aux changements climatiques(Brown & Mijic, 2020).

1.2 Les cours d'eaux : des systèmes complexes au centre de la requalification urbaine.

Dans un processus de requalification urbaine, les berges des cours d'eaux sont souvent ciblées pour une reconversion en espaces publics et naturels. Cette transformation permet de révéler et d'exploiter les espaces délaissés pour améliorer le cadre de vie des citoyens. Les berges des cours d'eaux offrent un potentiel important pour les infrastructures vertes, qui peuvent servir de dispositifs de régulation et d'adaptation face aux changements climatiques. Enfin, il est possible de connecter les cours d'eau en réseau, ce qui permet de mieux appréhender un territoire étendu et de les intégrer en tant qu'élément structurant dans des projets d'aménagement à plus grande échelle.

Traditionnellement, l'aménagement des berges était principalement axé sur l'enrochement. Cependant, ces dernières années, l'accent mis sur l'intégration des solutions d'aménagement dans leur environnement a conduit les professionnels à proposer des approches de plus en plus axées sur la végétalisation.

Localement, selon le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU), les cours d'eau sont des "zones tampons" qui jouent un rôle crucial dans le processus de requalification et de valorisation du paysage en tant que couloirs écologiques structurants. L'Oued El-Harrach est considéré comme un axe important dans la requalification du territoire de la

Wilaya d'Alger, en raison de sa position géographique permettant de valoriser les quartiers urbains adjacents (Wilaya d'Alger, 2010).

1.2.1 Profil des berges

Les berges ou rives sont la frontière entre le milieu aquatique et terrestre, sujettes à des phénomènes naturels tels que l'érosion. La végétation ripisylve est importante pour stabiliser les berges. Jusqu'à récemment, leur aménagement ne prenait pas en compte leur valeur écologique ou paysagère. Aujourd'hui, la préoccupation environnementale et la nécessité de maintenir la continuité biologique ont conduit les professionnels à trouver des solutions innovantes pour l'aménagement des berges.

Les profils des berges des cours d'eau peuvent varier considérablement en fonction de nombreux facteurs tels que la topographie, la géologie, la largeur du cours d'eau, les niveaux d'eau, les marées, la végétation et l'usage humain (voir figure 1.1). On peut classer les berges de cours d'eau en quatre catégories principales :

- Les berges en pente douce : caractérisées par une pente douce et une végétation dense. Elles offrent des habitats pour la faune et la flore, mais peuvent être vulnérables à l'érosion.
- Les berges en pente abrupte : ces berges ont une pente abrupte et sont souvent rocheuses ou sablonneuses. Elles peuvent offrir des habitats pour les espèces marines, mais peuvent être difficiles à utiliser pour les activités humaines.
- Les berges aménagées : ces berges ont été aménagées par l'homme pour des activités récréatives ou industrielles. Elles peuvent comprendre des quais, des promenades, des parcs, des restaurants, des installations portuaires, etc.
- Les berges artificielles : ces berges sont construites par l'homme et peuvent être en béton, en pierre, en bois, en acier, etc. Elles peuvent être utilisées pour les activités récréatives ou industrielles et peuvent être plus résistantes à l'érosion que les berges naturelles.

La compréhension des profils de berges est importante pour les urbanistes et les décideurs afin de planifier efficacement la requalification des berges des cours d'eau et de promouvoir leur utilisation durable tout en préservant la biodiversité.

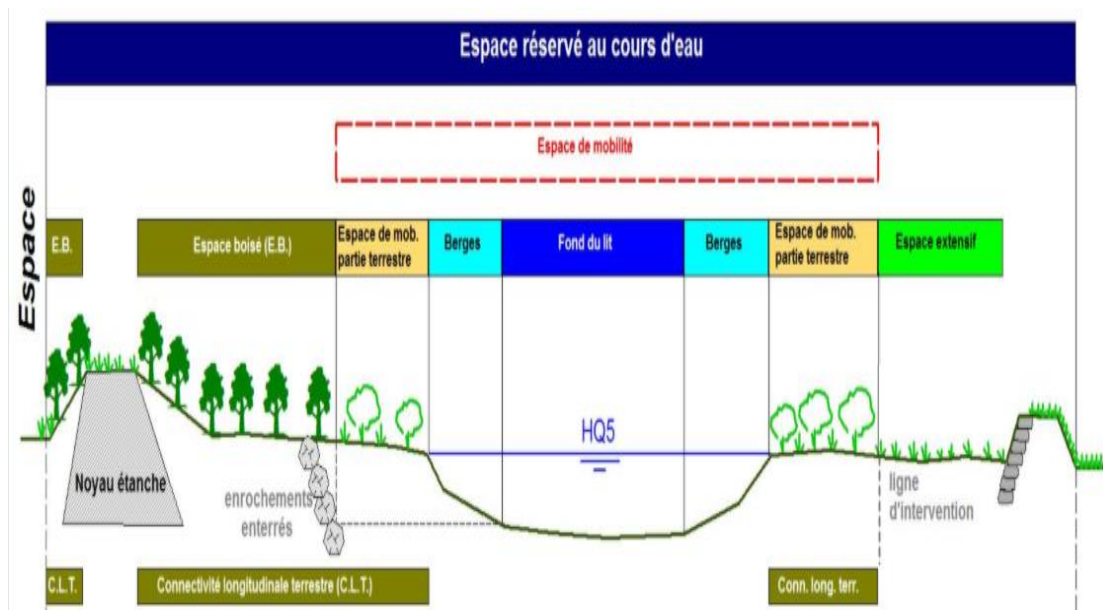


Figure 1. 1 Schéma des composantes d'un cours d'eau.

Les travaux de restauration sont inscrits dans des plans de gestions et se résument dans les opérations suivantes :

- Restauration connectivité longitudinale et écoulement ou restauration continuité : arasement d'ouvrage (barrage, seuil), mise en place de dispositif de franchissement (passe à poisson, rivière de contournement)
- Augmentation stabilité des berges : fascines, abattage peupliers, retrait des protection inadéquates (tôles, béton...)
- Implantation ripisylve
- Diversification des habitats aquatiques (diversifier les vitesses, les substrats): décolmatage, recharge granulométrique...
- Protection : pose de clôture et d'abreuvoir pour limiter le piétinement
- Mise en place de dispositif de franchissement et d'accessibilité : permettre le passage des hommes et des bêtes sans impacter les cours d'eau
- Sensibilisation du public.

1.2.2 Les cours d'eau...un espace paysager

Parmi l'éventail de solutions face au déclin des tissus urbains dégradés ou non fonctionnels, est le retour à l'introduction de la composante naturelle qui offre aussi un bon nombre de services : sociétaux, environnementaux et économiques (Mullaney, 2015).

Le terme "espace public paysager" englobe les endroits publics ou privés où la végétation est présente et qui sont utilisés collectivement, à l'image des jardins publics, les promenades

le long des rivières, les cimetières, les bois et les espaces naturels aménagés. Il est donc essentiel que la conception de ces espaces paysagers soit réussie, car ils constituent une structure végétale partagée collectivement par les citoyens et contribuent à l'identité de la ville. Ces espaces publics paysagers doivent également répondre à un certain nombre d'enjeux résumés dans la (figure 1.2)

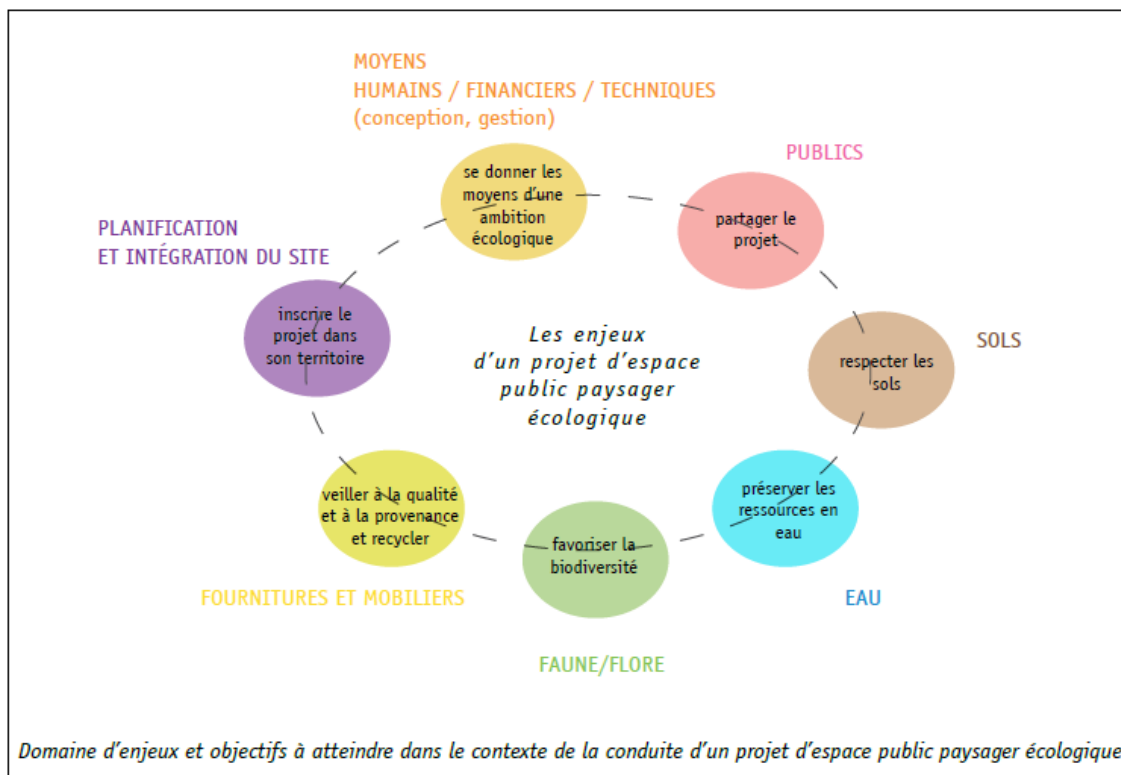


Figure 1. 2 Domaines d'enjeux et objectifs à atteindre dans un espace paysager écologique. Source : (LARRAMENDY, 2014)

1.2.3 Fonctions et bienfaits de la requalification des berges

Au fil du temps, l'utilisation des berges a évolué en différentes phases. À la Renaissance, elles étaient principalement utilisées pour le transport de marchandises, avec de nombreux ports situés le long des rives. Les cours d'eau étaient également utilisés pour transporter de passagers.

La requalification des berges peut offrir de nombreux bienfaits et fonctionnalités. Tout d'abord, elle permet de restaurer des espaces naturels dégradés ou sous-exploités, en réintroduisant une végétation adaptée et en créant des habitats pour la faune et la flore locales. Cela peut aider à améliorer la qualité de l'eau, la biodiversité et la résilience écologique de la région.

De plus, la revitalisation des rives peut améliorer la qualité de vie des citoyens en leur offrant un accès à des espaces verts et à la nature en milieu urbain. Ces rives peuvent être transformées en lieux de loisirs, de détente, de sport et de culture pour les résidents, en proposant des sentiers de promenade, des pistes cyclables, des aires de pique-nique, des terrains de jeux, des espaces événementiels, et bien plus encore.

En outre, les rives réaménagées peuvent jouer un rôle crucial dans la gestion des risques naturels tels que les inondations, en créant des zones d'expansion pour les crues et en permettant une meilleure régulation des débits des cours d'eau. Elles peuvent également contribuer à atténuer l'effet des îlots de chaleur urbains en créant des zones ombragées et rafraîchissantes pendant les mois d'été (voir figure 1.3). Enfin, la réhabilitation des rives peut stimuler l'économie régionale en favorisant le tourisme et en encourageant le développement de nouvelles activités économiques telles que l'agriculture urbaine, les sports nautiques et la restauration.

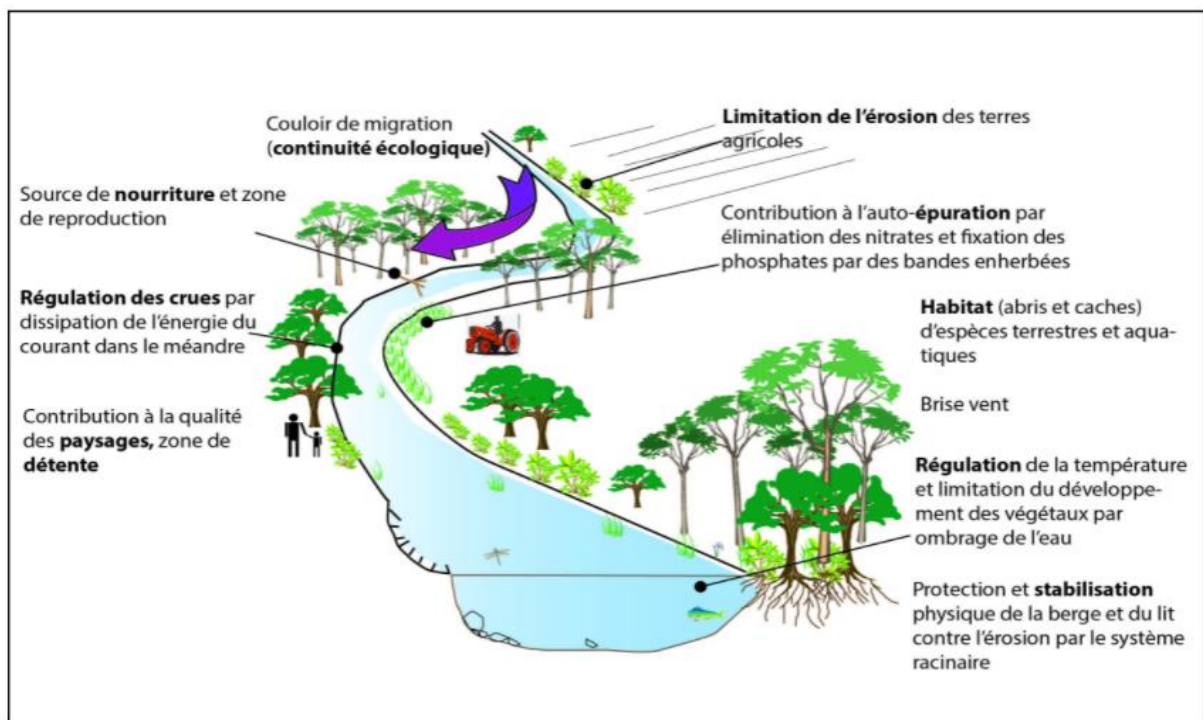


Figure 1. 3 Apports de la végétation en présence d'un cours d'eau.

1.2.4 Exemples internationaux de Projets de reconquête des berges

Les exemples internationaux de projets de requalification des cours d'eau et leurs berges sont nombreux. Dont on cite quelques-uns :

- Paris Plages, France : Depuis 2002, Paris Plages transforme les berges de la Seine en une plage urbaine pour les parisiens. Cette initiative a également permis de réaménager les quais pour les rendre plus accessibles aux piétons et aux cyclistes.
- Cheonggyecheon, Corée du Sud : En 2005, la ville de Séoul a inauguré la réhabilitation de la rivière Cheonggyecheon, qui avait été recouverte par une autoroute pendant plusieurs décennies. La rivière a été dégagée et aménagée en un parc linéaire de 10 km, devenant un lieu de distraction et de loisirs pour les populations de Séoul.
- ‘The High Line’, New York, États-Unis : L'ancienne voie ferrée aérienne abandonnée, qui traversait le Lower West Side de Manhattan, a été transformée en parc urbain de 2,3 km de long. Le parc est un exemple de réutilisation créative de l'espace urbain.
- HafenCity, Hambourg, Allemagne : HafenCity est un projet de réaménagement urbain qui transforme un ancien port industriel en un nouveau quartier résidentiel et commercial. Le projet inclut la réhabilitation de la rive de l'Elbe, qui a été transformée en une promenade bordée d'espaces verts et de restaurants.
- La Villette, Paris, France : Les quais du canal de l'Ourcq, qui traversent le parc de La Villette, ont été réaménagés en aires de détente et distraction pour les parisiens. Les berges sont devenues un lieu populaire pour les pique-niques, les concerts et activités culturelles en plein air.
- Emscher park en Allemagne, la trame verte à Lyon, City Park à Budapest...etc.

Ces exemples illustrent la diversité des projets de reconquête des berges à travers le monde, qui visent à améliorer la qualité de vie en milieu urbain en réintégrant la nature dans l'espace urbain. La requalification des rives de l'Emscher est l'un des méga projets de réaménagement d'Europe, le remplacement de nombreux segment canalisés, la séparation entre eaux usées et pures, la restauration des paysages sur les deux rives, intégration aux contextes urbains, résultat : une vallée verdoyante de qualité (figure 1.4).

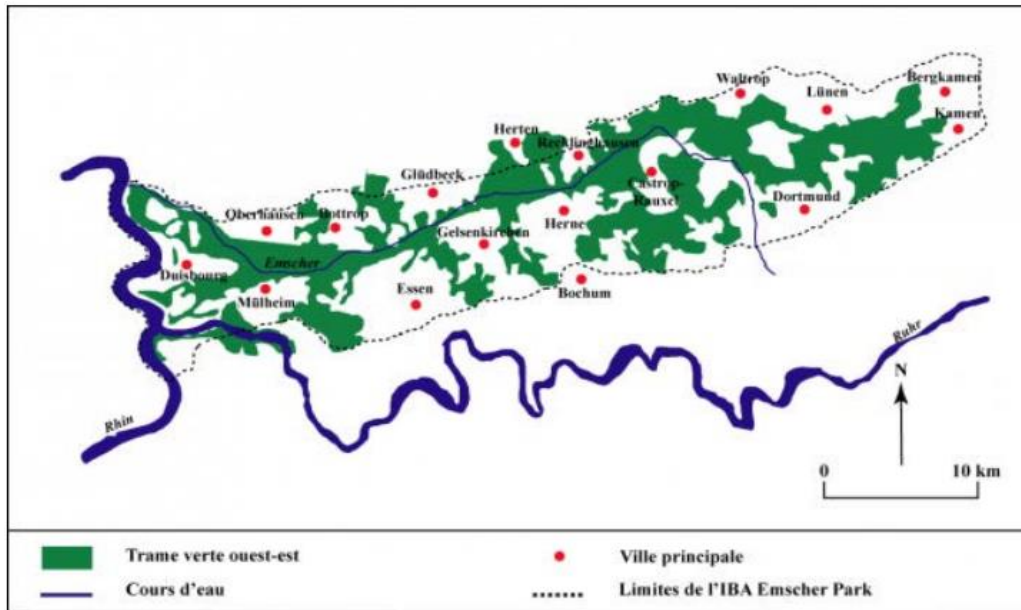


Figure 1.4: Carte du parc paysager de l'Emscher.

Superficie de 457 km²

Réseaux de pistes cyclables : 70km²

07 ceintures vertes.

Chemins de randonnées : 131 km

Routes touristiques à thèmes : 25.

Le parc Emscher a été conçu pour être bien plus qu'un simple espace vert de banlieue. Il a été conçu comme une structure écologique régionale et un modèle de durabilité, en se concentrant sur plusieurs axes qui sont tous interconnectés.

1. Le premier axe consiste à créer une vallée de l'Emscher propre et d'une qualité paysagère supérieure en nettoyant les eaux de la rivière.
2. Le deuxième axe vise à créer des larges surfaces végétalisées destinées aux publics, avec des interventions de paysagistes et d'artistes, tels que des œuvres de Land Art, des sculptures et des formes de jardins innovantes dans douze sites emblématiques de la région de la Ruhr.
3. Le troisième axe concerne la création de nouvelles activités récréatives, comme en témoignent les exemples du Zeche Zollverein et du parc de Duisbourg Nord. Au Zeche Zollverein, des structures de loisirs ont été intégrées parmi les anciennes installations de la cokerie, notamment une piscine en plein air pendant les mois estivaux et une patinoire établie dans les anciens bassins de lavage pendant l'hiver.

De plus, les vastes halls des deux sites sont utilisés pour des expositions de design et des événements culturels.

Dans l'ensemble, le projet de réaménagement intègre les traces de l'industrie passée à travers de nouveaux usages dynamiques et culturels plutôt que de les effacer complètement.

- **Les trames vertes de Lyon**

La Trame Verte de Lyon est un projet de développement urbain durable visant à préserver et à valoriser les espaces verts et les cours d'eau de la ville. La trame verte est constituée de nombreux parcs et jardins, ainsi que de plusieurs axes verts, tels que les berges de la Saône et du Rhône.

Au sein de l'agglomération lyonnaise, deux exemples précurseurs d'aménagements urbains ont émergé au cours du XXe siècle pour s'adapter à l'arrivée de l'automobile : les berges du Rhône et la rue Garibaldi.

Les berges du Rhône ont été aménagées pour offrir un espace de détente aux Lyonnais, avec des pistes cyclables et piétonnes, des terrains de sport, des aires de jeux pour enfants et des jardins flottants. Les quais sont également utilisés pour des événements culturels et festifs tout au long de l'année. Les berges du Rhône sont une partie importante de la Trame Verte de Lyon car elles offrent un accès facile aux espaces verts et aux cours d'eau pour les habitants de la ville.

Le projet de la Trame Verte de Lyon a également permis de créer des corridors écologiques le long des cours d'eau (voir figure 1.5) (figure 1.6), permettant aux espèces animales et végétales de circuler et de se développer dans la ville. Ces espaces verts offrent également un refuge pour la faune et la flore urbaines et améliorent la qualité de l'air et de l'eau dans la ville.

En somme, la Trame Verte de Lyon et les berges du Rhône sont des exemples de projets réussis de développement urbain durable qui permettent de préserver et de valoriser les espaces verts et les cours d'eau en milieu urbain tout en offrant des avantages écologiques et sociaux à la population.



Figure 1. 5 La trame verte de Lyon Source: Stéphanie biaggioni(2016)

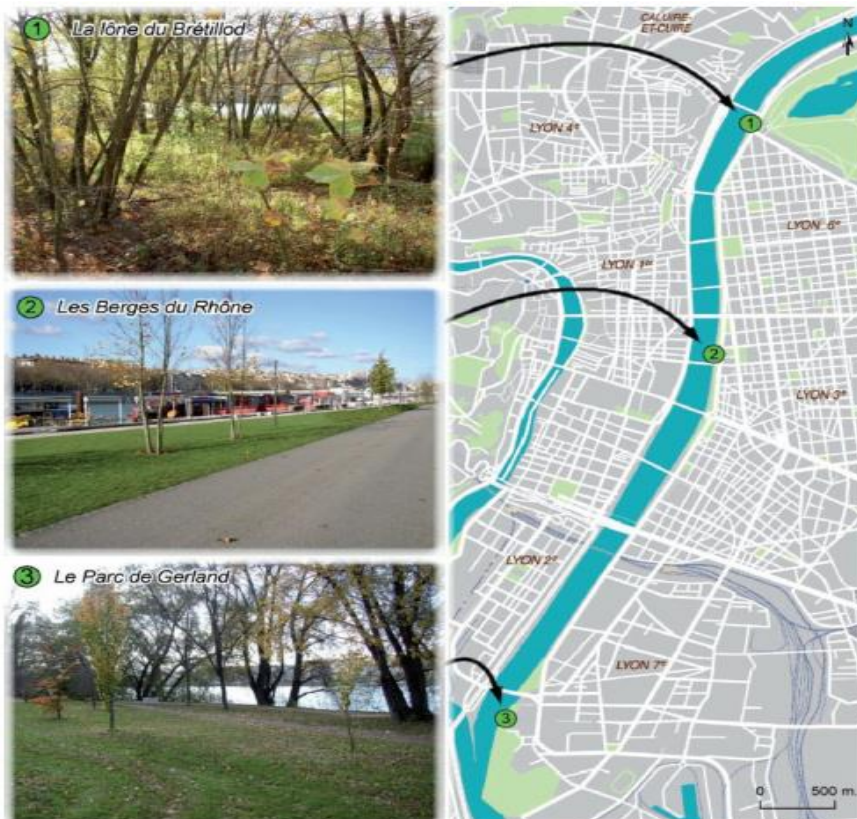


Figure 1. 6 Différentes facettes de nature en ville sur le parcours de Rhone .

Selon l'agence française de biodiversité, Les berges du Rhône ont été réaménagées pour devenir un espace de loisirs et de promenade de 5 km de long reliant les parcs de la Tête d'Or et de Gerland, offrant une variété de paysages allant du sauvage à l'aménagé en passant par l'entretenu. Cette transformation a été entreprise à partir de 2002 et affiche comme objectif de relier les grands parcs urbains du Rhône par des "liaisons vertes", telle que prévue par le SCoT 2030 de l'agglomération lyonnaise. Le réaménagement des berges contribue ainsi à la création de corridors écologiques et à la mise en place des Trames Vertes et Bleues (TVB), un dispositif d'aménagement qui gagne en importance en milieu urbain.

1.3 La trame verte et bleue (TVB)

1.3.1 Définitions et caractéristiques

Le concept de Trame verte et bleue (TVB) englobe un ensemble d'initiatives ayant pour objectif de préserver et de restaurer les continuités écologiques à travers la création de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques, afin de reconstituer un réseau cohérent à une échelle territoriale. Ce dernier permet aux espèces animales et végétales de se déplacer, se nourrir, se reproduire et se reposer, garantissant ainsi leur survie et le bon fonctionnement des écosystèmes.

La Trame Verte et Bleue urbaine englobe tous les espaces verts tels que les parcs, jardins, boisements, rives de cours d'eau, aussi les alignements d'arbres, qu'ils soient privés ou publics. Tout projet d'aménagement paysager pour les espaces publics est intégré dans ce réseau. La TVB repose sur l'approche de l'écologie des paysages, qui connecte la dimension spatiale du paysage avec les processus écologiques, en tenant compte à la fois des dynamiques naturelles et humaines qui façonnent les paysages, dont les caractéristiques principales sont les suivantes :

- Elle est constituée de zones naturelles et semi-naturelles, mais aussi de corridors écologiques (haies, bosquets, bandes enherbées...) qui relient ces zones entre elles.
- Elle vise à protéger et à restaurer les milieux naturels, à maintenir la diversité biologique et à garantir les conditions de vie pour les espèces végétales et animales.
- Elle doit prendre en compte les enjeux de l'aménagement du territoire et de la gestion des espaces naturels, notamment en impliquant les différents acteurs du territoire (collectivités locales, associations, propriétaires fonciers, etc.) ;
- Elle doit être coordonnée à l'échelle du territoire national, régional et local pour être efficace dans la préservation de la biodiversité.

De plus, l'infrastructure bleue englobe les éléments urbains liés à l'eau et est souvent associée à l'infrastructure verte en milieu urbain. Lorsqu'elles sont combinées, elles forment ce que l'on appelle la Trame verte et bleue (TVB). Plusieurs auteurs ont étudié le concept de la TVB, tels que Gilles Lecuir et Frédéric Launay dans leur livre "*La Trame verte et bleue : un nouvel outil pour la biodiversité*" (2009), ainsi que Jean-Christophe Foltête et al. dans leur article "*La TVB, un réseau écologique national pour la biodiversité*" (2013). Mettent l'accent sur le rôle essentiel dans les aménagements urbains en tant qu'approche paysagiste (Grellier et al., 2017).

En outre, l'infrastructure bleue se réfère aux infrastructures urbaines liées à l'eau et est souvent associée à l'infrastructure verte en milieu urbain. Lorsqu'elle est combinée, elle peut être appelée Trame verte et bleue (TVB). Les rivières, ruisseaux, étangs et lacs peuvent être des éléments naturels dans les villes ou être ajoutés à l'environnement urbain dans le cadre de sa conception, Dans ce sens, plusieurs auteurs ont travaillé sur le concept de la TVB, tels que Jean-Christophe Foltête et al. (2013), ou encore Gilles Lecuir et Frédéric Launay dans leur ouvrage "*La Trame verte et bleue : un nouvel outil pour la biodiversité*" (2009), La TVB est donc une approche paysagiste primordiale dans la palette des aménagements urbains (Grellier et al., 2017).

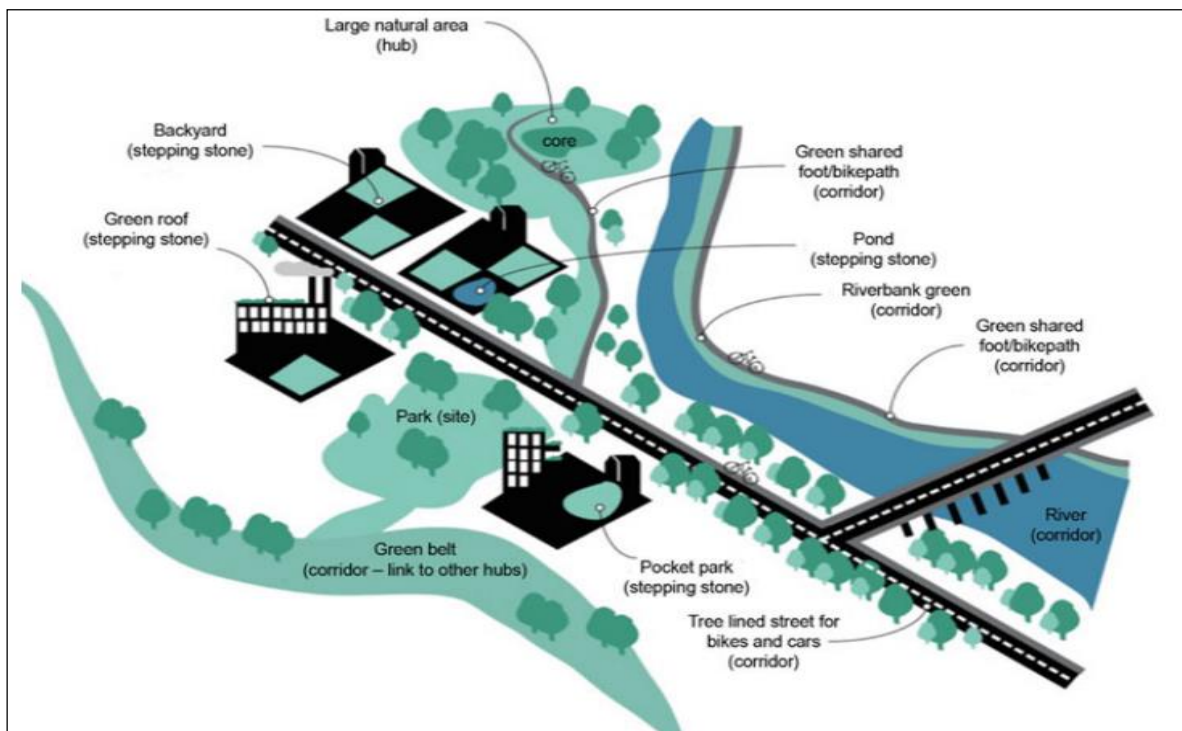


Figure 1. 7 Elements de composition d'une TVB. Source: Hansen et al. 2017.

1.3.2 Les services écosystémiques rendus par la TVB

Les trames vertes bleues (TVB) peuvent fournir de multiples biens et services écosystémiques conduisant à une amélioration des performances des infrastructures techniques ainsi qu'à une amélioration du bien-être et de la santé (Zuniga-Teran et al., 2017 ; Tzoulas et al. 2007).

Ces derniers, définis comme les bénéfices que les êtres humains peuvent obtenir directement ou indirectement des écosystèmes, tels que les paysages, la nourriture, la qualité de l'eau et, sont le fruit de travaux menés à l'interface entre l'économie et l'écologie, comme ceux réalisés par (Clélia Sirami et al). En 2016, selon la classification du 'Millennium Ecosystem Assessment', trois grandes fonctions sont généralement reconnues : l'approvisionnement, les services culturels et les régulations environnementales.

La TVB est une démarche multifonctionnelle et intégrée qui peut apporter des solutions efficaces face aux défis urbains tels que l'adaptation aux évènements climatiques en réduisant les îlots de chaleur urbains, la cohésion sociale la protection de la biodiversité, développement de l'économie verte, comme l'ont démontré (Hansen et al. 2017). Elle peut également limiter l'étalement urbain (voir figure 1.8).

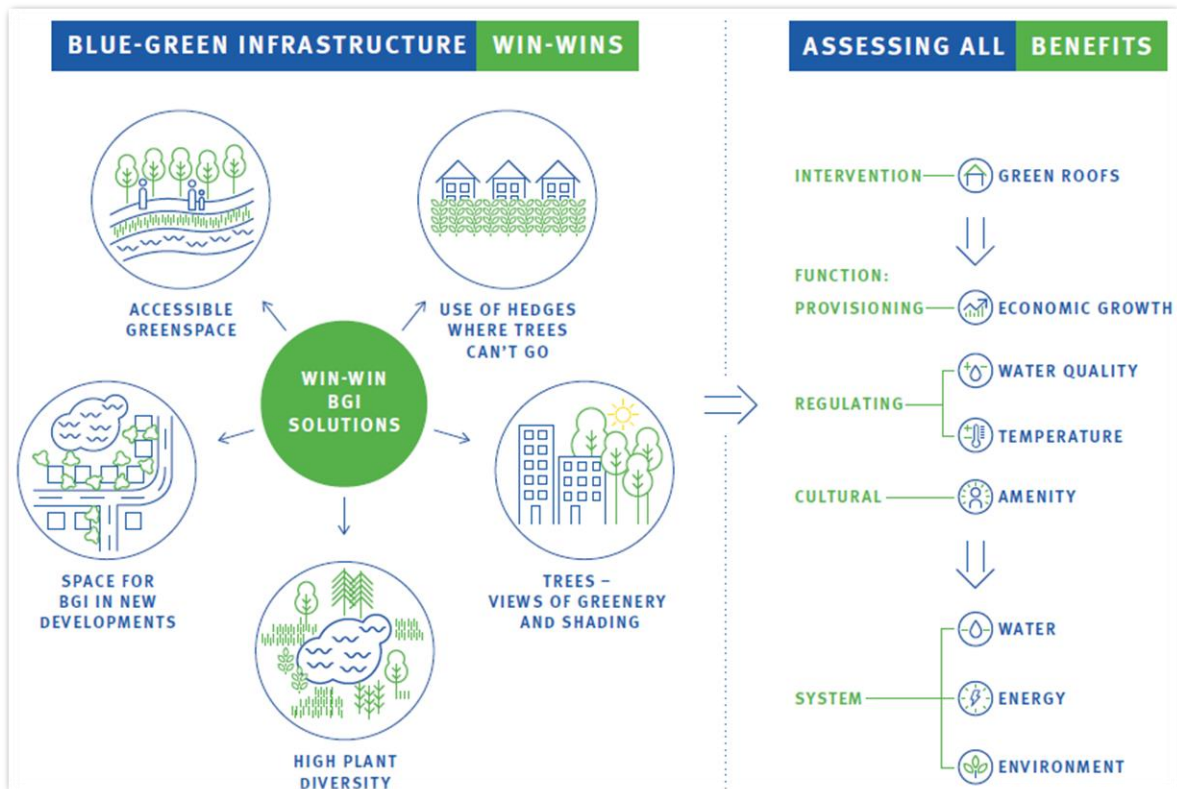


Figure 1. 8 Les services écosystémiques les plus rendus par les TVB Source : kathryn brown, 2019.

La concrétisation des trames vertes et bleues passe par leur valorisation à des fins d'usage récréatif ou économique, en relation avec les collectivités concernées.

La Trame verte et bleue (TVB) présente de nombreux avantages pour les humains et la faune, et qui permet d'améliorer de de l'eau et de l'air et, la régulation des crues et de la température, le stockage du carbone, la réduction du bruit, l'optimisation des ressources, la préservation de la biodiversité et l'augmentation de la valeur esthétique.

Tous ces avantages contribuent à l'amélioration du bien-être humain et écosystèmes en milieu urbain, ce qui à son tour d'augmenter la résilience des territoires face aux vulnérabilités des changements climatiques, en particulier pour des températures les plus élevées et les inondations, qui sont deux des plus grands défis environnementaux auxquels sont confrontées les villes d'aujourd'hui.

1.3.3 La trame verte et bleue (TVB), une pluralité d'enjeux pour la vie urbaine

Le concept de '*Nature Based Solutions NBS*' comme son nom l'indique; des solutions basées sur la nature et des concepts étroitement liés, telles que l'approche écosystémique, les services écosystémiques, les mesures d'adaptation et d'atténuation fournies par les trames vertes et bleues (TVB) synthétisées dans la (Figure 1.9).

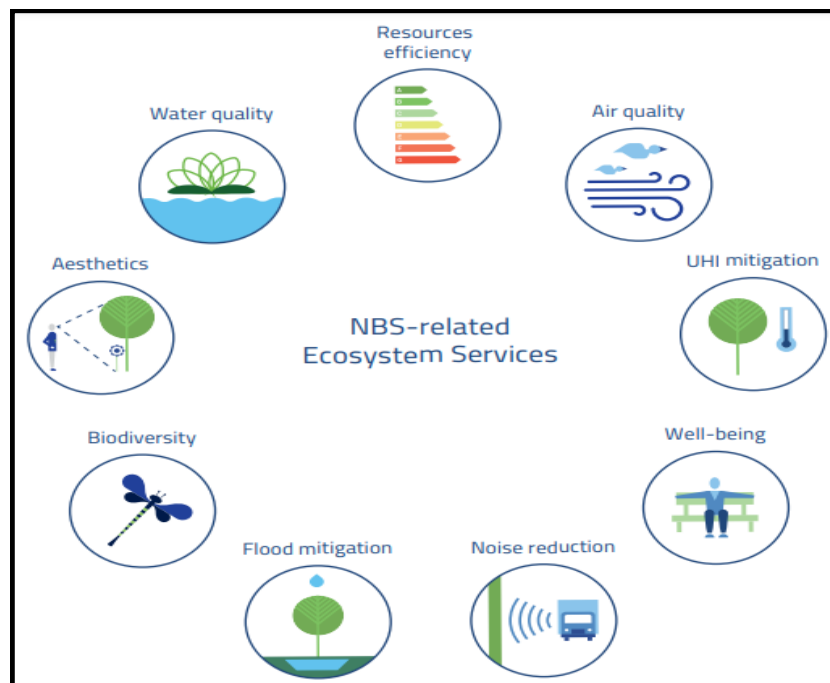


Figure 1. 9 Les services écosystémiques rendus par NBS en milieu urbain. Source (Bozovic et al., 2017)

Selon (Staddon et al. 2017), cette dernière peut créer des interdépendances qui se renforcent mutuellement entre eau, nourriture, transport, énergie, santé et autres aspects de systèmes socio-écologiques-techniques intégrés, avec des avantages de solutions naturelles, notamment améliorés:

- Atténuation des inondations.
- Contrôle des odeurs et du bruit.
- La biodiversité grâce à l'augmentation des habitats/refuges pour différentes espèces.
- Esthétique urbaine et perception de la qualité du voisinage.
- Justice environnementale (réduction des enjeux en comparaison avec des projets d'infrastructures grises).
- Agriculture urbaine, pollinisation et écosystème de pâturage prestations de service.
- L'apaisement de la circulation et l'utilisation des transports publics.
- Possibilités de loisirs et cohésion sociale.
- Connectivité socio-écologique et coût socio-économique avantage (par rapport aux projets d'infrastructure).
- Opportunités éducatives et gestion du stress.

1.4 Les cadres théoriques du concept de la résilience

1.4.1 Qu'est-ce que le concept de 'Résilience' ?

Le concept de "résilience" est récemment lié à une polysémie de domaines, ce qui rend sa mise en œuvre plus complexe. Cette notion trouve son origine dans la physique des matériaux, où elle désigne la capacité d'un corps à retrouver sa forme initiale après avoir été déformé. Par la suite, elle a été adoptée en psychologie pour décrire la capacité d'un individu à se reconstruire après un traumatisme, puis en écologie pour décrire la capacité d'un écosystème à se régénérer après une perturbation d'origine naturelle ou humaine. Lorsqu'elle est appliquée à une société, la résilience est souvent perçue de manière positive, car elle englobe non seulement la capacité de se reconstruire après une crise, mais aussi la capacité de la surmonter et de s'adapter (Folke et al., 2010).

1.4.2 La résilience urbaine

Selon Lhomme (2015), le concept de résilience urbaine remet en question notre compréhension du système urbain et de ses perturbations. Lorsqu'il est appliqué à la ville, ce concept se définit comme la capacité d'un système urbain à absorber une perturbation et à rétablir ses fonctions par la suite. Pour que ce concept soit opérationnel, il est essentiel

d'ajuster le fonctionnement et les composantes du système urbain en fonction des perturbations potentielles, de reconstruire la ville après une perturbation majeure et de prendre en compte la complexité de la ville dans la gestion des crises.

Malgré l'existence de multiples définitions tentant de qualifier l'espace urbain, la complexité du système urbain rend difficile l'établissement d'une définition précise de la ville résiliente. Toutefois, on peut qualifier une ville ou un territoire de résilient s'il démontre les capacités suivantes, comme le souligne Lhomme (2015) :

- Prévention des risques
- Le maintien de fonctionnement normal en post crise.
- L'adoption de dispositifs techniques appropriés.
- L'adoption du principe de durabilité après le retour à la situation normale.

Étant donné que la résilience est un concept qui repose sur la notion de système, il peut être appliqué à divers systèmes, y compris les systèmes urbains, où les différentes composantes (infrastructures, gouvernance, populations, habitats, activités,) sont en interactions pour former l'ensemble urbain. La résilience urbaine est ainsi définie comme la capacité d'une ville à absorber les perturbations et à se rétablir, comme illustré dans la figure de Lhomme et al. (2010), (voir figure 1.10).

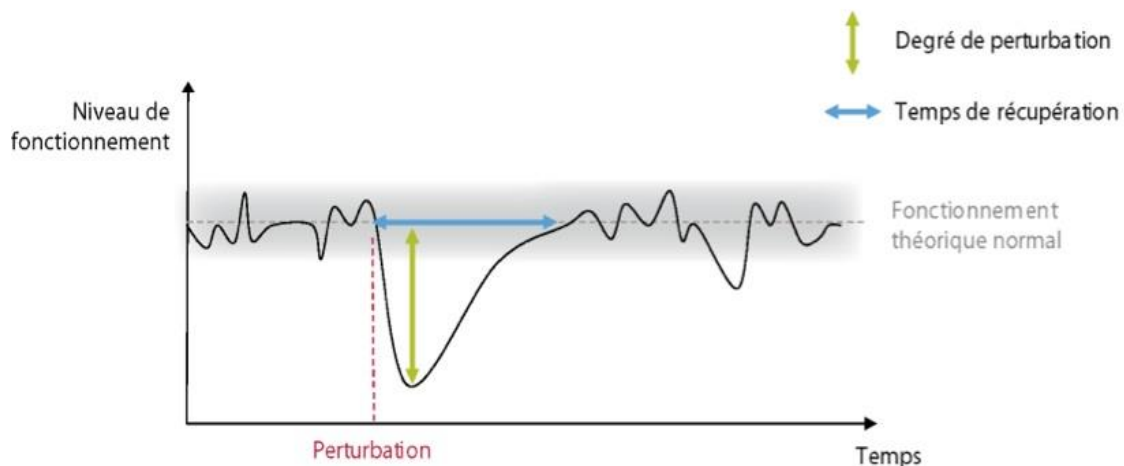


Figure 1. 10 illustration d'un retour à la situation normale Source : Marie Toubin et al, 2012.

Quant à la résilience écologique qui désigne la capacité d'un écosystème à résister, à s'adapter et à se rétablir après des perturbations ou des changements, tout en maintenant ses fonctions et sa structure. Selon Brian Walker et David Salt, deux chercheurs renommés en écologie, la résilience écologique peut être définie comme "la capacité d'un système à absorber des

chocs, à s'adapter, à se réorganiser et à évoluer tout en préservant ses fonctions essentielles, sa structure, son identité et ses feedbacks positifs" (Walker et Salt, 2006).

1.4.3 Ville résiliente, de quoi parle-t-on ?

Les notions de vulnérabilité et de résilience ont émergé dans différents contextes et sont souvent utilisées pour évaluer et comprendre les risques. Initialement, la vulnérabilité était largement employée pour évaluer les risques, mais depuis les années 2000, la résilience prend place dans les domaines de la géographie et de l'urbanisme. Le concept de vulnérabilité ne parvenait plus à rendre compte de manière satisfaisante des risques, d'où l'essor de la résilience. Le concept de résilience a évolué pour devenir un concept clé dans l'analyse des risques (Goudet, 2019).

Le principe de résilience appliqué à la ville a des implications pratiques, en particulier en ce qui concerne les services urbains, qui visent à atteindre des objectifs de durabilité (voir figure 1.11).

La notion de résilience territoriale propose une approche permettant de réfléchir à la durabilité et à l'adaptation d'un territoire, en prenant en compte les composantes et le fonctionnement de celui-ci selon les principes de durabilité (Da Cunha, 2017).



Figure 1. 11 Le concept de résilience au cœur des différentes disciplines. Source : Santens D., 2013

1.4.4 De la résilience écologique à la résilience sociale

A ce jour, la littérature et les domaines de recherche traitant le sujet de l'adaptation des villes aux changements climatiques dans une perspective de résilience socio-écologique sont relativement distinctes.

La résilience d'un système socio-écologique urbain envers sa population n'est légitime que si elle garantit la durabilité des ressources ainsi que celle du système social impliqué dans leur gestion. La dimension écologique est vulnérable aux impacts du changement climatique, ce qui peut altérer les services environnementaux et les ressources qu'elle fournit.

Cependant, des études récentes (Frantzeskaki et al. 2017; Haase et al., 2017) ont fait valoir que les preuves des effets socialement positifs des sont encore relativement faibles. Il existe cependant de nombreuses preuves (issues de la littérature sur la « justice environnementale » en particulier) qu'à titre d'exemple, une infrastructure verte mal planifiée peut conduire à une plus grande inégalité sociale, avec des personnes issues de milieux défavorisés obligées de déménager ou d'être empêchées de profiter des services écosystémiques où des avantages pour améliorer la qualité de vie. (Wolch et al., 2014 ; Abercrombie et al., 2008 ; Byrne, 2012). Si l'infrastructure verte ou bleue est considérée comme composante primordiale de résilience urbaine plus large, une évaluation critique des implications de la résilience sur le bien-être et l'égalité sociale planifiée doit s'appliquer à toute intervention.

D'après Ostrom (1990), les dimensions du bien-être sont étroitement liés à leur environnement naturel doivent conserver simultanément la résilience écologique et la résilience sociale des systèmes socio-écologiques. (Voir figure 1.12).

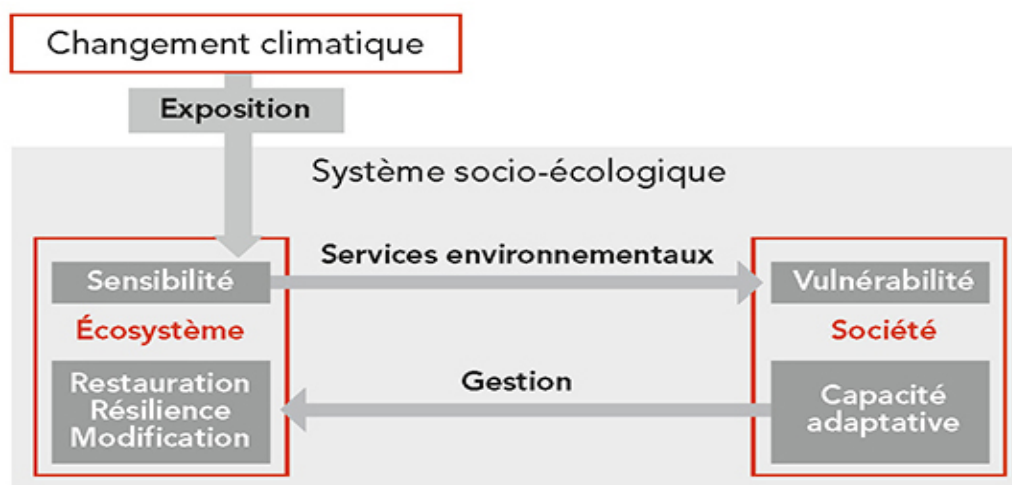


Figure 1. 12 Les liens entre changement climatique et système socio-écologique. Source (Eriksen et al., 2021)

En raison de la vulnérabilité sociale croissante face à la dégradation des services écosystémiques, il est nécessaire d'élaborer des réponses adaptatives pour faire face aux effets du changement (Walters, 1986; Walters et Holling, 1990; Williams, 2011). L'adaptation des populations joue un rôle essentiel en atténuant l'impact du changement climatique sur l'écosystème et en préservant ou en restaurant les services et les ressources qu'il fournit.

1.4.5 L'Adaptation aux changements climatiques

Tout d'abord, l'adaptation se définit comme le processus de prise de décision et l'ensemble des actions entreprises pour maintenir la capacité de faire face aux changements futurs ou aux perturbations d'un système socio-écologique sans subir de changements significatifs dans la fonction, l'identité structurelle ou les rétroactions de ce système tout en conservant l'option de se développer. Au niveau collectif, le processus et l'action reposent sur des structures de gouvernance et de gestion efficaces.

Les changements climatiques selon Mélinna Noblet et Sebastian Weissenberger (2016), sont associés à des événements météorologiques plus fréquents et plus extrêmes, ce qui nécessite une adaptation des pratiques d'urbanisme pour atteindre la résilience urbaine. L'adaptation est définie comme un processus de prise de décision et d'action visant à maintenir la capacité de faire face aux changements futurs ou aux perturbations d'un système socio-écologique.

Pour atteindre cette résilience, trois approches s'affichent essentielles :

Pour assurer la résilience des espaces urbains face aux risques climatiques, trois approches essentielles sont nécessaires :

- L'évaluation de la fragilité et de la sensibilité des zones urbanisées et à urbaniser aux risques climatiques.
- La prise en compte des considérations climatiques des différents réseaux et trames, telles que les espaces verts, les espaces agricoles et les zones naturelles aux abords des villes, et leur intégration avec l'espace urbain.
- L'adoption d'une approche bioclimatique de la forme urbaine, visant à réduire les îlots de chaleur grâce à la création d'une trame verte urbaine, à un maillage d'espaces publics, à l'amélioration de l'albédo urbain et à la valorisation des zones d'eau ou des espaces humides au sein de la ville.

De plus, il est essentiel de promouvoir l'utilisation optimale des conditions climatiques tout en protégeant contre leurs effets négatifs. Cela peut être réalisé en favorisant l'utilisation de techniques solaires passives et actives, en tenant compte des vents dominants, en utilisant la topographie du territoire et en favorisant la végétalisation urbaine.

Le changement climatique est associé à une fréquence plus et des événements météorologiques plus extrêmes. Atteindre La résilience urbaine au changement climatique nécessite donc l'adaptation des pratiques d'urbanisme afin de se protéger contre ces événements.

1.4.6 La résilience urbaine contre les inondations

(O'Donnell et al., 2020) proposent une définition de la résilience urbaine contre les inondations comme la capacité d'une ville à maintenir les risques d'inondation futurs à des niveaux tolérables en prévenant les décès et les blessures, en minimisant les dommages et les perturbations lors des inondations et en se rétablissant rapidement par la suite, tout en gérant la qualité de l'eau et les écosystèmes, et en garantissant l'équité sociale et économique, vitalité environnementale et culturelle.

Selon Ambrosino et Ramirez-Cobo (2019), la conception des territoires liés à l'eau doit prendre en compte les risques d'inondation en amont du projet sur les volets : architectural, technique, et urbain. Ils ont proposé une analyse systématique et transversale des propositions (voir tableau 1.1) conduisant à identifier trois orientations majeures pour prévenir significativement le risque d'inondations.

La première orientation consiste en l'intégration du risque dès la phase initiale de conception du projet. Cela implique une évaluation rigoureuse des risques d'inondation et la mise en place de mesures préventives adaptées, telles que la construction de digues, la création de zones tampons et la mise en place d'un système de drainage efficace.

La deuxième orientation recommande que l'eau et ses infrastructures soient pensées comme des coutures et non des coupures. Cela signifie que les zones urbaines et les infrastructures doivent être conçues pour permettre le passage de l'eau en cas d'inondation, sans causer de dommages importants. Les infrastructures vertes, telles que les zones humides, les marais et les forêts, peuvent garantir une meilleure régulation des eaux de crue.

La troisième orientation met l'accent sur la valorisation des paysages hydrauliques. Cela implique de reconnaître la valeur esthétique et écologique des zones humides et des rivières, et de les intégrer dans la planification et la conception des projets urbains. Les aménagements paysagers peuvent contribuer à la régulation des eaux de crue tout en créant des espaces de distraction pour les populations.

La prévention des risques d'inondation dans les territoires de l'eau nécessite une approche systématique et intégrée qui implique la prise en compte des risques en amont du projet, la conception des infrastructures en tant que coutures plutôt que des coupures et la mise en valeur des paysages hydrauliques (voir figure 1.13).

	I/Intégrer le risque dans le projet	II/L'eau comme couture, et non comme coupure	III/Mise en valeur du paysage hydraulique
Éléments naturels	1. Perméabilisation des sols urbains (C)	1. Plages urbaines à usage variable (en fonction des crues) (P/C) 2. Continuité des trames vertes et bleues (P)	1. Maintien des trames vertes et bleues (P) 2. Parcs et zones vertes à partir des cours d'eau busés (C) 3. Naturalisation des sols urbains (P/C)
Parcelles/ Découpage du territoire	2. Limites parcellaires poreuses et ouvertes (P/C) 3. Nœuds de rétention établissant les frontières spatiales et d'usage (P/C)	3. Tracé d'espaces ouverts permettant la libre circulation de l'eau (P/C)	4. Passerelles de connexion intersectorielle au-dessus du niveau des crues (C) 5. Formes et typologies architecturales adaptées au relief (C)
Infrastructures/ Mobilité/ Accessibilité	4. Espaces de stockage de l'eau multifonctionnels (parkings publics semi-enterrés) (C) 5. Construction de drainages verticaux (C) 6. Surélévation des voies piétonnes (C)	4. Réseau d'infrastructures (fossés, canaux, nœuds) de distribution et de stockage des eaux reliant la plaine et la pente (P/C) 5. Voies inondables (C)	6. Élévation des quais-promenades (par des pentes qui relient les cours d'eau aux espaces urbains) (C) 7. Dignes – promenades (C) 8. Différents types de talus (C)
Habitats/ Fonction résidentielle	7. Accès aux espaces de vie surélevés par rapport au niveau des eaux en crue (C) 8. Espaces de vie et espaces communs séparés et distribués verticalement (C) 9. RDC surélevés par des pilotis 10. RDC au-dessus du niveau de la crue (C) 11. Matériaux de construction adaptés et résistants à l'eau (-) 12. Fondations profondes (C)	6. Réflexion poussée sur les réseaux électrique et d'assainissement (maison autonome/maison reliée) (-)	9. Coursives extérieures surélevées d'accès aux logements (C) 10. RDC dégagés pour l'accueil de jardins ou terrasses (C) 11. Hauteur additionnelle pour les espaces de vie communs (C) 12. Plateformes flottantes comme podium pour les logements (C)
Usages/ Activités	13. Étages au niveau des crues à faible valeur économique (C)	7. Réutilisation des surfaces limitrophes de l'eau pour des usages adaptés (industrie, loisir et commerce maritime/riverain) (P/C)	13. Espaces de stockage de l'eau multifonctionnels (bassins de rétention d'eau entourés de gradins surélevés) (P/C)

Figure 1. 13 Dispositifs de valorisation des territoires liés à l'eau.

Source : Ambrosino et Ramirez-Cobo, 2019.

1.5 Modèles et outils d'application du concept de la résilience

Les différentes interprétations initiales de la durabilité et les diverses définitions de la résilience, qui nécessitent une approche plutôt technique pour leur mise en œuvre pratique, suggèrent que la durabilité représente un objectif à atteindre dans le domaine urbain, tandis que la résilience est considérée comme un outil, un moyen de concrétiser cet objectif.

1.5.1 City Resilience Index :

Le City Resilience Index est un outil qui vise à mesurer et évaluer la résilience des villes face à différents chocs et stress, et à identifier les domaines dans lesquels des améliorations peuvent être apportées. Il est conçu pour aider les décideurs, les urbanistes et les responsables de la gestion des crises à comprendre les forces et les faiblesses d'une ville en termes de résilience, afin de prendre des mesures pour renforcer sa capacité à faire face aux défis futurs.

Le City Resilience Index a été développé par l'Arup Group Limited, en collaboration avec le Rockefeller Foundation, dans le cadre de l'initiative 100 Resilient Cities. Il repose sur des recherches approfondies et l'expertise d'un large éventail d'intervenants, notamment des universitaires, des praticiens de la résilience urbaine et des experts en développement urbain durable. Le (CRF) repose sur une sectorisation des enjeux des systèmes urbains selon les quatre thématiques suivantes : Santé et Bien-être, économie et Société, infrastructure et environnement, leadership et stratégie (voir figure 1.14).

Chacune associée à 12 objectifs et 52 indicateurs Pour être considérée comme résiliente selon cette approche, la ville doit répondre aux 7 qualités d'un système résilient : réflexion, ingéniosité, robustesse, flexibilité, redondance, inclusivité et intégration (Arup et al., 2015).



Figure 1. 14 Secteurs des systèmes urbain pour une ville résiliente. Source (ARUP, 2015).

1.5.2 Qualifier la résilience via le modèle 'DOMINO'

Le City Resilience Index (CRI) est un outil d'évaluation et de mesure de la résilience urbaine développé par le Centre Risque & Performance de Polytechnique Montréal. Il vise à évaluer la capacité des villes à résister, absorber, s'adapter et se transformer face à des chocs et des perturbations, tels que les catastrophes naturelles, les crises économiques, les changements climatiques, etc.

Le CRI se base sur une approche multidimensionnelle de la résilience urbaine, prenant en compte plusieurs aspects clés qui influencent la capacité d'une ville à faire face aux défis et à se rétablir. Ces aspects peuvent inclure la gouvernance urbaine, la planification, les infrastructures essentielles la gestion des risques, les systèmes d'alerte et de communication, la cohésion sociale, la diversité économique, la qualité de l'environnement, etc.

Le CRI utilise une méthodologie qui combine des indicateurs quantitatifs et qualitatifs pour évaluer la résilience des villes. Il permet de comparer la résilience entre différentes villes, d'identifier les forces et les faiblesses de chaque ville, et de fournir des informations pour orienter les politiques et les actions visant à renforcer la résilience urbaine. A titre d'exemple, la (figure 1.15) qui présente les résultats d'une évaluation menée à Montréal sous forme du tableau de bord suivant :

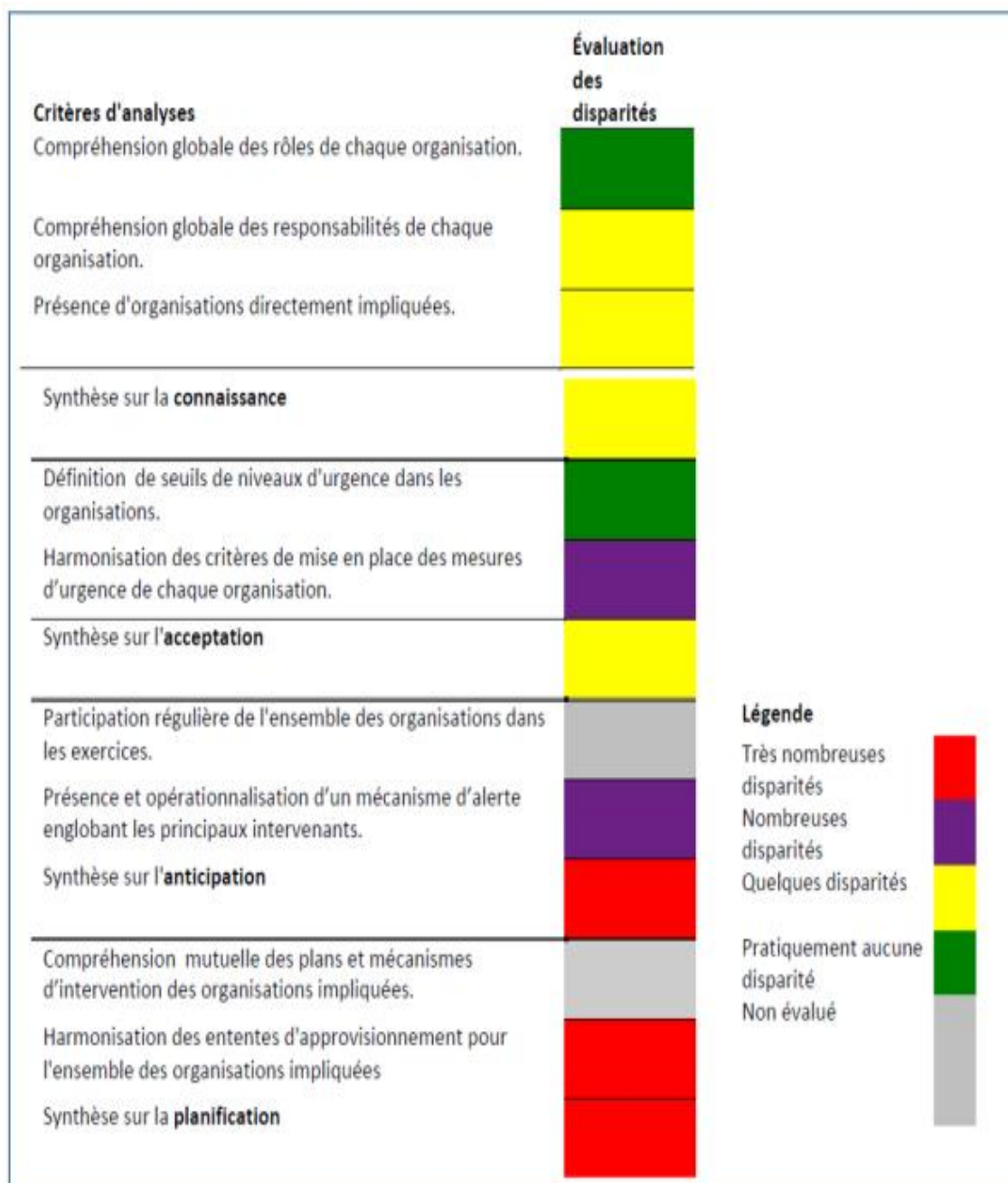


Figure 1. 15 Analyse de la cohérence à Montréal. Source (Robert et al., 2017).

1.5.3 Le modèle 'OptiCits' à Barcelone

Le modèle "OptiCits" est un système de gestion et de surveillance urbaine développé à Barcelone, en Espagne. Il a été créé par la société OptiCits, spécialisée dans l'analyse des données urbaines, en collaboration avec les services techniques de la ville.

L'objectif principal de ce modèle est de surveiller la ville en utilisant des indicateurs clés, de prévoir les événements potentiels et de réagir rapidement en cas de besoin. Il permet également de simuler les effets des impacts sur les infrastructures et de déterminer la propagation temporelle des effets en cascade, en identifiant les points de rupture dans la continuité des services et en estimant le temps nécessaire pour rétablir le fonctionnement initial (voir Figure 1.16). De plus, le modèle peut effectuer des simulations pour détecter les effets en cascade résultant d'une option d'amélioration impliquant des changements dans les réseaux de services et d'infrastructures.

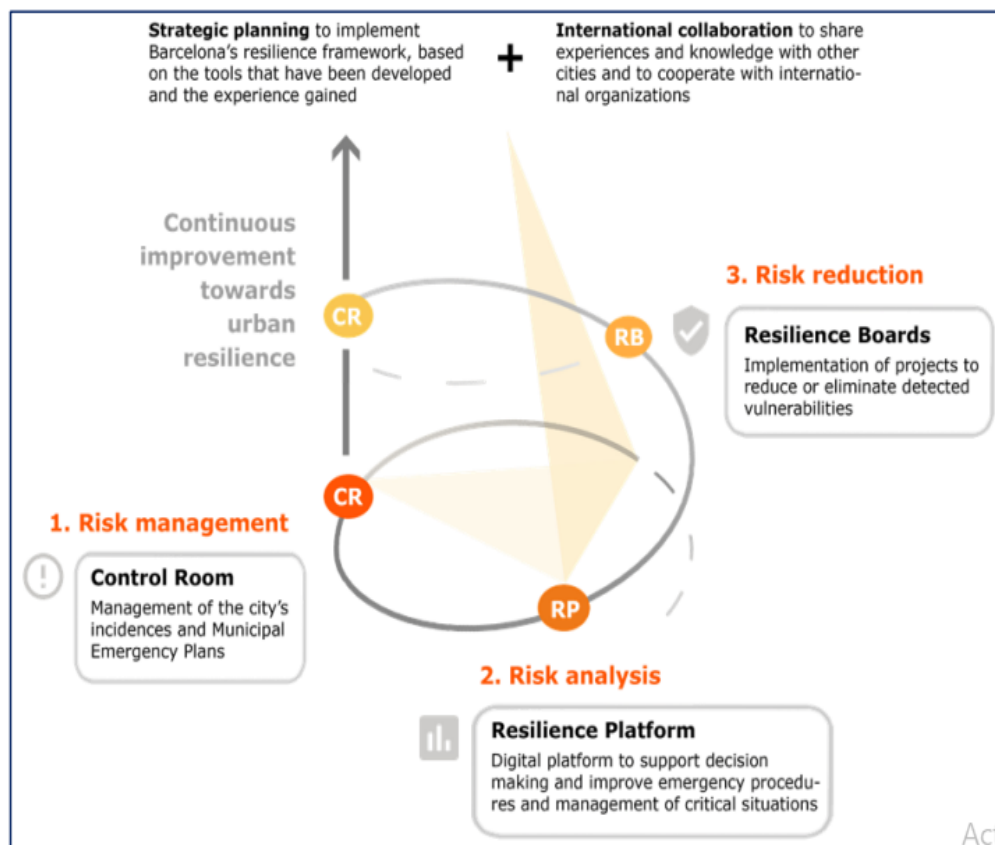


Figure 1. 16 Le modèle de résilience urbaine 'OptiCits' adopté par la ville de Barcelone.

Source (HAZUR by OptiCits - Consulting Company in Spain - F6S Companies, n.d.)

Conclusion du chapitre I

Le présent chapitre s'est consacré à la mise en lumière de l'un des dispositifs de l'intervention urbaine, qu'est la requalification des cours d'eau. Non seulement sur le plan technique, mais notamment en ce qui concerne les impacts positifs sur la valorisation des terrains en déclin, les activités récréatives, sportives ou culturelles qui modifient significativement la qualité du cadre de vie des populations. De décrypter les continuités paysagères et les services écosystémiques (de régulations, socio-culturels ou d'approvisionnement) rendus par ce maillage des Trames Vertes et Bleues (TVB).

Par ailleurs, la consultation d'exemples phares des (TVB) à travers le monde a révélé de vrais enjeux et défis de durabilité et surtout de résilience, ce concept qui requiert de plus en plus d'attention aux niveaux des visions et d'implication au niveaux des stratégies du développement durable des villes. Dès lors, décortiquer le concept de la 'résilience', ses domaines d'application et faire sortir un panel d'indicateurs qui garantissent son opérationnalité en abordant des modèles adoptés par plusieurs villes.

La transition vers une approche de conception urbaine axée sur la qualité des espaces, la réduction des risques et la valorisation des paysages existants est nécessaire pour créer des villes sûres, résilientes et durables. Cela implique de passer d'une approche centrée sur la maîtrise de l'environnement à une approche qui offre des conditions de confort optimales, permettant de promouvoir le confort, la qualité de vie quotidienne et le bien-être des individus en milieu urbain. Deux dimensions fondamentales pour l'évaluation de la qualité environnementale à l'échelle humaine seront discutées dans le prochain chapitre.

2 CHAPITRE II : LA QUALITE ENVIRONNEMENTALE DES ESPACES EXTERIEURS ; CONFORT ET BIEN-ETRE EN QUESTION ?

INTRODUCTION

Toujours dans une quête d'offrir de meilleures conditions de confort et de bien être aux usagers dans les espaces extérieurs, où l'élément végétal joue un rôle primordial dans la composition urbaine, tant par la diversité des fonctions qu'il remplit : moyen de lutte contre plusieurs maux urbains, la promotion de la qualité du cadre de vie des citoyens, support d'activité de détente et de loisir, que par la diversité de formes de sa présence en milieu urbain.

Dans un premier temps, Une première partie de ce chapitre a comme objectif à faire assoir les notions de bien-être et de qualité de vie, à travers un retour à leurs fondements théoriques et une clarification de l'interdisciplinarité qui entoure les deux sujets, et également leurs paramètres subjectifs et objectifs qui modifient sensiblement le vécu dans les espaces extérieurs.

Une deuxième partie est consacrée à décortiquer les interactions entre espaces extérieurs, **la composante végétale** et son impact direct et indirect sur les différents types de confort procurés. Ce qui permet de faire sortir les composantes clés des espaces extérieurs impactant la qualité urbaine et environnementale, la perception des ambiances et la qualité des usages de ces derniers.

Une troisième partie, qui met en lumière l'influence du climat urbain sur le confort thermique, olfactif et visuel par la définition des paramètres de ces derniers, notamment le confort thermique ressenti par les individus, notamment lors de périodes de chaleur intense où les populations aspirent de plus en plus à un confort optimal. L'objectif est de mieux appréhender les interactions entre le corps humain, le climat et le confort, ainsi que la diversité des indices qui traduisent cette notion subjective.

2.1 Notion de bien-être et confort(s) dans les espaces extérieurs

2.1.1 Approche théorique du bien-être :

La notion du bien-être varie en fonction des individus et des disciplines. Et même au sein d'une discipline, les chercheurs peuvent avoir des approches différentes. En conséquence, il existe plusieurs définitions ou perspectives pour appréhender et définir le bien-être sous différents angles.

Les notions de confort et de bien être dans les espaces extérieurs se présentent comme un sujet pluridisciplinaire, englobant de nombreux aspects et faisant l'objet de nombreuses recherches depuis les années 80. Antoine Bailly, à travers la publication de son livre "La Géographie du bien-être" (Di Méo, 2015), a posé les bases théoriques indispensables à ce sujet de recherche.

Selon Antoine Bailly et Jean Racine (1988, p. 234), le bien-être est composé de deux dimensions distinctes : une dimension objective et une dimension subjective. La dimension objective du bien-être se réfère aux conditions matérielles et objectives de la vie, telles que le niveau de revenu, la santé, l'accès à l'éducation, etc. Elle peut être mesurée et quantifiée de manière relativement objective. En revanche, la dimension subjective du bien-être est liée aux évaluations et aux perceptions individuelles de la satisfaction et du bonheur. Elle prend en compte les sentiments, les émotions et les expériences subjectives des individus par rapport à leur vie et à leur environnement Pezeu-Massabuau (2002).

Cette dimension est plus difficile à mesurer et peut varier d'une personne à l'autre en fonction de leurs propres valeurs, aspirations et expériences personnelles. Ainsi, pour une compréhension complète du bien-être, il est judicieux de prendre en compte à la fois sa dimension objective et sa dimension subjective.

En abordant le sujet du bien-être en ville, deux approches se distinguent :

- D'une part, une approche universaliste considère que les éléments constitutifs du bien-être sont les mêmes pour tous, indépendamment du parcours de vie, de la localisation, du moment de vie ou de la culture.
- D'autre part, une approche relativiste (contextualisée) prend en compte les contextes locaux, géographiques, sociaux et culturels dans lesquels le bien-être est perçu et défini comme un processus social, une construction partagée entre différentes catégories sociales (Bailly, Racine, 1988; Pezeu-Massabuau, 2002).

En milieu urbain, la notion d'environnement inclut les éléments bâtis et non-bâtis qui sont définis par leurs propriétés physiques ou chimiques. Cela englobe, en plus des constructions, la présence de la nature (végétation, animaux), les odeurs, les sons, le vent, ainsi que le rayonnement solaire. Les architectes sont responsables de l'esthétique et de la qualité des bâtiments, tandis que les usagers sont sensibles aux caractéristiques physiologiques, et psychologiques de leur perception, également appelée leur "sensorialité".

Selon le Petit Robert, le bien-être des usagers se manifeste par une sensation agréable résultant de la satisfaction de leurs besoins physiques, intellectuels et spirituels. La qualité d'un espace urbain est influencée par la disposition de ses éléments matériels et leur aménagement. Cette qualité peut être évaluée à par le biais des critères objectifs tels que les normes de confort et d'esthétique. Pour garantir le confort, les critères hygiénistes, tels que la disponibilité de la lumière, de l'eau courante et du chauffage, ont été les principaux guides de l'urbanisme décisionnel depuis ses débuts. Ils visent à assurer aux usagers un environnement sensoriellement agréable en limitant les odeurs et les bruits indésirables.

Disparités de représentation entre subjectifs et objectifs

Plusieurs approches ont été développées dans divers contextes sociaux pour étudier la qualité de vie, en utilisant des indicateurs sociaux objectifs et subjectifs. Selon J. Sirgy et al. (2006), les indicateurs subjectifs et objectifs sont deux types d'indicateurs utilisés pour mesurer le bien-être. Les indicateurs subjectifs se réfèrent aux sentiments, attitudes, préférences, opinions, jugements ou croyances, tandis que les indicateurs objectifs se rapportent à des éléments qui peuvent être relativement faciles à observer et à mesurer.

Les études portant sur les facteurs contribuant à la variation du bien-être subjectif ont identifié plusieurs traditions de recherche. La tradition psychologique met l'accent sur le rôle des traits de personnalité dans l'explication du bien-être subjectif (Bernaud et al., n.d.) 2020. Les sociologues et les psychologues sociaux, quant à eux, portent une attention particulière à l'impact du rôle social sur l'évaluation des conditions de vie, notamment en ce qui concerne des aspects tels que le niveau de revenu, le niveau d'éducation, le statut professionnel et les interactions sociales (Brown et al., 2018; Miller, 2020). Leur recherche met en évidence l'importance de comprendre comment ces éléments influencent la manière dont les individus perçoivent et appréhendent leur environnement social.

La position sociale d'un individu, qu'elle soit "verticale" (basée sur des indicateurs tels que le revenu, l'éducation, l'emploi ou la santé) ou "horizontale" (selon l'âge, le sexe ou le type de ménage), peut avoir un impact sur son bien-être subjectif. En effet, la satisfaction de certains besoins humains est considérée comme un facteur clé du bien-être subjectif. La théorie de la nature humaine élaborée par A.H. Maslow (1943) identifie cinq de ces besoins, organisés selon la pyramide de Maslow (voir figure 2.1).



Figure 2. 1 Hiérarchisation des besoins selon la pyramide de Maslow
Source : (Pyramide de Maslow, n.d.)

2.1.2 L'écologie au service du bien-être

De nombreux travaux de recherche s'intéressent désormais aux aspects sensoriels pour étudier les mutations urbaines et les transformations de la ville contemporaine. Cette approche permet d'appréhender de nouvelles dimensions environnementales et de qualité de vie en milieu urbain. L'émergence d'une écologie sensible des espaces construits, qui articule les dimensions naturelles, sociales et bâties des milieux de vie, témoigne de cette nouvelle approche (Torgue, 2019).

Cette approche permet de répondre aux enjeux écologiques de la ville contemporaine en proposant des espaces de qualité et de bien-être. Les éléments naturels, tels que les compositions végétales impactent positivement le bien-être des citoyens en améliorant les relations sociales, en diminuant le stress, l'anxiété et en augmentant le niveau d'altruisme (Kuo et Sullivan, 2001).

De même, les microclimats adaptés ont un impact considérable sur les activités de la ville et la qualité de vie urbaine (figure 2.2). Plusieurs études ont confirmé que les espaces extérieurs de la ville confortables du point de vue thermique contribuent à améliorer la vie économique et sociale ainsi que l'attractivité de la ville pour différentes catégories de la société (Nikolopoulou & Steemers, 2003).



Figure 2. 2 les microclimats adaptés aux services du bien-être des usagers.

Source : (Part of Lake Washington Boulevard Closed to Vehicles | Seattle's Child, n.d.)

2.2 La notion de la 'Qualité'

La notion de qualité peut être définie comme la mesure de l'excellence, de la valeur ou de la satisfaction associée à un produit, un service, un processus ou un environnement. Elle englobe les caractéristiques, les attributs et les performances qui déterminent le degré de conformité à des normes, des exigences ou des attentes préétablies. Cette définition souligne l'importance de respecter les normes, de pouvoir répondre aux besoins des utilisateurs et d'adopter une approche qui se rapproche davantage des désirs que des besoins. (*Méthodes et Outils de La Qualité - Définitions (Selon La Norme ISO 8402)*, n.d.). Il est important de noter que la définition et la perception de la qualité peuvent varier en fonction du contexte, des attentes et des préférences individuelles. Ainsi, la notion de qualité est souvent subjective et peut être évaluée différemment par différents acteurs et parties prenantes.

2.2.1 Du bien-être à la qualité de vie

La qualité de vie est devenue un enjeu majeur des préoccupations politiques et sociétales, abordée par des disciplines variées telles que la sociologie, l'économie, la philosophie, la médecine, la psychologie et la géographie. Pour les urbanistes, la qualité de vie urbaine est un enjeu clé dans les projets d'aménagement et de développement des villes. La question de la mesure, la comparaison, l'observation, la communication demeure un enjeu majeur.

La qualité de vie urbaine ne se réduit pas à un simple confort matériel, mais prend également en compte l'intensité et la diversité des perceptions sensorielles (Vigarello, 1982). Le bien-être devient ainsi une question de sensorialité qui interroge l'adaptation et la satisfaction de l'individu dans son environnement (Sèze, 1994, p.34-35). Il est essentiel de prendre en compte tous les aspects qui contribuent au bien-être des individus dans leur environnement urbain afin de considérer la qualité de vie dans sa globalité (voir figure 2.3).

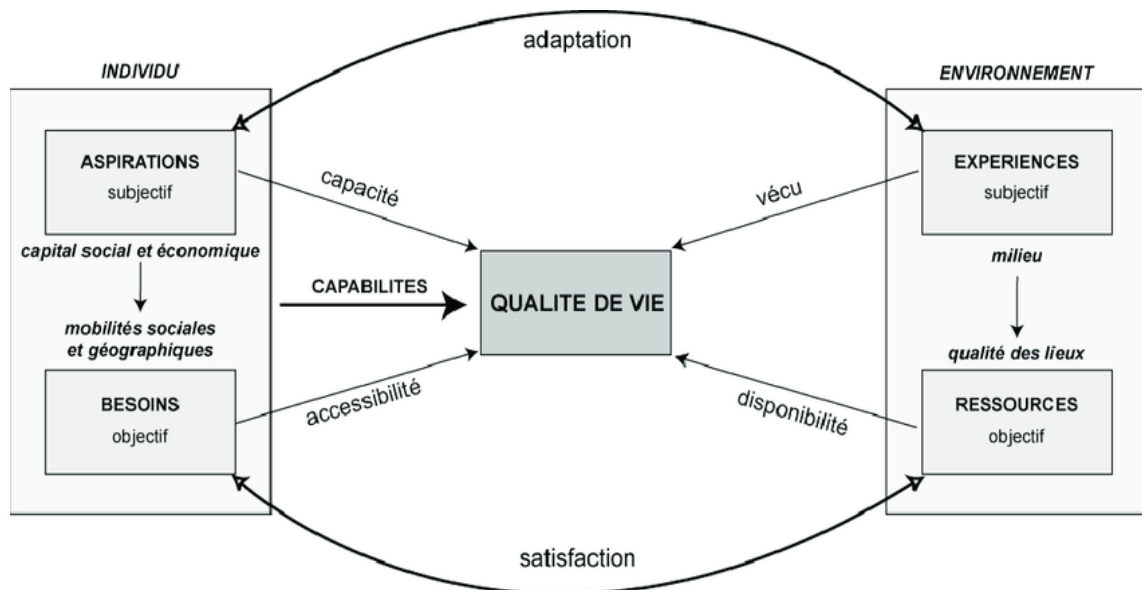


Figure 2. 3 Conception du modèle de la qualité de vie.
Source. S. Bourdin, 2017

Le concept de ‘la qualité de vie’ se veut pour promouvoir les conditions de vie de chacun. Bien que le terme soit communément utilisé aujourd’hui, il peut englober des réalités très différentes. La qualité de vie est un concept et une notion qui suscite l’intérêt de deux sphères antagonistes, lesquelles l’abordent de manière distincte et à des fins spécifiques. Bien qu’elle soit considérée comme un concept scientifique, il existe de multiples définitions et approches méthodologiques pour l’évaluer, qui varient en fonction des disciplines impliquées.

Toutefois, le concept de qualité de vie est écartelé entre des fondements scientifiques difficiles à établir de manière consensuelle et des utilisations variées telles que : l’action politique, la propagande, la communication et notamment le marketing à travers des indicateurs, dont on cite :

1. ISS / Indice de santé sociale

2. IDH / Indice de développement humain
3. EE / Empreinte écologique
4. IBEE / Indice de bien-être économique
5. BLI / Better Life index.
6. IBEST / Indicateurs de bien-être soutenable territorial

2.2.2 Confort et qualités d'usage :

La notion de qualité des usages dans un espace urbain englobe diverses dimensions, notamment morphologiques, fonctionnelles et environnementales (Cunha, 2015). L'objectif de qualifier la ville est de la transformer en un véritable "trésor d'espaces", en donnant vie aux quartiers, en organisant la mobilité et en créant des pôles d'urbanité différenciés afin d'enrichir leurs multiples valeurs d'utilisation (Figure 2.4). Selon la même source, pour améliorer la qualité de vie en milieu urbain, il est essentiel de prendre en compte plusieurs aspects, tels que la qualité des infrastructures construites, la cohérence des espaces publics, la réintroduction de la nature en milieu urbain, ainsi que la répartition d'équipements et l'accès aux services à différentes échelles. En effet, ces éléments jouent un rôle essentiel dans l'attrait des espaces urbains et dans la garantie de confort et de sécurité pour leurs résidents.

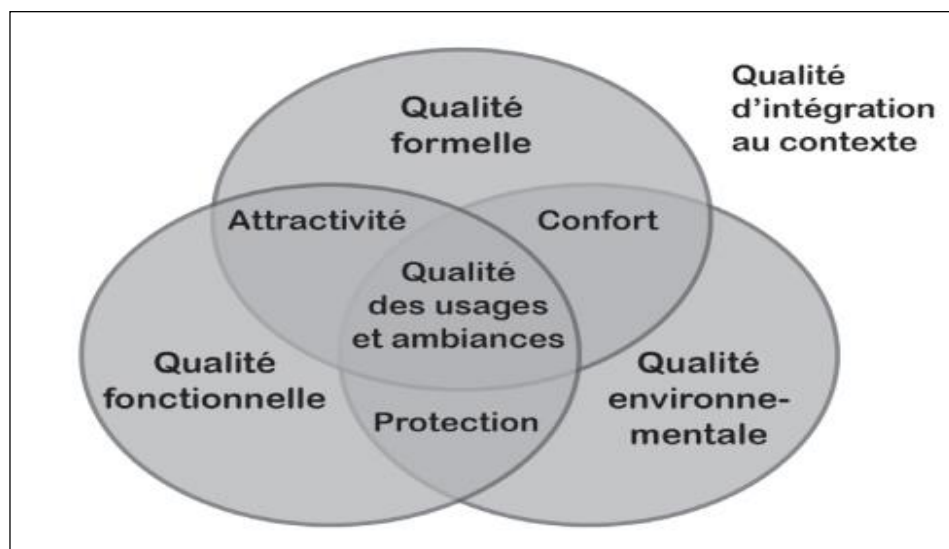


Figure 2. 4 La qualité urbaine : dimensions analytiques. Source : A. Dacunha, 2015.

2.3 Caractérisation des catégories de confort à l'échelle des espaces extérieurs :

La satisfaction vis-à-vis de l'environnement extérieur découle de l'ensemble des dimensions physiques des ambiances, ainsi que des aspects psychologiques et comportementaux qui y

sont associés. Du point de vue physique et physiologique, divers comforts, tels que le confort thermique, respiratoire, acoustique et visuel, sont largement documentés. Des normes ont été établies pour définir des seuils optimaux pour les grandeurs physiques concernées, telles que l'éclairage, la température ou la puissance acoustique. Ces normes, basées sur des recherches et des études approfondies, servent de références pour évaluer la qualité de l'environnement. A noter également que ces grandeurs ne sont pas nécessairement absolues et peuvent varier dans le temps, en fonction des conditions spécifiques et des préférences individuelles (Sundstrom et al., 1997; Groat et Wang, 2002). Par conséquent, une approche holistique et dynamique est nécessaire pour appréhender et améliorer la satisfaction des individus par rapport à leur environnement (Evans et McCoy, 1998; De Dear et al., 2012).

2.3.1 Le confort visuel

Le confort visuel se rapporte à la qualité et à la quantité de lumière disponible dans un espace. La présence de végétation peut avoir un impact significatif sur le confort visuel des personnes dans un environnement donné. Les arbres et les plantes peuvent jouer un rôle important dans la réduction de l'éblouissement en absorbant et en diffusant la lumière du soleil. En outre, les feuilles des arbres et des plantes peuvent filtrer la lumière, créant ainsi des ombres et une ambiance plus agréable pour les personnes qui se trouvent dans l'espace.

La végétation peut également avoir un effet esthétique, contribuant ainsi à la satisfaction visuelle des individus. Les couleurs et les formes des feuilles, des fleurs et des autres éléments de la végétation peuvent apporter une variété et une beauté visuelle dans un espace urbain ou naturel.

En outre, la présence de végétation peut également impacter positivement la psychologie de l'individu. La vue de la nature peut réduire le stress, favoriser la relaxation et augmenter le sentiment de connexion à la nature. Cela peut également encourager les gens à passer plus de temps dans des espaces verts, ce qui peut avoir des avantages pour leur santé physique et mentale. Dans ce sens, la végétation impacte la qualité du confort visuel principalement à travers le degré d'ouverture au ciel exprimé par le facteur (SVF).

Le Sky View Factor

Le Sky View Factor (SVF) est le rapport à un certain point dans l'espace entre le ciel visible et l'hémisphère entier centré à ce point, de valeur comprise entre 0.0 et 1.0 (voir figure 2.5).

Le SVF est important pour de nombreuses applications car il s'agit d'une mesure qui peut être utilisée comme indicateur indirect du rayonnement, qui influence la température de l'air et d'autres phénomènes météorologiques connexes. Le SVF est un facteur clé pour étudier le climat urbain et les effets d'îlots de chaleur urbains, éléments importants pour le bien-être des citoyens.

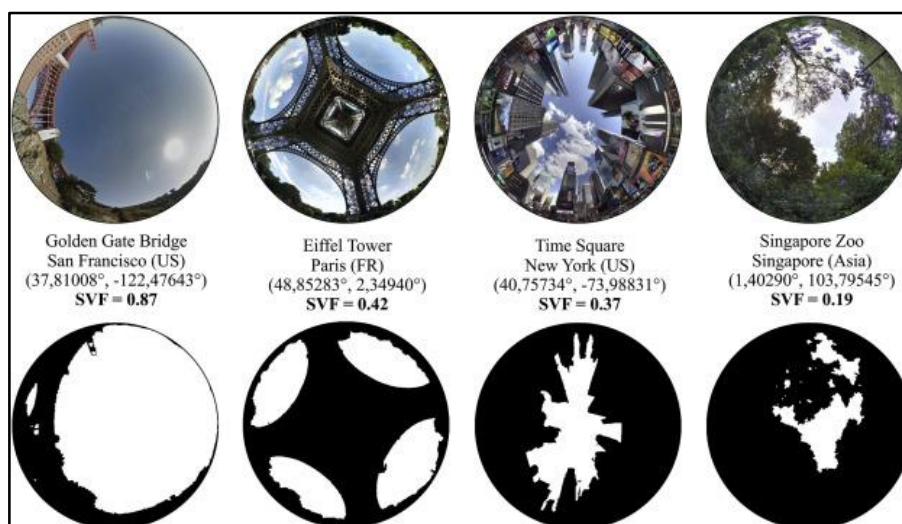


Figure 2. 5 Photographies ‘fish-eye’ générées à partir de Google Street View (en haut), des limites d’horizon détectées (en bas) et des facteurs de vue du ciel respectifs pour quatre emplacements dans le monde. Source :(Middel et al., 2018).

2.3.2 Le confort olfactif

Le confort olfactif dans l'espace extérieur se rapporte à la qualité de l'air et des odeurs qui y sont présentes. Les odeurs peuvent avoir un impact significatif sur le bien-être des personnes qui se trouvent dans un environnement donné. Dans un espace extérieur, la qualité de l'air peut être affectée par divers facteurs, notamment la pollution de l'air, les émissions de gaz d'échappement, les industries, les déchets, etc.

La présence de végétation peut avoir un effet positif sur le confort olfactif dans l'espace extérieur. Les plantes et les arbres produisent des odeurs naturelles agréables qui peuvent contribuer à réduire les odeurs désagréables et à améliorer la qualité de l'air. En outre, la végétation peut absorber certains polluants de l'air, contribuant ainsi à améliorer la qualité de l'air.

Les parfums naturels de la nature peuvent avoir des effets bénéfiques sur le bien-être psychologique des individus. Les odeurs de la nature peuvent favoriser la relaxation, réduire le stress et augmenter le sentiment de connexion à la nature. Cela peut contribuer à améliorer l'humeur et la santé mentale des personnes qui se trouvent dans un espace extérieur.

2.3.3 Le confort phonique

Le son est défini dans le domaine de la physiologie, comme une sensation auditive engendrée par une vibration des ondes acoustiques (Delcros, 2018). Le bien-être humain est étroitement liée au confort sonore, car les nuisances sonores peuvent augmenter le stress, perturbe le sommeil et même causer des problèmes de santé graves. Cependant, la végétation peut être une solution à ce problème par le biais des feuilles, plus ou moins poreuses, qui peuvent absorber, réfléchir ou réfracter le bruit. De plus, la végétation a un impact sur l'absorption du bruit par le sol, tandis que les bruits naturels de la ville, tels que les chants d'oiseaux et le bruissement des feuilles, peuvent masquer les bruits de la vie urbaine. Les toitures végétalisées peuvent également apporter une isolation phonique, dont l'effet varie en fonction de la teneur en eau et de l'épaisseur du substrat.

2.3.4 Le confort thermique

Selon Freitas et al. (2014), le confort thermique est un facteur essentiel pour le bien-être et la santé humaine dans les zones urbaines. Cependant, cette discipline est complexe et comporte de nombreux paramètres climatiques, physiologiques et culturels, qui ajoutent un aspect subjectif à l'estimation du confort thermique. La température, le vent, l'humidité et le rayonnement solaire sont les paramètres fondamentaux qui constituent l'environnement thermique. L'estimation du confort thermique est subjective et dépend de chaque individu.

Les espaces extérieurs sont une composante importante dans la promotion de la qualité de vie en milieu urbain. Toutefois, le confort thermique en milieu urbain est une question complexe avec plusieurs niveaux de préoccupations. Le microclimat local est le facteur le plus important qui influe sur les sensations thermiques et les appréciations de confort des personnes. Malgré l'essor significatif de cette discipline dans les pays du Nord, comme l'Allemagne, la Pologne, la Suède et la France, il y a eu peu d'études entreprises sur le confort thermique en milieu extérieur (Johansson et al., 2014)

En somme, le confort thermique est un enjeu majeur pour la santé et le bien-être des individus dans les zones urbaines, et cela inclut également les espaces extérieurs. Une meilleure compréhension des facteurs qui influencent le confort thermique peut aider à concevoir des espaces extérieurs plus confortables et agréables pour les habitants des villes.

Le confort thermique influe sur la perception de l'environnement, les conditions microclimatiques peuvent être déterminantes pour le succès ou l'échec des espaces urbains

extérieurs et de leurs activités. Pour ces raisons, les évaluations sont à la fois dynamiques et subjectives : dynamique en ce sens que l'adaptation à une condition thermique ambiante est progressive, et que la sensation thermique est principalement affectée par expérience antérieure.

Et elle peut être subjective dans le sens où l'évaluation d'une condition de confort thermique n'est pas toujours compatible avec la condition climatique ou biométéorologique objective. En plus aux aspects climatiques du confort thermique, une variété de facteurs : psychologiques, personnels, comportementaux et des facteurs sociaux qui influencent et les perceptions de l'espace urbain viennent en jeu lorsque les gens sont à l'extérieur (Figure 2.6).

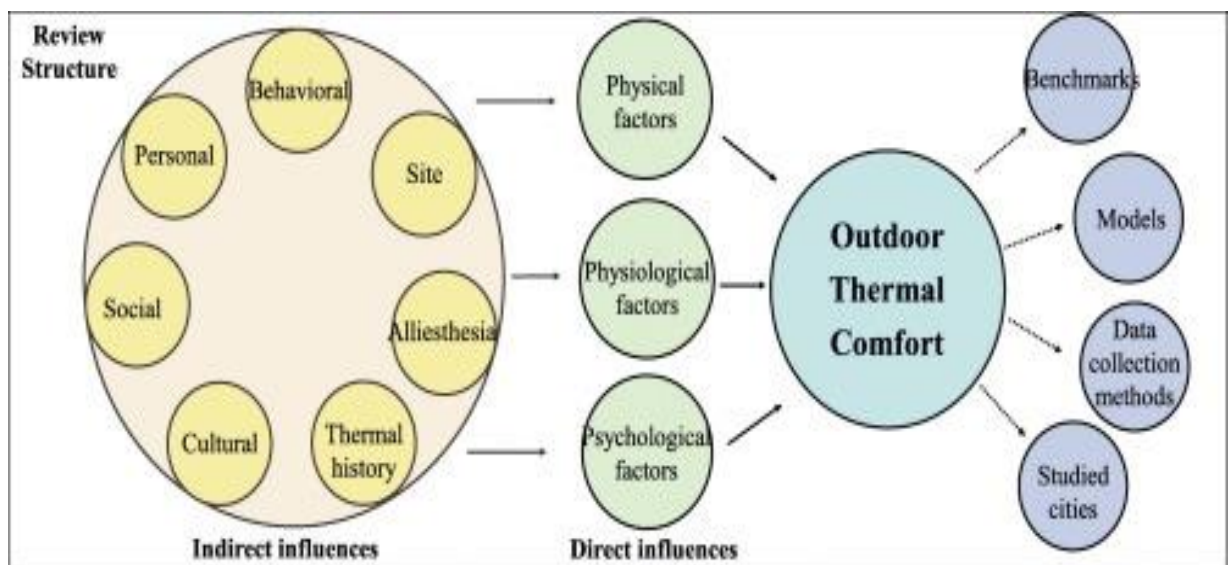


Figure 2. 6 les influences directes et indirectes sur le confort thermique dans les espaces extérieurs.
Source : D. Lai et al, 2020.

2.3.5 Les paramètres du confort thermique

Le confort thermique est un concept complexe influencé par divers facteurs, qui peuvent être regroupés en deux grandes catégories : les facteurs individuels et les facteurs environnementaux (voir Figure 2.1). En ce qui concerne les variables environnementales extérieures, elles comprennent la température de l'air, la température radiante moyenne (qui englobe le flux solaire et les températures des surfaces), la vitesse de l'air et l'humidité de l'air. Les facteurs individuels, quant à eux, jouent également un rôle essentiel dans le confort thermique des individus, que ce soit à l'intérieur des bâtiments ou dans un environnement urbain. Parmi ces facteurs individuels, on retrouve notamment le niveau d'activité métabolique, l'habillement et les mécanismes d'adaptation à l'environnement thermique, tels que les adaptations physiologiques, comportementales et/ou psychologiques.

Il convient de souligner que la température de l'air ne suffit pas à elle seule pour décrire pleinement la sensation thermique ressentie par les individus. En effet, celle-ci est également influencée par des facteurs tels que l'exposition au rayonnement solaire, l'humidité de l'air et la présence du vent (Figure 2.7). Ces éléments interagissent de manière complexe et contribuent à la perception globale du confort thermique (ASHRAE, 2017; Nicol et Humphreys, 2002).

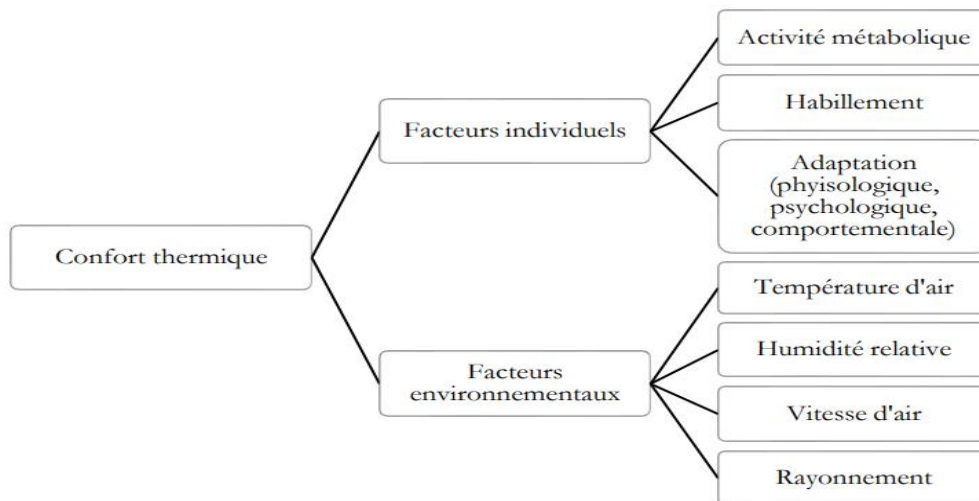


Figure 2. 7 Facteurs qui influencent le confort thermique des usagers. Source : (ASHRAE, 2017; Nicol et Humphreys, 2002)

- L'humidité Relative (HR)

Le confort thermique est largement influencé par l'humidité relative, qui peut réduire le potentiel de variation de température due à l'évaporation sur le corps. Cependant, un taux d'humidité élevé combiné à une température élevée peut avoir des effets néfastes sur le confort thermique. Ces facteurs varient selon les zones climatiques et les saisons (voir figure 2.8), rendant la mesure du confort thermique complexe et variable dans le temps et l'espace.

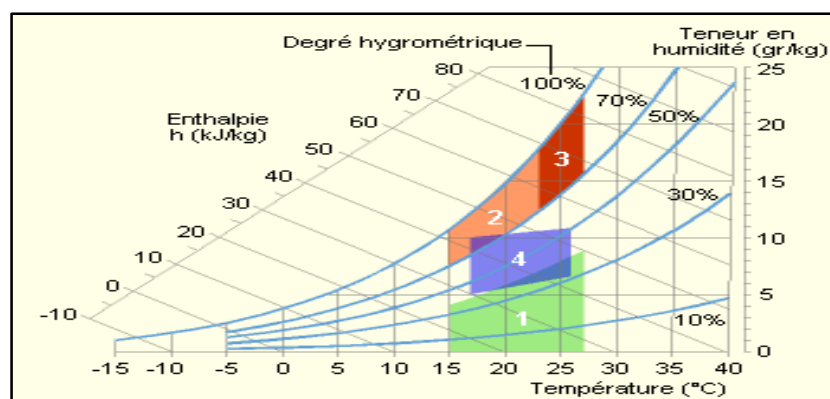


Figure 2. 8 Zones de confort et inconfort Source : (*Confort Thermique : Généralité - Energie Plus Le Site*, n.d.)

1. Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.
2. Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de microchampignons.
3. Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.
4. Polygone de confort hygrothermique.

▪ **La vitesse de l'air**

La vitesse de l'air (et plus particulièrement de la vitesse relative de l'air par rapport à l'individu), est un facteur important pour le confort thermique de l'être humain, dans la mesure où il peut avoir un impact sur les échanges de chaleur par convection et augmenter l'évaporation à la surface de la peau. Entre autres, le confort thermique est influencé par plusieurs paramètres, notamment la température, l'humidité, la radiation solaire et la vitesse de l'air. Cette dernière peut influencer la sensation de chaleur ou de fraîcheur ressentie par une personne. En effet, lorsque l'air est en mouvement, il peut emporter la chaleur produite par le corps et ainsi créer une sensation de fraîcheur. À l'inverse, lorsque l'air est immobile, la chaleur s'accumule autour du corps et crée une sensation de chaleur désagréable.

Il existe des normes internationales pour évaluer le confort thermique, telles que la norme ISO 7730:2005 qui définit des modèles mathématiques pour évaluer le confort thermique en fonction de différents paramètres, dont la vitesse de l'air. Cette norme recommande notamment une vitesse de l'air de 0,15 m/s pour un confort thermique optimal en été dans un environnement de travail.

La considération de la vitesse de l'air, et plus spécifiquement de sa vitesse relative par rapport à l'individu, revêt une importance capitale, car elle impacte les échanges de chaleur par convection et favorise l'évaporation à la surface de la peau. En milieu ouvert ou en extérieur, la vitesse de l'air joue un rôle significatif dans l'amélioration du confort thermique en favorisant les échanges convectifs avec le corps humain et en augmentant les échanges thermiques entre l'air et le corps. Cependant, il est à noter que le mouvement de l'air peut également réduire la température corporelle, ce qui peut être bénéfique pendant l'été, mais inconfortable en hiver en raison des courants d'air (ASHRAE, 2017; Humphreys, 2005).

Diverses recherches avaient pour objectifs de déterminer l'effet rafraîchissant du vent en milieu extérieur ouvert ; (Ep-Bellara & Abdou, 2016); Ng et al., 2011;(Athamena, 2013),

Cheng et al., 2012; Ng and Cheng, 2012; Ng, 2012; Emmanuel et al., 2016). Où il a été constaté que cet effet dépend principalement de la vitesse du vent et de l'humidité de l'air (voir figure 2.9). Les résultats ont également montré que plus l'humidité relative est élevée, plus l'effet rafraîchissant du vent est réduit. En outre, l'effet de rafraîchissement est plus élevé à des vitesses de vent plus faibles.

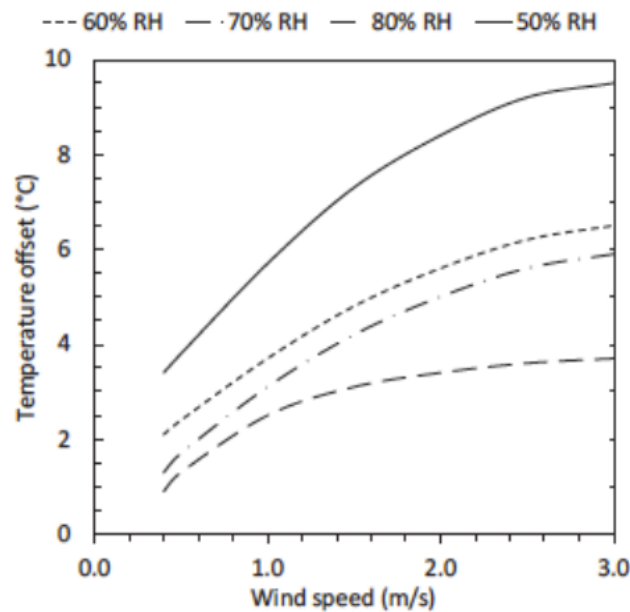


Figure 2. 9 Corrélations entre vitesse des vents, température et humidité relative. Source : *Confort Thermique : Généralité - Energie Plus Le Site*, n.d.)

▪ La Température Moyenne Radiante (T_{mrt})

La température radiante moyenne (TRM) est une grandeur physique qui permet de prendre en compte les échanges de chaleur par rayonnement entre un individu et son environnement. Selon Auliciems et de Dear (1975), la TRM représente la température moyenne d'un environnement fictif qui produirait les mêmes échanges radiatifs. Elle est calculée en prenant en compte deux types de rayonnements : le rayonnement solaire direct et diffus en courte longueur d'onde et le rayonnement émis par les différentes surfaces en grande longueur d'onde. La T_{mrt} est considérée comme une mesure plus complète du confort thermique que la température de l'air seule, car elle prend en compte les effets de rayonnement qui peuvent avoir un impact significatif sur le ressenti de chaleur ou de fraîcheur d'une personne. La T_{mrt} est souvent utilisée en complément de la température de l'air pour décrire les conditions thermiques d'un espace.

La T_{mrt} a également une forte influence sur les indices de confort thermo-physiologique tels que (PET) ou vote moyen prédit (PMV).

▪ **L'indice de vote moyen prévisible PMV**

Les indices PMV (*Predicted Mean Vote*) et PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) sont des indices utilisés pour évaluer le confort thermique d'un environnement donné. Ces indices ont été développés par Fanger dans les années 1970, et sont décrits en détail dans la norme ISO 7730:2005. Le PMV représente une estimation de la moyenne des votes de personnes exposées à une certaine température et humidité relative, alors que le PPD représente la proportion de personnes qui pourraient être insatisfaites dans ces conditions. Dont le plus souvent sont introduits par les acteurs de la conception architecturale et de la gestion de l'environnement intérieur pour assurer un niveau de confort thermique satisfaisant pour les occupants.

Le calcul du PMV et du PPD repose sur une multitude de variables différentes, telles que la température de l'air, la température radiante moyenne, la vitesse de l'air et l'humidité relative. Ces variables sont utilisées pour déterminer les valeurs correspondantes, qui permettent ensuite d'ajuster les paramètres de l'environnement thermique. L'objectif est d'atteindre un niveau de confort thermique optimal pour les personnes présentes dans cet environnement (consultez la figure 2.10). La plage de confort thermique s'étend de la sensation légèrement fraîche (-1) à la sensation légèrement chaude (+1), avec une échelle allant de -1 à +1. Il est essentiel de souligner que les indices PMV et PPD ne représentent pas une mesure absolue du confort thermique, car ils peuvent varier en fonction de la situation individuelle et de la perception personnelle.

+3	chaud
+2	tiède
+1	légèrement tiède
0	neutre
-1	légèrement frais
-2	frais
-3	froid

Figure 2. 10 : valeurs de l'indice PMV aux degrés de confort. Source :Fiche Médico-professionnelle <https://www.fmppresanse.fr/fiches-nuisance/detail/7798>

Malgré qu'ils sont conçu pour des études en intérieur avec des conditions climatiques modérées, cet indice a également été utilisé dans certaines études en extérieur (Johansson et al., 2014). Cependant, plusieurs auteurs ont démontré que la corrélation entre l'indice PMV et les évaluations subjectives du confort était très faible (Nikolopoulou & Steemers, 2003) (Höppe, 2002; Cheng et al., 2012). De plus, il a été constaté que cet indicateur surestimait la perception thermique lors des périodes de chaleur.

2.4 Les espaces extérieurs végétalisés, un support pour le confort et bien-être

2.4.1 Composition des espaces extérieurs

Selon Roy, Byrne et Pickering (2012), les espaces verts publics englobent une variété de zones, telles que les parcs, les terrains de sport, les berges de cours d'eau et les zones de conservation de la nature. En plus des espaces conventionnels, des zones moins courantes comme les murs verts, les allées et les cimetières peuvent également être considérées comme des espaces verts publics.

Dans son ouvrage '*Saving the planet by design*', l'urbaniste malaisien (Ken yeang, 2019) a proposé une approche d'écoconception basée sur l'intégration de quatre trames ou infrastructures : verte (végétale), bleue (eau), grise (réseaux techniques). Par la prise en considération ces différentes trames, il est possible de concevoir des espaces extérieurs fonctionnels, durables et confortables pour les habitants, tels que des lieux de vie collectifs et des espaces de rencontre conviviaux. Pour atteindre cet objectif, il est important de prendre en compte le confort climatique, notamment en utilisant la végétation pour protéger des vents dominants et en limitant le coefficient d'albédo des revêtements de sol pour réduire la chaleur radiante. La prise en compte des aspects visuels et olfactifs est également importante ; tels que le choix des essences d'arbres, et de prévoir des équipements adaptés et un mobilier urbain minimal pour favoriser la convivialité (voir figure 2.11).



Figure 2. 11 Structure et pluralité d’usage dans un espace extérieur. Source (Yeang, n.d.)

Pour améliorer le confort et le bien-être des usagers, il est important de penser aux aspects sensoriels de l'espace extérieur. Ainsi, la présence de la végétation, des zones ombragées et des éléments aquatiques peut contribuer à réduire la température ambiante et à créer une ambiance agréable (Sèze, 1994). De même, la qualité de l'air et la présence de bruit peuvent avoir un impact sur le confort des usagers, ce qui constitue un ensemble de points importants pour réussir la conception des espaces extérieurs (Barbosa et al., 2016).

- Le choix des matériaux, des végétaux et des formes urbaines pour améliorer le confort climatique :

L'utilisation de matériaux réfléchissants et/ou clairs, avec des albédos élevés, pour les revêtements des espaces publics, peut contribuer à réduire l'intensité des îlots de chaleur urbains (ICU). Pour densifier les quartiers économiques tout en réduisant les ICU, il est important de préserver des espaces ouverts végétalisés et de favoriser les aérations naturelles en orientant les rues de manière adéquate.

- L'Albédo

L'aménagement urbain joue un rôle crucial dans la gestion des températures urbaines, et l'un des aspects clés est l'albédo des surfaces et des matériaux utilisés. L'albédo est une mesure du rapport entre l'énergie solaire réfléchi et l'énergie solaire reçue, comme défini dans une étude menée par Santamouris et al. (2017). Pour contrer les effets néfastes de l'îlot de chaleur urbain, la meilleure stratégie consiste à augmenter l'albédo des surfaces et à promouvoir une

plus grande présence de végétation. En outre, il est essentiel de considérer l'impact de la forme et de l'organisation des bâtiments, car les rues étroites bordées de structures en hauteur favorisent la stagnation de l'air chaud, comme souligné par Oke (1988). En prenant en compte ces facteurs, on peut travailler à atténuer les effets de la chaleur urbaine et à créer des environnements plus confortables pour les habitants.

- Favoriser le rafraîchissement naturel avec des espaces aux surfaces perméables, végétalisées et des plans d'eau :

Les surfaces perméables participent à la diminution des ICU par la présence de l'eau, les échanges thermiques liés à l'évapotranspiration, l'ombrage saisonnier des infrastructures. Certaines activités disposent d'une surface importante pour la végétalisation (toiture, façades).

2.4.2 L'ambiance comme enjeu des espaces contemporains

Selon Thibaud et Duarte (2013), la notion d'ambiance est un point de rencontre entre trois enjeux contemporains : la qualité de vie des citoyens, les stratégies socio-économiques des villes et les problèmes écologiques. Elle permet de mieux comprendre l'écologie urbaine actuelle. Au niveau des espaces extérieurs, l'ambiance est définie comme un espace-temps ressenti de manière sensible, résultant de l'interaction entre des formes sensibles, spatiales et sociales. Elle va au-delà de la simple perception visuelle d'un environnement, en permettant de ressentir des situations urbaines et la vie urbaine de manière sensible et partagée.

Pour créer des espaces urbains plus agréables et attractifs pour tous les résidents de la ville, l'urbaniste doit adopter une approche axée sur les "ambiances en partage" (Thibaud et Duarte, 2013). Cela implique de considérer les dimensions sensorielles et sensibles de l'espace public, telles que les aspects sonores, tactiles, olfactifs et esthétiques. En utilisant le concept du design multisensoriel, il est possible d'intégrer les espaces publics de manière harmonieuse dans leur environnement, en créant ainsi des environnements urbains qui sont à la fois confortables, ludiques, inclusifs et attrayants pour tous les citoyens (Ascher, 2001: 94). Cette approche permet de favoriser une expérience positive de l'espace public, en accordant une attention particulière à la diversité des besoins et des préférences des individus qui fréquentent ces espaces.

2.4.3 Atouts rendus par la végétation dans les espaces verts extérieurs

Le développement d'espaces publics durables constitue un enjeu majeur de l'urbanisme contemporain. Selon Gehl (2012), cela implique de mettre en place des espaces communs, confortables, sûrs et attractifs, qui répondent aux besoins des usagers.

Les atouts rendus par la végétation en milieu urbain sont nombreux et indéniables. Se référer à des solutions naturelles notamment des aménagements verts adaptés aux contextes urbains, constitue une opportunité pour les acteurs et les professionnels de la ville pour arriver à une meilleure qualité de l'environnement urbain. Afin d'atteindre cette notion, la conjugaison et la mise en corrélation de ces composantes (végétation, eau, dispositifs de construction adaptés...etc) s'imposent comme outils opérationnels afin d'améliorer les conditions de la qualité de vie quotidienne (Figures 2.12).

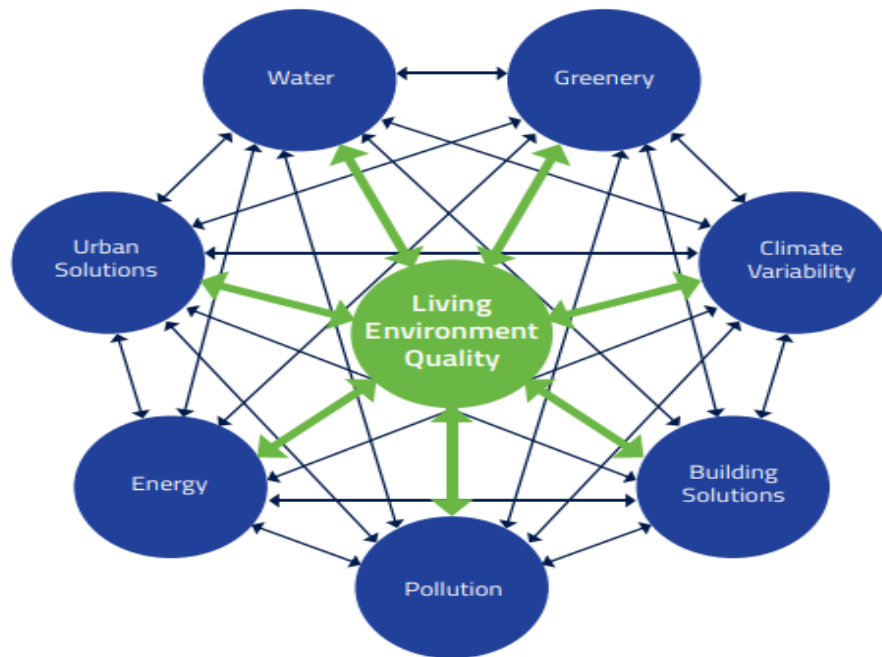


Figure 2. 12 la corrélation des solutions afin d'améliorer la qualité de l'environnement urbain vécu. Source (Brown & Mijic, 2020)

L'ensemble de points évoqués constituent des services rendu par les compositions végétales en milieu urbain connu par 'les services écosystémique' (L. Mahdi, 2014) c'est-à-dire des bénéfiques que les écosystèmes fournissent aux êtres humains et à l'environnement, sont en interactions permanentes avec les constituants du bien-être comme présentés dans la (figure 2.13)

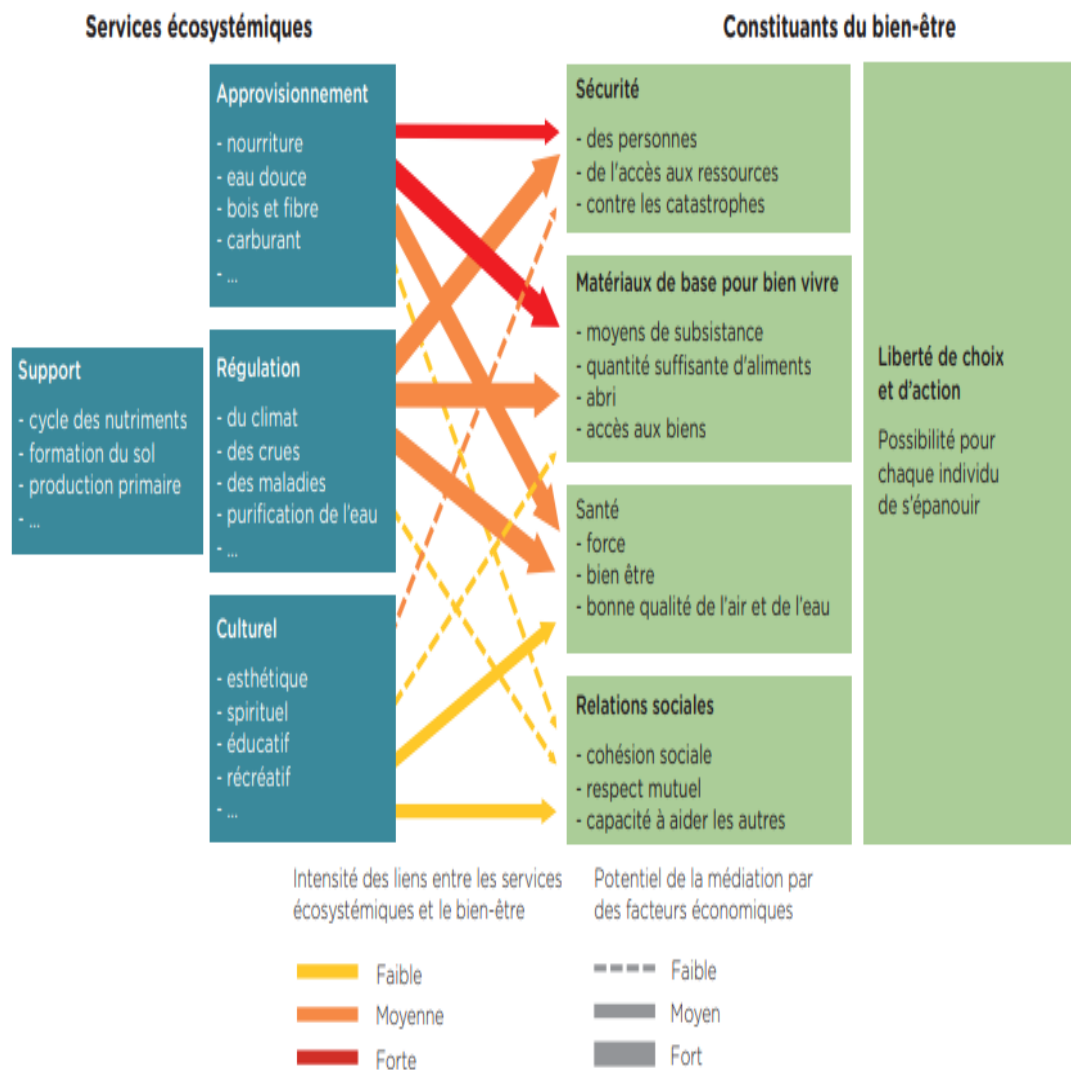


Figure 2. 13 Les interactions des services rendus par la végétation avec les constituants du bien-être. Source Mahdi. L (2014).

▪ Supports pour l'activité physique

Les espaces verts jouent un rôle essentiel en tant que support pour l'activité physique des individus. Ils offrent un environnement propice à la pratique d'exercices physiques et à l'engagement dans des activités sportives de plein air. Voici quelques points importants à considérer :

- **Accessibilité** : Les espaces verts de proximité permettent aux citoyens d'accéder facilement à des zones naturelles où ils peuvent s'engager dans des activités physiques. Lorsque ces espaces sont facilement accessibles à pied ou à vélo, ils encouragent les gens à être plus actifs au quotidien.

- **Diversité des activités** : Les espaces verts offrent une variété d'opportunités pour l'activité physique. Les parcs et jardins peuvent être utilisés pour la marche, la course à pied, le vélo, le yoga, le football et bien d'autres activités. Cette diversité permet aux individus de choisir des activités qui correspondent à leurs préférences et à leurs capacités.
- **Environnement naturel** : Les espaces verts offrent un environnement naturel agréable pour l'activité physique. L'air frais, la présence d'arbres, de fleurs et de végétation créent une atmosphère relaxante qui favorise la motivation et le bien-être pendant l'exercice.
- **Interaction sociale** : Les espaces verts sont souvent des lieux de rencontre et d'interaction sociale. Les gens peuvent se réunir pour faire de l'exercice ensemble, participer à des cours collectifs ou simplement se promener et discuter. Cela favorise un sentiment de communauté et peut encourager la persévérance dans l'activité physique.

Bien-être psychologique

Les espaces verts sont connus pour *leurs effets bénéfiques sur la* réduction du stress et l'amélioration du bien-être mental. L'activité physique pratiquée dans un environnement naturel peut aider à soulager l'anxiété, à améliorer l'humeur et à favoriser la détente.

A noter que la conception et l'aménagement des espaces verts doivent prendre en compte les différents besoins des utilisateurs, en proposant des équipements adaptés, des sentiers accessibles et des installations sportives variées. L'intégration des espaces verts dans les plans d'urbanisme favorise un mode de vie actif et sain pour les citoyens.

Diminution de la pollution de l'air

Les arbres jouent un rôle significatif dans l'interception des particules présentes dans l'air. Les feuilles des arbres sont dotées d'une rugosité qui permet de retenir la plupart de ces particules à leur surface. Selon leur taille, ces particules peuvent varier de moins de 1µ à une cinquantaine de microns. Elles peuvent être réintroduites dans l'air, lavées par la pluie ou retomber au sol lors de la chute des feuilles. Certaines particules peuvent également pénétrer

dans les tissus des feuilles à travers la cuticule ou des blessures, en fonction de leur solubilité dans l'eau et éventuellement via les stomates.

Le piégeage des particules est influencé par des facteurs similaires à ceux qui affectent le fonctionnement des stomates, à l'exception de la densité stomatique (Figure 2.14). De plus, la structure de la surface des feuilles (rugosité et pilosité), l'épaisseur et la composition de la cuticule ont également un impact sur le piégeage des particules (Chen et al., 2014).

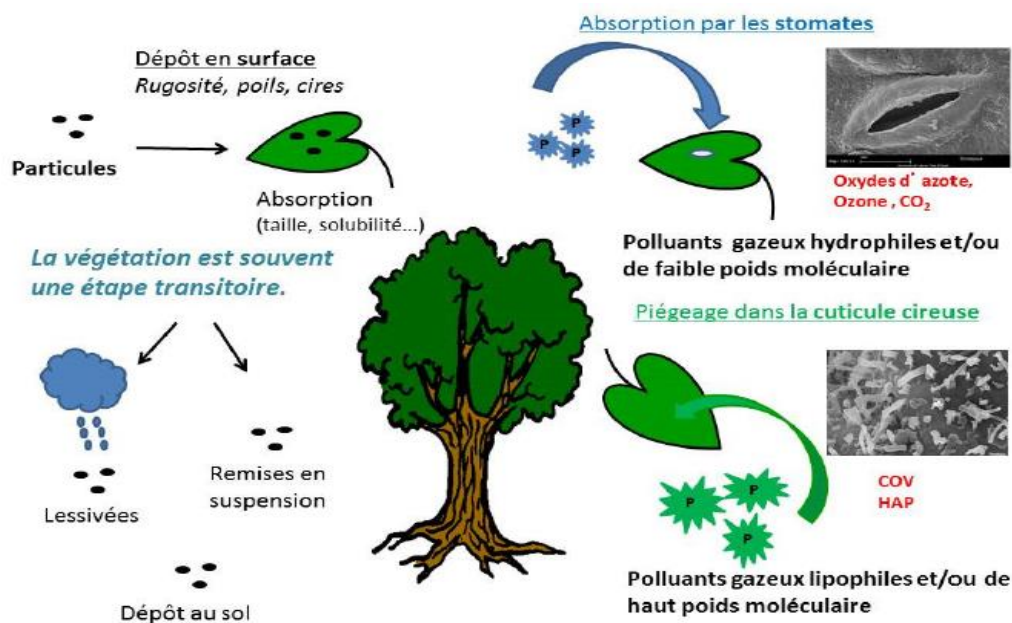


Figure 2. 14 Mécanismes d'interactions entre les plantes et les polluants. Source(LARRAMENDY, 2014)

2.4.4 Effets de la végétation sur le microclimat

La relation entre la végétation et le microclimat urbain a été l'objet d'études approfondies de la part de nombreux chercheurs. Une récente étude réalisée par Akbari et al. (2019) s'est penchée sur l'impact de la végétation sur le microclimat urbain et a révélé plusieurs effets significatifs.

Selon cette étude, la présence de végétation dans les zones urbaines peut entraîner une réduction de la température ambiante grâce à l'ombrage qu'elle procure. Les arbres et les plantes créent des zones d'ombre qui réduisent l'exposition directe au rayonnement solaire, limitant ainsi l'absorption de chaleur par les surfaces environnantes. Cette diminution de la température ambiante est particulièrement bénéfique pendant les périodes de chaleur intense.

De plus, la végétation favorise l'évapotranspiration, qui correspond à l'évaporation de l'eau présente dans le sol ainsi qu'à la transpiration des plantes elles-mêmes. Ce processus contribue à rafraîchir l'air ambiant en augmentant l'humidité relative de l'environnement. L'évapotranspiration joue également un rôle dans la régulation de la température locale en absorbant une partie de la chaleur présente dans l'atmosphère.

Baisse de température

La végétation rend cette réduction de chaleur possible grâce à quatre mécanismes :

- Avec un albédo plus élevé par rapport aux matériaux de construction comme le béton ou l'asphalte,
- Par l'évaporation et la transpiration (la somme de ces deux processus ensemble s'appelle l'évapotranspiration) (figure 2.15).
- Avec une capacité thermique spécifique plus faible, les verdure absorbent moins de chaleur
- Avec de l'ombrage, les feuilles et les branches réduisent la quantité de rayonnement solaire qui atteint les surfaces urbaines sous la couche de canopée.
- Lorsque l'eau liquide s'évapore en vapeur, cela demande de l'énergie (sous forme de chaleur) qui est prélevée dans l'air ou des végétaux, entraînant ainsi un refroidissement de l'air.

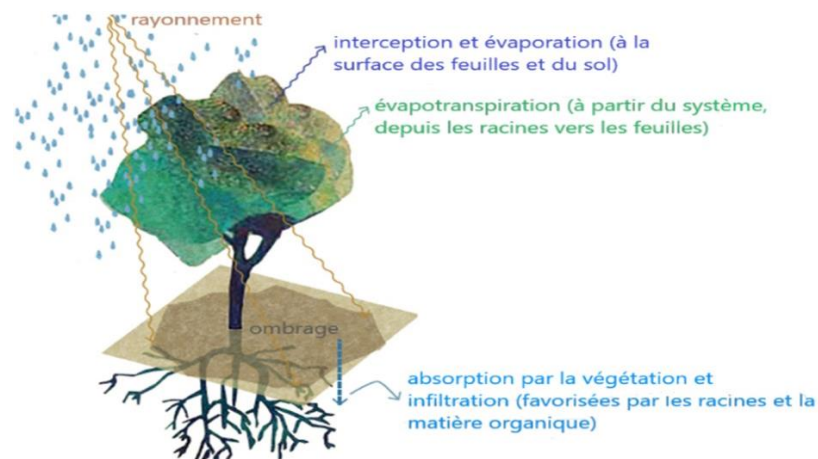


Figure 2. 15 Mécanisme d'évapotranspiration par un arbre Source : Bruxelles Environnement (adapté VITO et WITTEVEEN+BOS 2020)

L'effet de séquestration

La séquestration du CO₂ par la végétation est une conséquence directe de la photosynthèse. Lorsque les plantes absorbent le CO₂ de l'atmosphère, elles utilisent une partie de ce carbone

pour produire des hydrates de carbone (comme le glucose) par la photosynthèse. Ce carbone est ensuite stocké dans différentes parties de la plante, comme le tronc, les branches, les feuilles et les racines. En conséquence, la végétation agit comme un puits de carbone, contribuant à réduire la concentration de CO₂ dans l'atmosphère et à atténuer le changement climatique.

Il convient de noter que la capacité de séquestration du CO₂ par la végétation peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que le type d'espèce végétale, l'âge de la plante, sa taille, les conditions environnementales (comme la disponibilité en lumière et en eau) et les niveaux de pollution atmosphérique.

Contribution de la végétation au confort thermique

Pour améliorer le confort thermique des usagers des espaces urbains, il est essentiel de développer des petits espaces verts à travers la ville, de préférence ombragés, et de les connecter autant que possible. Une densification du réseau d'espaces verts et une augmentation des superficies d'espaces verts auront un impact significatif sur le refroidissement et se feront ressentir à grande échelle (Loughner et al., 2012).

La localisation des espaces verts joue également un rôle crucial. Les espaces verts situés du côté vent de la ville permettent au vent de disperser de l'air frais dans la ville, tandis que certains axes verts peuvent servir de "couloirs climatiques" en reliant la ville à des zones périphériques plus fraîches (Gómez-Baggethun et al., 2013).

L'utilisation de la végétation dans les zones urbaines est l'une des stratégies d'atténuation de l'effet d'îlot de chaleur urbain (UHI). La végétation contribue à l'effet Park Cool Island (PCI), réduisant ainsi la température de l'air jusqu'à 3 à 4 °C pendant les mois d'été (Wania et al., 2012). En créant des espaces verts et en augmentant la couverture végétale, il est possible de réduire les températures élevées et d'améliorer le confort thermique dans les zones urbaines.

L'eau comme solution microclimatique.

L'utilisation de l'eau comme solution microclimatique contribue au rafraîchissement de l'air, mais son impact sur le confort thermique est limité en l'absence d'ombrage (Akbari et al., 2008). Cependant, la présence d'eau peut rendre le climat urbain plus agréable. Plus l'eau s'évapore facilement, plus l'effet de refroidissement est important (voir figure 2.16). Les fontaines et les brumisateurs sont plus efficaces que l'eau stagnante pour générer cet effet,

bien qu'ils soulèvent des questions de consommation d'eau potable et d'énergie. Par exemple, une fontaine à jet à Tokyo a entraîné une réduction de 1 à 2°C de la température dans la zone exposée au vent (Kimoto et al., 1998).

Dans les espaces publics, les aménagements d'eau peuvent avoir un effet rafraîchissant à condition d'être correctement conçus et dimensionnés, en évitant notamment les eaux peu profondes et stagnantes. Sinon, la chaleur absorbée par l'eau pendant la journée sera progressivement libérée dans l'environnement pendant la nuit, renforçant ainsi localement l'effet d'îlot de chaleur (Voogt et Oke, 2003). Des recherches récentes soulignent l'importance de la température et de l'humidité relative pour évaluer les changements climatiques locaux (Sailor, 2011).

Les cours d'eau, en particulier lorsqu'ils sont entourés d'une végétation abondante, peuvent efficacement augmenter l'humidité de l'air par évapotranspiration (Bowler et al., 2010). L'efficacité des masses d'eau dans les sites micro-locaux et les stratégies d'atténuation de l'îlot de chaleur urbain est un sujet d'étude pour fournir des recommandations futures (Wong et al., 2012). À proximité immédiate des surfaces d'eau, la température de l'air est considérablement plus fraîche. Il est donc idéal de combiner la présence d'eau avec l'effet d'ombrage fourni par la végétation (Oliveira et al., 2011).

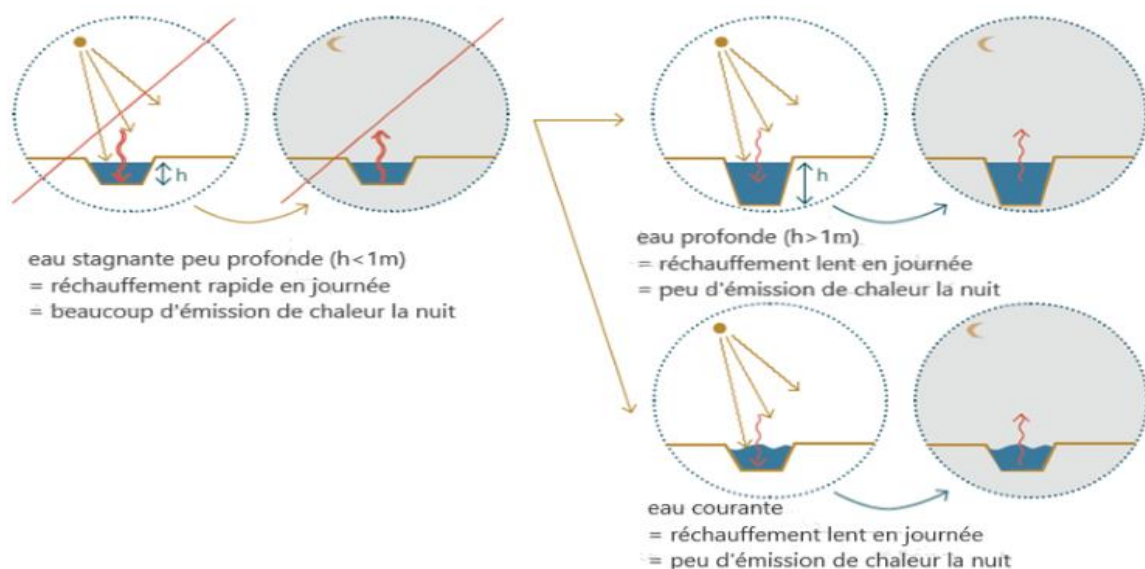


Figure 2. 16 impact des états de l'eau sur le microclimat. Source (Liagre, 2015)

Conclusion du chapitre II

Suite à l'analyse bibliographique effectuée durant ce chapitre, il est clair que les notions de bien-être et de confort(s) sont un sujet multidimensionnel couvrant principalement une variété de composantes entre subjectives et objectives, un caractère d'importance majeure pour les qualités d'usages et d'appréciation des espaces extérieurs en milieu urbain.

Cette notion de 'Qualité' qui a permis aussi d'aborder, et de voir comment cette dernière est devenue un champ d'investigation de plusieurs recherches à l'image de la qualité de vie, la qualité des ambiances et la qualité environnementale des espaces en milieu urbain.

Nous avons étudié les répercussions de la végétation sur la transformation du climat urbain et l'amélioration des conditions de bien-être. Les arbres jouent un rôle essentiel en régulant la température de l'air, en fournissant une protection contre le soleil, le vent et les bruits, et en contribuant à améliorer non seulement le confort thermique, mais également le confort visuel et olfactif de l'environnement urbain.

Entre autres, et dans le but de caractériser le confort thermique dans un espace extérieur, on a pu tirer des indicateurs déterminants permettant d'évaluer les sensations de confort (Le facteur de vue du ciel (SVF), le PMV, l'albédo des surfaces... etc.), à clarifier les corrélations et les mécanismes d'interactions en relation avec les facteurs microclimatiques clés dans un espace extérieur (la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse des vent). Et mettre en lumière la contribution du binôme 'eau-végétation' au rafraîchissement de l'air en tant que solution efficace face au phénomène de l'îlot de chaleur urbain (ICL).

Ainsi, rappelons que l'objectif de cette thèse est de mener une 'évaluation multicritères', en se focalisant sur la dimension du 'bien-être' de l'utilisateur dans un espace extérieur, à faire sortir et valider des éléments méthodologiques, des critères et indicateurs contextualisés pour une évaluation intégrant des éléments de réponse aux objectifs de cette recherche.

Avant d'engager cette étape d'analyse et de validation, il est important de prendre connaissance de cette notion d'évaluation, un feedback de la littérature scientifique, où un nombre de travaux ont été menés en examinant les facteurs climatiques, physiologiques et psychologiques qui ont une influence sur le bien-être et le confort de l'individu.

Ce retour d'expérience permettra entre autres, de sélectionner les approches d'évaluation les plus représentatives à leurs variétés, de mieux se situer pour la conception du 'référentiel d'évaluation'. Ce processus sera détaillé dans le chapitre III.

3 CHAPITRE III : Etat de l'art et méthodes d'évaluation

INTRODUCTION

Les projets de réaménagement urbain et environnemental sont confrontés à de nombreux défis, tels que l'adaptation aux contextes et la réponse aux attentes des utilisateurs. Pour mettre en œuvre les concepts discutés précédemment et les rendre opérationnels, une étape cruciale appelée "phase d'évaluation" permet de répondre aux objectifs de la recherche. Ce processus systématique permet d'optimiser la prise de décisions intégrées, de diminuer les impacts négatifs et d'améliorer les impacts positifs, d'identifier et d'évaluer les conséquences sur l'environnement, de produire des informations précises et organisées sur les impacts, les risques et les conséquences des options et propositions d'aménagement. Cette définition a été fournie par l'Agence Canadienne de l'Évaluation Environnementale en 1996.

Le présent chapitre est scindé en deux parties : dans un premier temps, il s'agit d'un retour à la littérature scientifique, ainsi qu'aux travaux ayant pour objectif de présenter des méthodes d'évaluations intégrées aux contextes locaux, un feedback d'un certain nombre de d'approches d'évaluation notamment multicritères permettant de se situer par rapport aux dimensions, sous dimensions, enjeux, critères et indicateurs, et également un état de de l'art et savoirs des approches abordant l'évaluation du bien-être dans un espace public.

Après avoir identifié le cadre général et les grandes lignes de chaque méthode, la deuxième partie consiste à la conception de notre référentiel d'Évaluation Multi Critères (EMC), en abordant en détaillant les étapes de la conception de cette dernière étape par étape ; partant de la définition des dimensions, la pondération des critères et indicateurs de chaque section, suivi par la mise en lumière de l'objectif de chacun, le système de notation, la méthode d'évaluation et la source de vérification. Ce processus sera finalisé par une représentation graphique sous forme digramme Radar qui permet de présenter les points forts et les faiblesses de cette évaluation.

3.1 Modèles théoriques et cadre d'analyse de l'évaluation

3.1.1 Qu'est-ce que l'évaluation

Dans un sens plus large, Selon le Comité d'aide au développement (CAD/OCDE), l'évaluation est une fonction qui vise à analyser de manière systématique et objective un projet en cours ou terminé, un programme ou un ensemble d'actions, afin d'évaluer sa conception, sa mise en œuvre et ses résultats. L'évaluation vise à établir la pertinence des

objectifs établis, à évaluer leur niveau de réalisation, à mesurer l'efficacité en termes de développement, à évaluer l'impact et à déterminer la viabilité du projet ou du programme.

L'évaluation constitue un outil essentiel pour la prise de décision, car elle permet de rassembler les informations nécessaires pour :

- Dresser un état des lieux, et un aperçu général de la situation actuelle.
- Établir un diagnostic en évaluant les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces liées au projet, programme ou politique publique.
- Formuler des recommandations et définir une conduite à tenir en proposant des mesures d'amélioration ou des ajustements nécessaires.
- Prendre des décisions concernant la modification, la poursuite ou l'abandon d'un projet, programme ou politique publique en se basant sur les résultats de l'évaluation.

3.1.2 L'évaluation environnementale

Selon (ACEE), l'évaluation environnementale englobe un processus visant à intégrer les aspects environnementaux dans la planification des opérations et le développement de divers projets, plans, programmes ou politiques. L'évaluation environnementale a pour rôle essentiel d'anticiper et de gérer les effets négatifs et les conséquences des propositions d'aménagement. Elle vise à garantir une approche équilibrée et intégrée, prenant en considération les aspects environnementaux, sociaux et économiques dans les processus décisionnels.

L'évaluation environnementale est prônée en tant que moyen de concrétisation des objectifs du développement durable, notamment par les institutions des collectivités locales et les organismes d'audit écologique. Cependant, son utilisation est critiquée en raison de l'utilisation généralisée de systèmes de signes qui peuvent s'étendre à tous les domaines. Ces outils ne sont pas seulement utilisés par les agences de notation macro-économique dans le cadre des comparaisons (benchmarking).

L'évaluation environnementale a toujours été associée aux projets de développement durable. Ces nombreux outils interpellent les acteurs à différentes échelles, allant de l'architecte au géographe, en passant par l'urbaniste et l'aménageur. Ils reposent sur des banques de données regroupant diverses sources d'informations géographiques qui aident à

la compréhension et à l'aménagement des territoires, ainsi qu'à l'appropriation et à la mise en œuvre de la durabilité dans leurs aspects sociétaux.

3.1.3 Les méthodes d'évaluation multicritères

Selon les besoins et les domaines d'application, diverses méthodes ont été élaborées pour évaluer les projets. Chacune de ces approches dépasse le simple cadre de la construction ou de la rénovation d'un quartier chacune selon leurs propres spécificités. Quelle que soit la méthode sélectionnée pour évaluer un projet, il est primordial de s'appuyer sur l'expertise des professionnels, les données fiables disponibles dans les bases de données et l'utilisation d'outils de calcul ou de simulation appropriés.

L'évaluation multicritères abrégée (EMC) est un exemple d'outil puissant d'aide à la prise de décision, conçu pour résoudre des problèmes complexes et multicritères impliquant des aspects qualitatifs et/ou quantitatifs dans un processus décisionnel. Cette méthode permet de prendre en compte plusieurs critères et de les pondérer afin d'évaluer les différentes alternatives et faciliter la sélection de la meilleure option (Kaya et al., 2018).

Les évaluations peuvent être abordées à travers différentes approches, notamment les approches top-down et bottom-up. Chacune de ces approches présente des caractéristiques distinctes dans la manière dont elles abordent et réalisent les évaluations.

Approches top-down :

Les approches top-down où descendantes, sont souvent considérées comme des approches globales ou macroscopiques, où l'évaluation est réalisée en partant d'une vision d'ensemble pour descendre vers les détails. Ces approches sont généralement axées sur des indicateurs agrégés et des données statistiques pour évaluer les impacts et les performances d'un projet ou d'une politique. Elles sont souvent utilisées dans les évaluations de politiques publiques ou dans les études d'impact environnemental à grande échelle.

D'autre part, les approches bottom-up se concentrent sur une approche plus locale ou microscopique de l'évaluation. Elles impliquent une analyse détaillée des éléments spécifiques d'un projet ou d'une intervention, en tenant compte des parties prenantes et des acteurs locaux. Les approches bottom-up sont souvent utilisées dans les évaluations de projets spécifiques, tels que la construction d'un quartier ou la mise en œuvre d'une politique urbaine.

Il convient de noter que ces approches ne sont pas mutuellement exclusives et peuvent être combinées pour obtenir une évaluation plus complète et équilibrée.

Les indicateurs sont des variables mesurables qui sont sélectionnées pour montrer un attribut précis ou une dimension. Ces indicateurs individuels peuvent être combinés pour former un indice, qui permet de rendre compte de la multi dimensionnalité de la notion sous-jacente et de synthétiser cette dernière en une seule valeur numérique.

- **Les approches bottom-up :**

Les approches ascendantes, également connues sous le nom d'approches idiographiques, se caractérisent par leur dimension qualitative et leur focalisation sur des études de cas spécifiques, impliquant la participation des acteurs locaux (Pfefferbaum et al., 2015). Elles peuvent être considérées comme des adaptations des diagnostics territoriaux et des études d'impact, qui ont connu une grande diversité méthodologique bien avant l'introduction du concept de résilience. Ces approches mettent souvent l'accent sur la résilience des institutions et des structures de gouvernance, en utilisant des données localisées qui peuvent ne pas être disponibles ailleurs, tout en adaptant les choix méthodologiques aux contextes et aux acteurs locaux concernés. Cela conduit à des études de cas approfondies, basées sur les connaissances locales, mais qui ne permettent pas toujours de généraliser les résultats (Cutter, 2016). Comparer ces études de cas est difficile en raison de la variabilité des méthodes, des données et des conceptions de la résilience d'un contexte à l'autre.

- **Les tableaux de bord**

Les tableaux de bord de résilience sont souvent élaborés à partir d'évaluations qualitatives impliquant la participation des acteurs locaux, que ce soit à travers des groupes de discussion ou des échantillons représentatifs des populations concernées. Ils utilisent diverses méthodes d'évaluation, telles que des notations, des scores ou des descripteurs tels que "excellent" ou "mauvais", pour évaluer une liste de thèmes ou d'éléments préétablis par les concepteurs de l'étude (Rufat & Samuel, 2018).

Parmi les exemples d'approches d'auto-évaluation de la résilience, des ressources et des capacités des acteurs locaux, on trouve le Coastal Resilience Capacities (Sempier et al., 2010) et le PUR Community Asset Capacity (San Francisco Planning, 2009). En plus de ces approches, il existe également des outils "prêts à l'emploi" pour évaluer la résilience, tels

que le CART (Pfefferbaum et al., 2013), le CoBRA (UNDP, 2014) et le UNISDR Resilient Cities (UNISDR, 2015), qui fournissent des données, des modèles ou des procédures spécifiques que les acteurs locaux peuvent utiliser et s'approprier. Ces approches sont plus flexibles et moins dépendantes de la disponibilité des données.

- **Listes de contrôle "Check-lists"**

Les listes de contrôle sont des outils multicritères qualitatifs permettant d'évaluer le respect de l'environnement d'un projet ou d'un produit en répondant à des questions précises à chaque étape de son cycle de vie. Les réponses fournies aident les concepteurs à identifier des améliorations possibles ou à développer de nouveaux produits, offrant ainsi une approche rapide et simple de la problématique environnementale pour les produits concernés. Les listes de contrôle sont utiles pour évaluer la durabilité des produits, notamment en comparant différents produits entre eux, et peuvent contribuer à renforcer la conformité environnementale tout en réduisant les coûts associés aux amendes et aux réglementations environnementales.

Selon Jean-Luc MENET dans son ouvrage (*L'ECO-CONCEPTION ET SES OUTILS - Listes de Contrôle (Check Lists)*, n.d.), l'élaboration des listes de contrôle présente les caractéristiques suivantes :

- Elle requiert des connaissances approfondies des sujets étudiés.
- Elle nécessite des compétences en matière d'évaluation environnementale.
- Elle doit s'appuyer sur des méthodes quantitatives d'évaluation des impacts.
- Elle doit établir des indicateurs quantitatifs ou qualitatifs des principales caractéristiques environnementales des sujets considérés.
- Elle ne peut pas être généraliste, mais doit être spécifique à un type de produit.
- En conséquence, chaque entreprise ou organisation est amenée à élaborer ses propres listes de contrôle. (Voir tableau 3.1).

Tableau 3. 1 Différents types de listes

Type de liste	Descriptif
Liste simple	Enumération de points de contrôle servant à attirer l'attention du professionnel sur les points essentiels
Liste descriptive	Enumération des points de vigilance complétée d'informations sur les moyens de contrôle et d'optimisation
Liste avec seuils	Enumération de points avec des valeurs seuils minimales ou maximales permettant de les juger précisément
Liste avec échelle et pondération	Liste d'indices globaux calculés à partir de sous indices pondérés et bornés de 0 à 1. Les sous indices sont en général calculés subjectivement
Questionnaires	Ensembles de questions et leurs réponses, regroupées par catégories. Les réponses permettent d'établir les limites de la connaissance et d'apprécier les conséquences éventuelles du projet.

3.2 Travaux scientifiques et état de l'art

Comme déjà mentionnée, les enjeux de l'évaluation multicritères sont vastes et pluridisciplinaires, et requièrent tout un arsenal d'outils, de savoirs et de maîtrise de techniques. À noter que cette partie se veut pour un balayage non exhaustif de tous les travaux et approches scientifiques dans ce sens. Bien au contraire, on se limite à présenter quelques travaux qui couvrent principalement les dimensions suivantes :

- L'aspect multicritères
- Confort et bien être
- La résilience Sociale
- La résilience écologique
- Les différentes facettes de la dimension environnementale

3.2.1 Evaluation de la résilience

Face à la nécessité de s'adapter à l'urbanisation accélérée et les changements climatiques, le concept de résilience en tant qu'approche interdisciplinaire et positive a suscité une attention croissante au cours de ces dernières années. Cependant, une attention limitée est accordée

au sujet de l'évaluation de la résilience et le suivi des efforts d'adaptation de la part de la communauté scientifique (Feldmeyer et al., 2019).

Les mesures d'adaptation sont mises en œuvre dans différents secteurs du système urbain. Puisque les villes sont systèmes complexes et multiformes, qui à leur tour contiennent d'autres systèmes, mesurant le succès d'activités renforçant la résilience pose un défi particulier. Cependant, la mesure est de grande importance pour pouvoir gouverner et piloter le processus d'adaptation et de transformation.

Selon Reghezza et al. (2012), la construction de la résilience face aux catastrophes et au changement climatique est une tâche complexe qui englobe des processus interagissant entre les dynamiques individuelles, sociales, territoriales et environnementales, tant naturelles que construites. La plupart des cadres théoriques et explicatifs se concentrent principalement sur des caractéristiques spécifiques visant à réduire la vulnérabilité et à renforcer la résilience, souvent en se focalisant sur une ou quelques dimensions spécifiques, sans fournir une vision globale de la résilience.

Le modèle DROP

Pour le volet social, Le modèle DROP (*Disaster Resilience of Place*) est un concept sociologique qui met en évidence la relation entre résilience et vulnérabilité dans le contexte des catastrophes. Selon ce modèle, la résilience et la vulnérabilité agissent de manière conjointe pour créer un environnement qui amplifie ou réduit les effets des catastrophes. L'approche de Cutter met l'accent sur l'intégration de la "*résilience inhérente et adaptative*" (Rufat & Samuel, 2018), ce qui permet de conceptualiser la résilience à la fois comme un état et comme un processus. Cela signifie que la résilience est à la fois une condition préexistante et un processus dynamique qui peut être renforcé et développé au fil du temps.

Le modèle DROP mesure la résilience au niveau de la communauté locale. Il prend en compte à la fois la résilience inhérente (condition préexistante) et la résilience adaptative (processus de renforcement). L'idée est de comprendre comment les caractéristiques et les capacités d'une communauté influencent sa capacité à faire face aux catastrophes et à se rétablir rapidement.

Le modèle *Community Disaster Resilience Framework* (CDRF) est également utilisé pour mesurer la résilience au niveau de la communauté. Il intègre différents éléments tels que le capital social, le capital économique, le capital humain, le capital naturel et le capital

physique pour conceptualiser la résilience dans la gestion des catastrophes. Ces différents types de capital représentent les ressources et les capacités d'une communauté qui peuvent contribuer à sa résilience face aux catastrophes.

Ces modèles permettent d'évaluer et de mesurer la résilience des communautés locales, en prenant en compte à la fois les caractéristiques préexistantes et les processus de renforcement. Ils fournissent des outils pour comprendre et améliorer la capacité des communautés à faire face aux catastrophes et à se rétablir rapidement.

MONARES

Un projet financé par le ministère fédéral allemand de l'éducation et de la recherche (BMBF), a été lancé afin de répondre les principaux défis de

- 1- Développer une compréhension cohérente de la résilience pour les deux praticiens et universitaires.
- 2- Façonner le processus d'adaptation et de transformation en un processus transparent de gouvernance et de pilotage.
- 3- L'utilisation de mesures de résilience et d'adaptation.

Le but de MONARES est de créer des méthodologies orientées vers l'application pour **le suivi et l'évaluation des mesures d'adaptation** en se basant sur les dimensions et actions résumées dans le (tableau 3.2)

Tableau 3. 2 les dimensions abordées par l'approche MONARES

Dimension	Champ d'action
Environnement(s)	Sol et espaces verts
	Cours d'eau
	Biodiversité
	Air
Infrastructure	Règlement de structure
	Energie
	Télécommunication
	Traffic
	Eau potable et gaspillage
Economie	Innovation
	Business
	Structure économique
Société	Recherche
	Connaissance et gestion des risque
	Santé
	Structure sociodémographique
	Société civile
	Protection civile
Gouvernance	Participation
	Budget municipal
	Stratégie, plan et environnement
	Administartion

3.2.1 La résilience socio-écologique

Les villes étant des systèmes dynamiques aux aléas évolutifs, il est indispensable de procéder régulièrement à l'évaluation de leur résilience, en considérant le principe d'amélioration continue (ISO 9001 :2015), et d'avoir des outils pour le soutenir.

Plusieurs outils et cadres d'évaluation de la résilience ont été développés dans différents domaines d'études par une grande variété d'acteurs, tels que ceux créés par 'Local Governments for Sustainability' (ICLEI) 2010, Outil de profilage de la résilience des villes d'ONU-Habitat (ONU-Habitat CRPT) 2013, Rockefeller et Arup 2014, Banque mondiale 2015, Bureau des Nations Unies pour les risques de catastrophe Réduction (UNDRR, ancien UNISDR) 2017, U.S. Environmental Protection Agency (EPA) 2017. Dans le cadre des changements climatiques avec un accent sur l'eau les cadres d'évaluation de la résilience pertinents sont présentés dans le tableau suivant qui synthétise les thèmes, secteurs et paramètres pris en compte dans chaque cadre(Cardoso et al., 2020)

3.2.2 Synthèse des travaux de la résilience

Durant ces dernières années plusieurs recherches s'intéressent au concept de la résilience, un 'overview' est proposé dans la fiche de synthèse résumée dans le (tableau 3.3)

Tableau 3. 3 Synthèse des cadres d'évaluation des travaux de résilience aux changements climatiques. Source : (Cardoso et al., 2020)

Cadre de l'évaluation	Thèmes impliqués												Nombre des entrées	
	Governance	Social	Spatial	Built environment	Economy	Natural Environment	Water	Wastewater	Stormwater	Waste	Energy	Mobility		Other(s) *
EPA conceptual framework	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	163
City Resilience Framework	✓	✓	✓										✓	156
UNDRR Disaster Resilience Scorecard for cities	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	47 preliminaries 117 detailed
City Resilience Index to Sea Level Rise	✓	✓		✓	✓	✓	✓						✓	13
Climate Disaster Resilience Index	✓	✓		✓	✓	✓						✓	✓	120
Climate Disaster Resilience Index	✓	✓		✓	✓	✓						✓	✓	82
Climate Resilience Screening Index	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	117
Flood Resilience Index	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	91
Resilience Factor Index	✓	✓		✓	✓								✓	17
Community disaster resilience	✓	✓		✓	✓	✓							✓	26
NIST (National Institute of Standards and Technology) Community Resilience Assess. Methodology	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	-
UKWIR (UK Water Industry Research)						✓	✓	✓	✓					73
UN-Habitat CRPT	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	148

3.3 Feedback sur les modèles d'évaluation de la qualité environnementale, confort et bien-être

3.3.1 L'étude de Liang, 2012

Dans une étude publiée en 2012, Liang Chen et Edward Ng résument une série de facteurs et d'approches impactant les niveaux d'évaluation : Physique, Physiologique, psychologique, social et comportemental.

En introduisant entre autres une pluralité de facteurs entre subjectifs et objectifs, qui impactent différemment les sensations de satisfaction, de bien-être et de confort notamment thermique, et qui requiert des approches d'évaluation adaptées à chaque posture et à chaque niveau d'évaluation, avec l'introduction d'une pluralité de techniques d'enquête : des phases de simulations, observations, enquêtes sur terrains, entretiens...etc. Comme résumé dans la (figure 3.1).

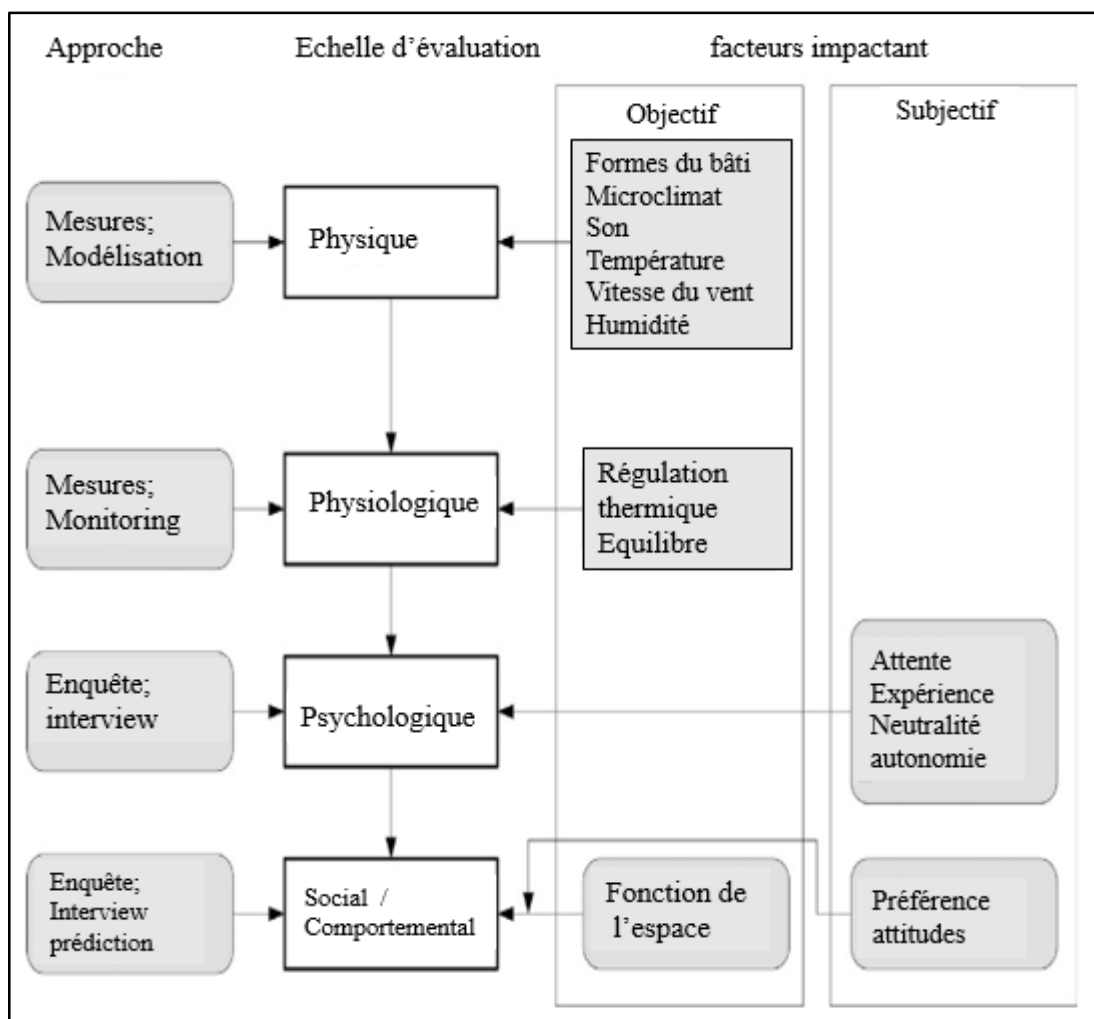


Figure 3. 1 Le cadre général de l'évaluation du confort thermique basé sur les aspects comportementaux. Source : Liang Chen, Edward Ng, 2012.

3.3.2 La démarche HQE2R

La démarche HQE2R, également connue sous le nom de Haute Qualité Environnementale et Rénovation, est une approche de rénovation durable des bâtiments. Elle vise à optimiser les performances environnementales, énergétiques, sanitaires et de confort des bâtiments existants, tout en prenant en compte les enjeux économiques et sociaux.

A une échelle urbaine, ces méthodes et outils ont été mis en place et évalués dans 15 quartiers répartis dans 14 villes situées dans sept pays membres de l'Union européenne, à savoir l'Allemagne, le Danemark, l'Espagne, la France, l'Italie, les Pays-Bas et le Royaume-Uni. (Boissonade & Jérôme, 2007).

- L'évaluation de ces projets reposait sur cinq objectifs, comprenant 21 cibles et 61 indicateurs qui ont été définis selon le système d'indicateurs ISDIS, tel que présenté par Charlot-Valdieu et Outrequin (2004). Cette approche a permis une analyse approfondie des projets de renouvellement urbain et une évaluation précise de leurs impacts sur les aspects socio-économiques et environnementaux des quartiers concernés. Trois modèles ont été utilisés pour évaluer les quartiers : le modèle INDI évaluant les indicateurs du système ISDIS, le modèle ENVI qui concerne l'impact environnemental et le modèle ASCOT permettant de comparer le coût global d'un bâtiment avec un bâtiment de référence.

3.3.3 Le modèle INDI d'évaluation des quartiers ou des projets

Les trois modèles présentés sont accompagnés de méthodologies d'évaluation permettant de prendre en considération l'impact global des projets et de choisir entre la réhabilitation et la démolition. Parmi ces modèles, on trouve l'approche INDicators Impact (INDI), qui propose une méthode complète pour aborder les questions clés liées à l'aménagement d'un quartier. Cette approche se décompose en plusieurs étapes, comprenant une analyse approfondie de la situation initiale du quartier, suivie d'une évaluation comparative de différents scénarios à l'aide d'indicateurs spécifiques tels que les ISDIS. Parmi ces 61 indicateurs, 14 sont qualitatifs, tandis que les autres sont quantitatifs ou qualitatifs selon les choix de l'utilisateur. À la fin de l'expertise, ce modèle permet d'établir un "profil de développement durable" pour le quartier (Figure 3.2). En utilisant ces 61 indicateurs, il devient possible d'évaluer le quartier en complément du diagnostic initial et d'évaluer les projets potentiels pour le quartier.

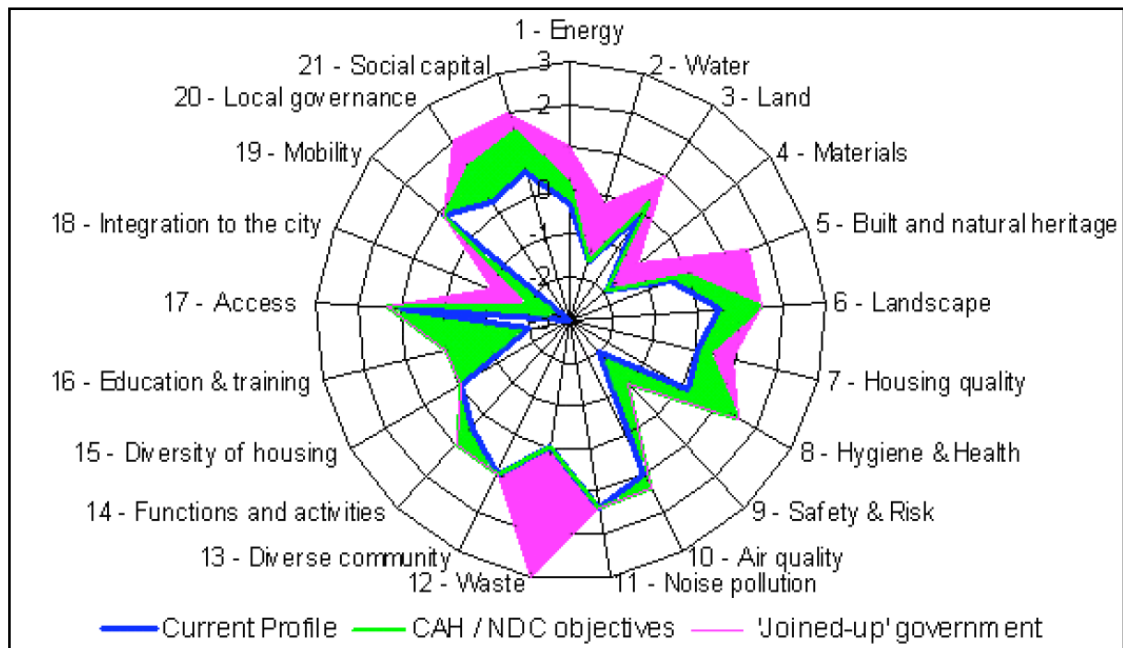


Figure 3. 2 Répartition des thèmes d'évaluation du modèle INDI. Source :(Charlot-Valdieu 2004)

L'illustration ci-dessus, montre le résultat de profil établi par l'INDI, le diagramme en radar offre une représentation des 21 thèmes d'évaluation. Ou la performance de chaque thème est d'avoir des valeurs les plus distantes du noyau.

Les 21 thèmes d'INDI comportent environ 160 indicateurs (incontournables ou recommandés) avec une méthode de mesure et un système d'évaluation (avec des valeurs objectives et des valeurs seuils). Ces indicateurs et surtout leurs méthodes de mesure sont différentes selon le type ou la phase du projet (phase de conception et phase d'évaluation par exemple). Ils aident ainsi là, l'établissement des CDC et l'élaboration des procédures d'évaluation.

D'après l'étude réalisée par Catherine Charlot-Valdieu et Philippe Outrequin (Moniteur, 2010), l'INDI (Indicateurs de Développement Intégré) se distingue par sa nature évolutive et multicritères, englobant à la fois les thèmes abordés et les méthodes employées telles que l'information, les modes de gouvernance et la participation. Les grilles d'analyse utilisées dans l'INDI jouent un double rôle en tant qu'outils d'évaluation et de dialogue, pouvant être complétées et discutées avec l'ensemble des acteurs impliqués dans le projet, y compris les résidents.

Les 61 indicateurs ISDIS sont utilisés pour évaluer différents scénarios en fonction de la situation initiale du quartier, et le modèle permet d'établir un profil de développement durable spécifique à chaque quartier. Bien que le modèle comprenne des indicateurs qualitatifs et quantitatifs, il est sujet à l'interprétation de ceux qui l'utilisent. Par conséquent, il est essentiel de justifier les choix effectués et les notes attribuées aux indicateurs qualitatifs, en particulier en ce qui concerne les valeurs seuils et les objectifs, afin de garantir la transparence et la rigueur de l'évaluation.

A souligner que cette approche présente un caractère subjectif, dépendant des acteurs impliqués. Il est donc nécessaire de détailler les éléments clés de l'évaluation, précisément les valeurs "seuils" et "objectifs" retenues pour certains indicateurs. Il s'agit cependant de justifier les choix effectués et donc les notes ou valeurs des indicateurs qualitatifs lors des évaluations, lesquelles peuvent par ailleurs résulter d'un consensus avec les principaux services de la collectivité concernés.

3.3.4 L'étude de Solène Marry et al en 2010

Il s'agit d'une étude qui vise à évaluer la perception des citoyens en matière de confort et d'inconfort dans deux espaces urbains situés en Île-de-France. Le protocole d'évaluation utilise une approche multicritère pour évaluer les deux places publiques. Les résultats de ce travail ont mis en lumière des critères de confort qui peuvent être appliqués à d'autres espaces publics urbains, et aussi l'importance relative de chaque critère évalué voir (les figures 3.3 et 3.4).



Figure 3. 3 Nuages des mots obtenus pour décrire une ‘place confortable’ et une ‘place inconfortable’ Source Marry et al (2010)

thématique	indicateur	place Monge	Grand Place
Bruit	Leq	-1	-1
	émergence	0	-1
	Lmax	-1	0
Eclairage	éclairage naturel	-1	0
	éclairage artificiel	0	1
Aérothermique	% de gêne au vent	1	0
Qualité de l'air	concentration en CO	0	
Odeurs	IPIQ20	0	1
	IPOG	0	1
Esthétique	présence de poubelles	0	1
	nombre de banc	-1	1
Aménagement urbain	présence de végétation	1	1
	activité de divertissement	1	1
Interaction sociale	fréquentation	0	0

-1	négatif
0	neutre
1	positif

Figure 3. 4 thématiques et indicateurs pour la méthode d'évaluation proposée. Source Solène M et al, 2010.

3.3.5 L'étude de Jan Gehl

L'étude menée par Gehl (2012) propose une grille de douze critères de qualité pour l'évaluation des quartiers, regroupés en trois principales sections : *la protection, le confort et l'attrait*. Selon ce dernier,

la fréquentation des espaces publics pour des activités constitue un indicateur pertinent de la qualité de l'usage de ces espaces. Par conséquent, les initiatives de végétalisation des rues et des places peuvent impacter positivement le sentiment de sécurité, de confort et l'attractivité de ces des quartiers.

La synthèse des observations et interprétation issues des travaux de Jan Gehl et son équipe est résumée en une grille de douze critères, répartis en trois grandes catégories : protection, confort et plaisir, dans le but d'assurer la qualité des espaces publics et de proposer des aménagements adaptés aux besoins des usagers (voir figure 3.5). Cette grille de critères est décrite en détail dans son livre intitulé "*Pour des villes à échelle humaine*" (Gehl, 2013).

Les 12 critères de qualité essentiels

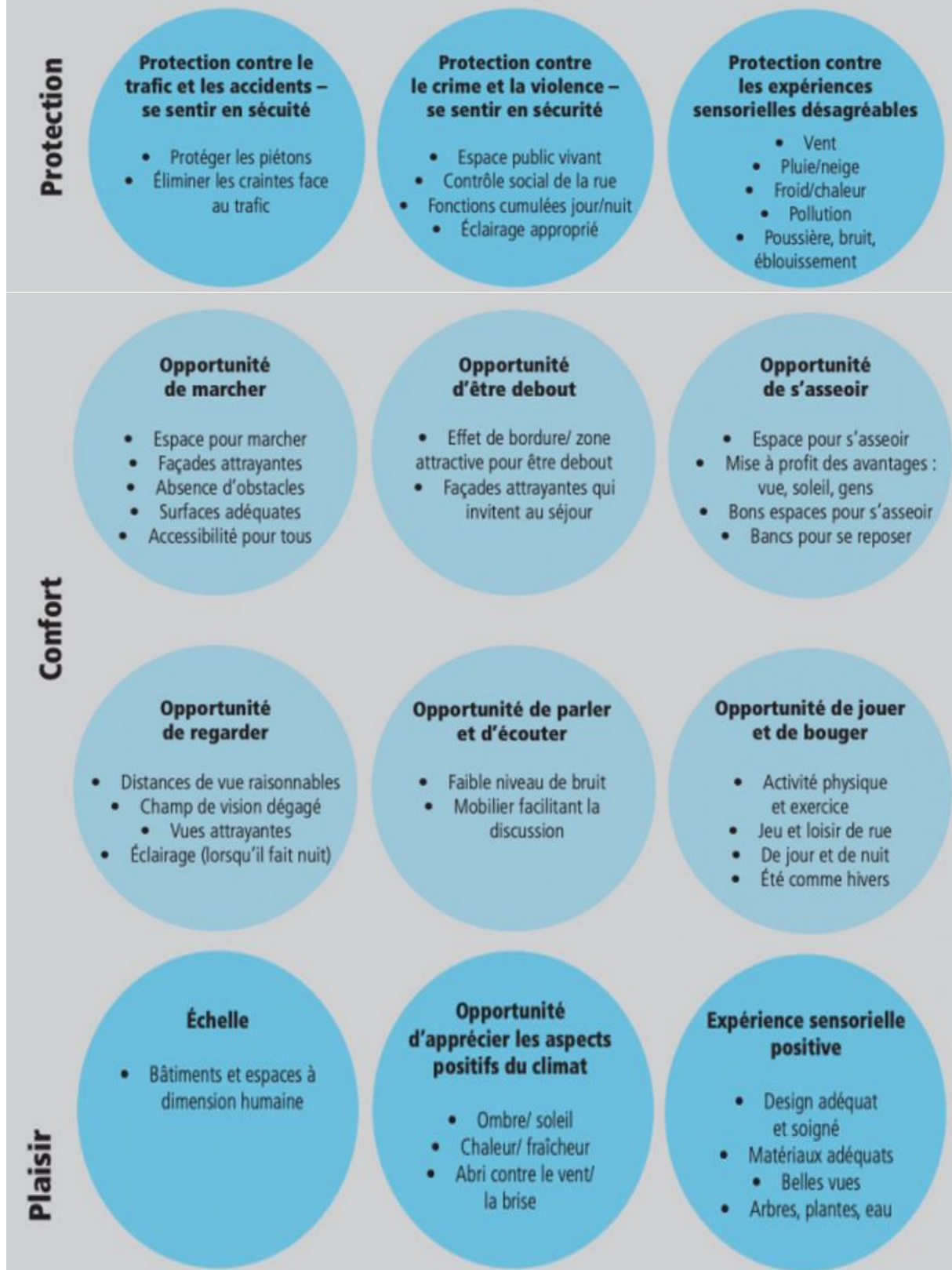


Figure 3. 5 les sections de qualité proposés par Gehl. Source Jan Gehl, 2012.

3.3.6 Policy Performance Index (PPI)

Le Policy Performance Index (PPI) est un outil d'évaluation utilisé pour mesurer la performance des politiques publiques. Il vise à fournir une évaluation globale et comparative des politiques mises en place par différents pays ou régions. Le PPI évalue la performance des politiques en se basant sur plusieurs critères clés, tels que l'efficacité, l'efficience, l'équité, la durabilité et la gouvernance.

L'objectif du PPI est de permettre aux décideurs politiques et aux analystes de mieux situer les faiblesses et les forces des politiques en place, afin d'identifier les domaines nécessitant une amélioration et de formuler des recommandations pour l'action politique future.

Le PPI utilise généralement un ensemble d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs pour évaluer chaque critère de performance. Ces indicateurs peuvent inclure des données statistiques, des enquêtes, des évaluations de programme, des indicateurs environnementaux, etc. Une fois les indicateurs collectés et analysés, une note ou un classement est attribué à chaque politique évaluée. (Figure 3.6).

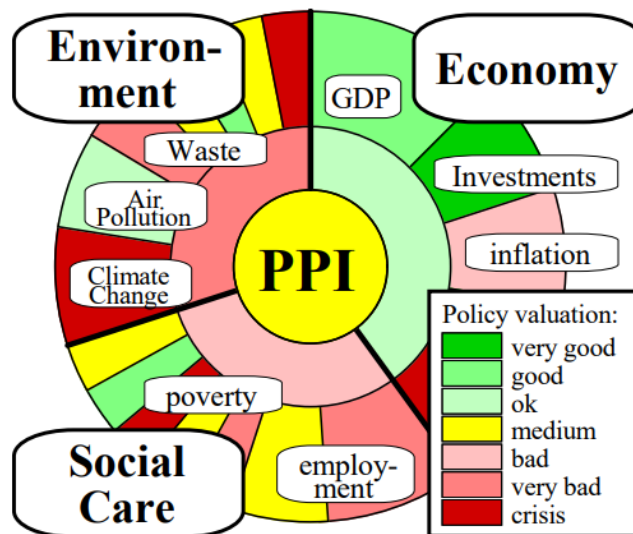


Figure 3. 6 Thématiques et évaluations par le modèle PPI Source : (Jesinghaus 1999)

Dans cette approche, chaque qualificatif est symbolisé par une couleur distincte, tandis que chaque indicateur est représenté par une surface proportionnelle à son importance. L'évaluation est présentée sous la forme d'un diagramme circulaire divisé en trois aspects essentiels : les dimensions sociales, environnementales et économiques. Cette méthode permet une évaluation globale d'un projet ou la comparaison de plusieurs projets, offrant ainsi une vision d'ensemble et facilitant les prises de décision.

3.3.7 Le Système d'Evaluation Environnementale des Projets de Reconquête des Friches Urbaines SEEPRFU

Dans ses recherches portant sur l'évaluation environnementale du projet de reconquête des friches urbaines du territoire Ruisseau et des Abattoirs d'Hussein Dey à Alger (EESPRFU), (Boudjadja, 2021) a proposé un système d'évaluation environnementale spécifique pour les projets de reconquête de friches urbaines (SEEPRFU). Ce système est composé de six dimensions, 26 critères et 53 indicateurs (voir figure 3.7). Bien que cette approche aille au-delà du cadre d'un simple projet urbain, elle partage de nombreux points communs avec notre travail, principalement les parties prenantes impliquées (maîtres d'ouvrage, public, institutions étatiques) et les méthodes et outils utilisés.

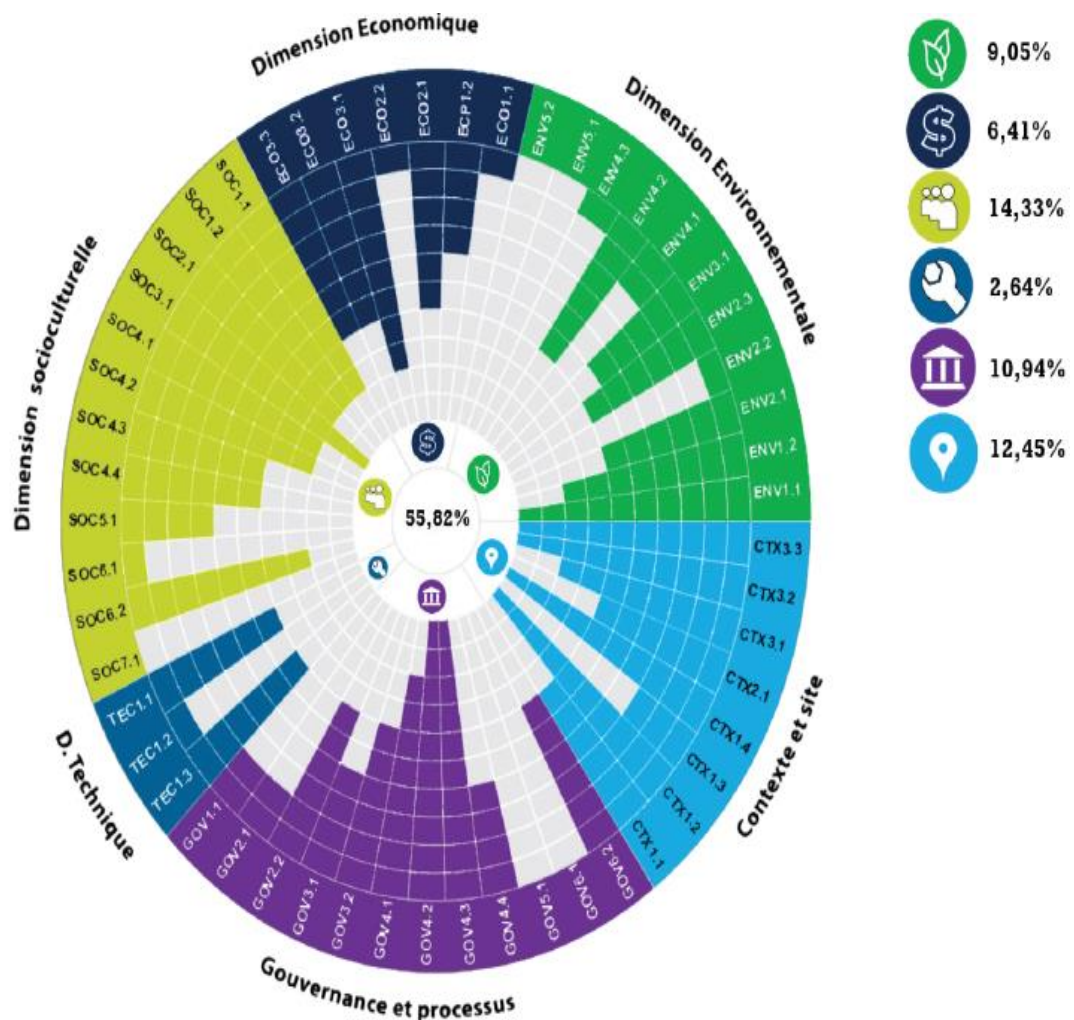


Figure 3. 7 Représentation générale de l'évaluation du projet en situation de conception avec le système DGNB software V2.0 Source R. Boudjadja (2021).

3.3.8 Indice de Performance Environnementale Locale (IPEL)

Une étude menée par (Azzag et al., 2014) examine les défis et les impacts des plans et projets d'aménagement et de réaménagement urbain sur l'environnement. Cette étude se voulait pour évaluer les performances environnementales locales à Alger en adoptant une approche intercommunale. Les chercheurs proposent une méthode scientifique et opérationnelle permettant de mesurer l'indice de performance environnementale dans l'ensemble de la wilaya d'Alger, et qui suggère également la création « d'unités d'équilibre environnemental », basée essentiellement sur trois indices :

- Indices d'Atouts Environnementaux
- Indices de vulnérabilités Environnementales
- Indices de résilience Environnementale

Ces indices sont résumés dans la (figure3.8) et détaillés en (Annexe A)

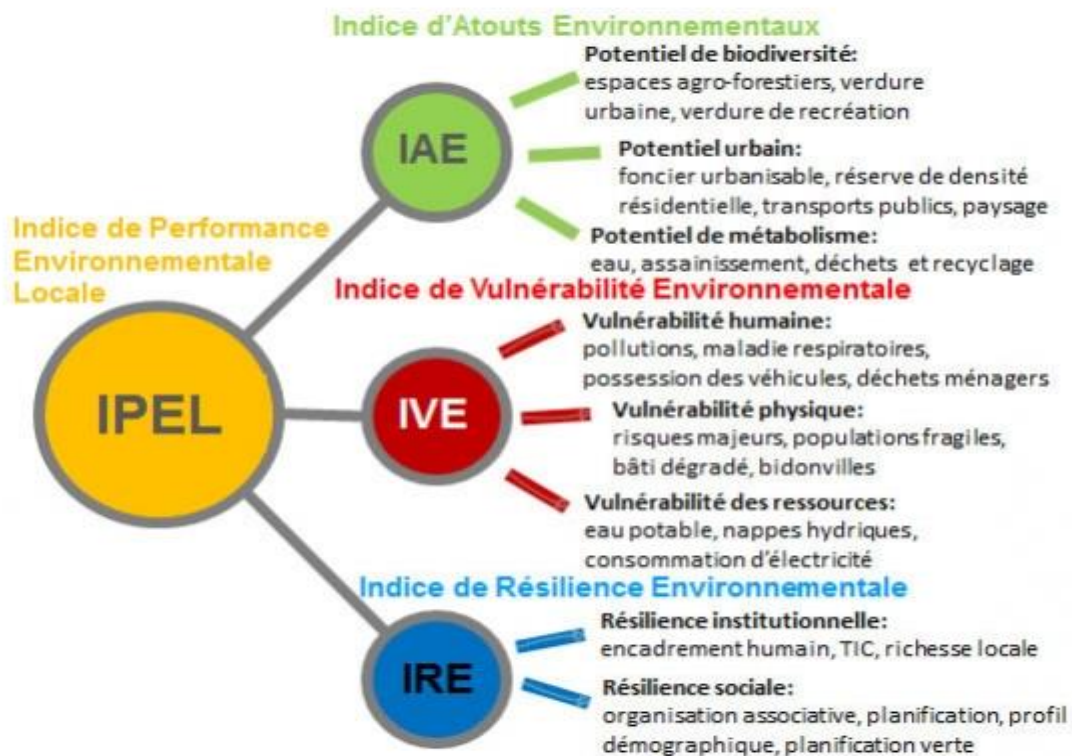


Figure 3. 8 Indice de Performance Environnementale Locale Source : Azzag et al (2014).

Cette approche de gouvernance solidaire visait à compenser les faiblesses de certaines communes et l'absence d'atouts des autres, les résultats sont présentés dans la (figure 3.9)

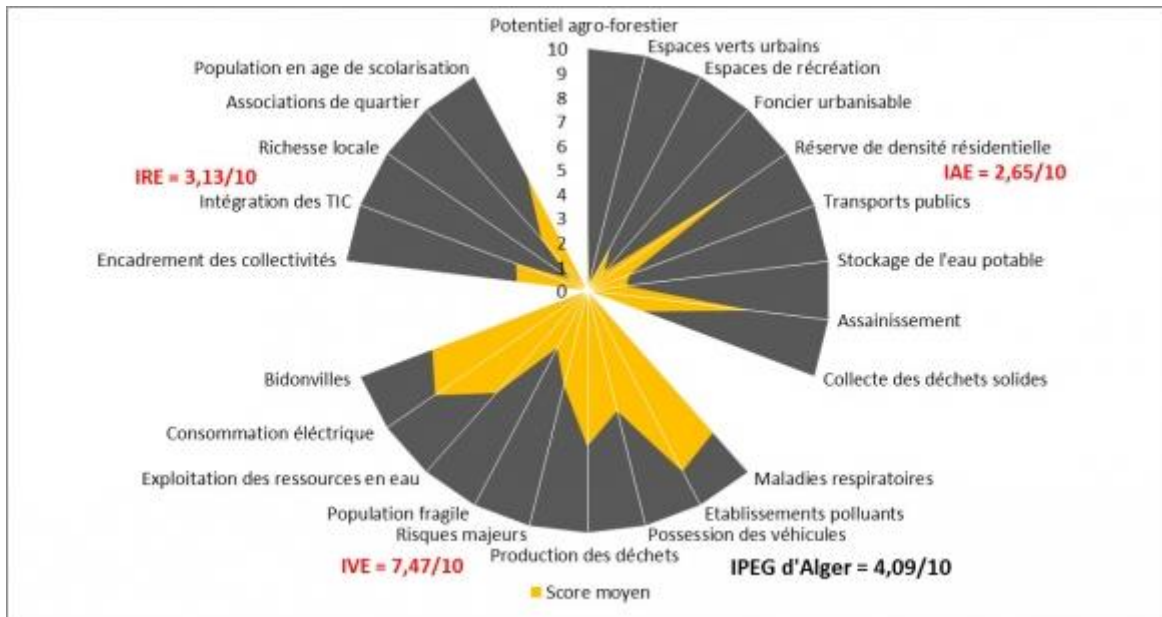


Figure 3. 9 Résultats de l'évaluation des indicateurs de performances environnementales à Alger
Source Azzag et al (2014).

3.4 Conception du référentiel de l'Evaluation Multi Critères (EMC)

Rappelons que cette recherche a comme vocation l'évaluation d'un concept bien précis, qu'est le « *le bien-être de l'utilisateur* » dans un contexte à caractère particulier, inscrit dans une opération de requalification urbaine et environnementale à caractéristiques singulières. Chaque ville a son contexte et ses besoins spécifiques, et son exposition au risque et à la vulnérabilité de ses écosystèmes, ce qui nous invite à examiner et évaluer de prêt l'impact de « *la résilience écologique et sociale* » sur l'efficacité des dispositifs adoptés qui affectent le vécu et le bien-être des usagers.

Pour la construction de notre référentiel d'évaluation multicritères (EMC), Nous proposons une approche qui considère cette étude de cas comme un système évolutif composé de sous-systèmes interconnectés, regroupant des critères provenant de différentes approches. Cette démarche s'inspire de la perspective défendue par Sen (1993) dans le domaine de l'évaluation des dimensions du bien-être, adaptée aux contextes spécifiques de l'étude et affinée grâce à la confrontation de multiples sources ou points de vue pour établir les critères d'évaluation du bien-être. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur :

- Une revue des connaissances issues de différentes approches abordant l'évaluation du bien-être.
- Un questionnaire *in situ* auprès des usagers de l'espace extérieur. (Détailé en Annexe C)

- Des entretiens semi-directifs menés auprès de professionnels de l'urbanisme tels que concepteurs, décideurs et gestionnaires. (Détaillé en Annexe D)
 - Des phases de simulation
 - Analyse documentaire et des phases d'observation et prise de photos

À noter que les phases d'évaluation, le dispositif méthodologique et l'enquête sur terrain (qui sera détaillé dans le prochain chapitre) sont développés en parallèle (entre les deux chapitres) afin de cerner les différentes facettes de l'évaluation de façon la plus exhaustive possible (voir figure 3.10), en se référant principalement aux points suivants :

- **Catégories** : elles constituent un ensemble spécifique d'éléments relatifs aux performances environnementales lors de l'évaluation.
- **Système de notation** : qui présente une méthode de mesure de la performance qui cumule le nombre de points ou de crédits possibles qui peuvent être perçus en atteignant un degré de performance donné dans plusieurs aspects analysés.
- **Système de pondération** : il représente la pertinence attribuée à chaque catégorie spécifique dans le système de notation global.
- **Résultat** : il vise à montrer, de manière directe et globale, les résultats des performances et / ou faiblesses obtenues lors de la phase de notation.

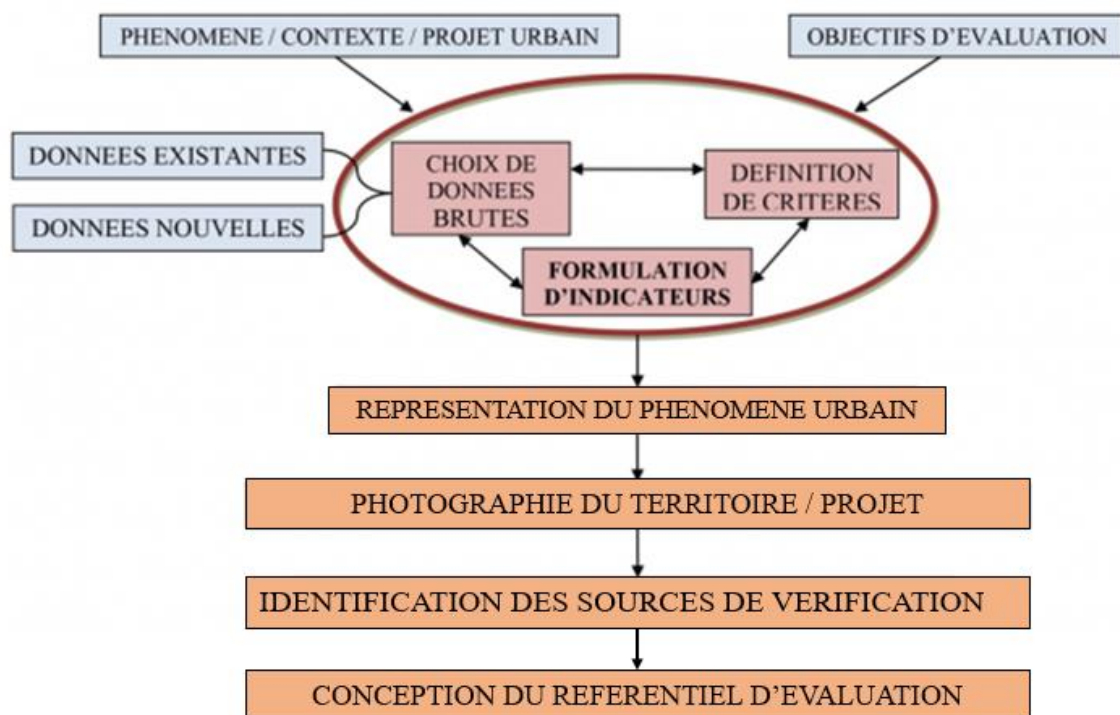


Figure 3. 10 Organigramme des principales stations de la conception du référentiel d'évaluation

3.4.1 Étape 01 : Détermination des dimensions

Cette évaluation tend vers une représentation multidimensionnelle qui pourrait caractériser le bien-être de l'usager lors d'une opération de requalification urbaine, en tenant compte des deux visions directrices :

- Les caractéristiques du site et ses vulnérabilités.
- Les objectifs fixés au préalable pour cette recherche

A noter qu'une étape de consultation et de validation des principales dimensions d'évaluation a été effectuée auprès d'experts nationaux (enseignants universitaires de l'université de Constantine-3- et l'école Polytechniques d'Architecture et d'urbanisme –EPAU-, chercheurs et praticiens), et également internationaux (l'architecte paysagiste Algéro-Allemand Louafi Kamel, et le comité scientifique du journal IJTPE). En essayant de décortiquer des corrélations entre les caractéristiques de la mosaïque d'un nouveau paysage urbain, et de ses diverses parties, qui affectent le confort et le bien-être humains (Douglas, 2012).

Ce basculement entre les différents concepts et objectifs nous a permis de prioriser les 04 dimensions présentées dans la (figure 3.11) : Dimension de Conforts et environnement, la Dimension Urbaine et Paysagère, Dimension de Résilience Ecologique et la dimension de résilience et intégration sociale.

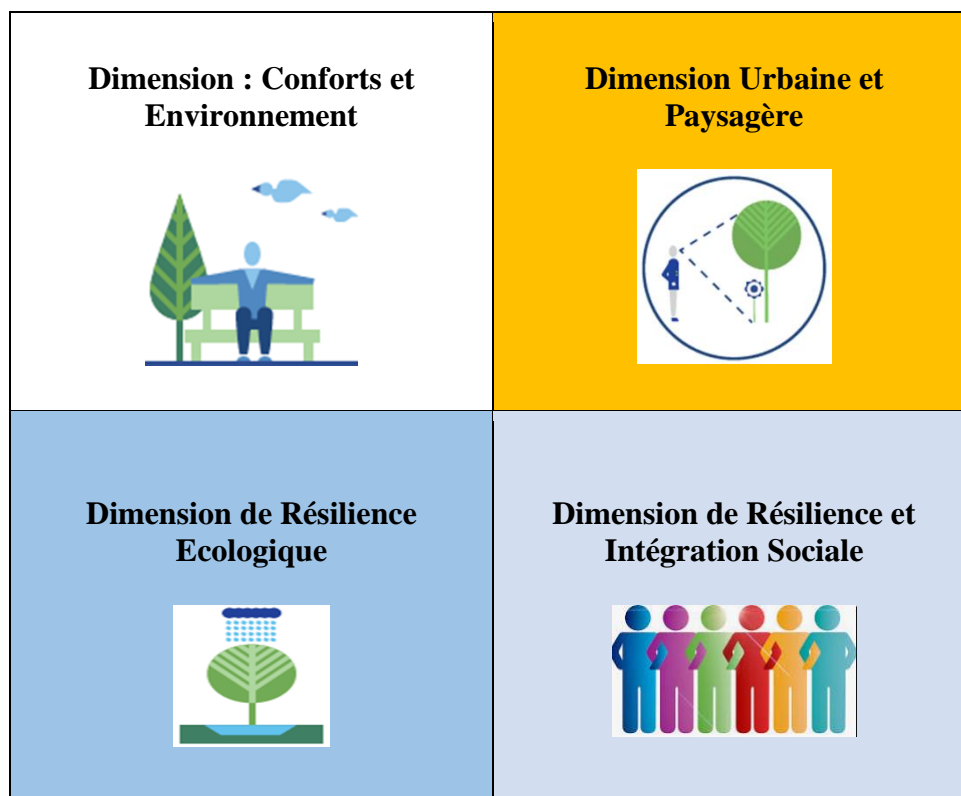


Figure 3. 11 Représentation des quatre dimensions de l'Évaluation Multicritères (EMC).

Description des objectifs de chaque dimension

Le (tableau 3.4) prend en détail les objectifs et visés de chaque dimension

Tableau 3. 4 Classement et objectifs des différentes dimensions

Dimension	Abréviation	Objectifs
Conforts et Environnement	(CE)	Les critères de la dimension ‘conforts et environnement’ permettent de caractériser et évaluer les confort ressentis des usagers, et ce principalement sous l’impact de l’environnement immédiat.
Dimension Urbaine et Paysagère	(DUP)	Les critères de la dimension urbaine paysagère permettent d’évaluer et analyser les degrés d’intégration et d’appréciation de la composition urbaine et paysagère du site.
Dimension de Résilience Écologique	(RE)	Les critères de cette dimension étudient la prise en compte des contraintes techniques et réglementaires propres au territoire dans lequel s’inscrit le projet
Dimension de Résilience et Intégration Sociale	(RIS)	Les critères de cette dimension permettent d’évaluer l’intégration et la résilience des usagers dans son volet social

3.4.2 Étape 02 : Pondération des critères

Selon Churchman et Ackoff (1954), il existe différentes méthodes de pondération des critères lors de l'évaluation, et les résultats obtenus peuvent avoir un impact sur l'issue finale de l'évaluation. Parmi les méthodes directes de classement simple, on retrouve la méthode d'attribution des scores (*fixed point scoring*) et la méthode des comparaisons successives.

Pour le cas de notre évaluation, la pondération de l'ensemble des critères était le résultat de la conjugaison des différentes données récoltées lors des différentes phases d'enquête ; les réponses et les réactions des usagers (l'enquête in-situ), ainsi que les points de vue et les analyses des professionnels et les acteurs impliqués (architectes, gestionnaires et responsables du projet) par le biais des entretiens effectués.

3.4.3 Étape 03 : Détermination des indicateurs

Selon Anne Jégou et al. (2012), les indicateurs de développement durable sont utilisés pour révéler, mesurer ou évaluer un phénomène, créant ainsi une représentation qui peut être tout aussi subjective qu'une approche qualitative (Brédif, 2008). Ainsi, à partir de données brutes ou d'un phénomène exprimé à travers des descripteurs qualitatifs et quantitatifs (température, flux de CO₂, coût, etc.), nous construisons un indicateur qui résulte d'un choix logique et biaisé des données disponibles.

Selon le modèle INDI, les indicateurs sont structurés selon les objectifs de notre EMC. qui comporte des indicateurs pour lesquels des méthodes de mesure sont proposées. Pour chaque indicateur, nous avons défini une méthode d'évaluation avec une échelle à 10 niveaux qui correspondent à différents seuils ou à différents niveaux d'engagement. Les indicateurs peuvent être mesurés de 3 façons :

Les indicateurs quantitatifs s'expriment en ratio ou en pourcentage. Ceux-ci peuvent ensuite être transposés sur cette échelle à 10 niveaux avec comme règle implicite qu'il existe des « valeurs objectifs » (valeur à atteindre ou à respecter) et des « valeurs seuils » (valeur minimale à respecter).

L'évaluateur peut discuter et adapter les valeurs objectifs et seuils en fonction de la situation locale, qui deviendraient alors des références pour la charte de développement durable du quartier. Ces valeurs peuvent être évolutives en fonction des progrès et des avancées technologiques. Les indicateurs peuvent être binaires (oui/non) ou qualitatifs (tels que les échelons : très insuffisant, plutôt insuffisant, plutôt satisfaisant, très satisfaisant). Bien que les indicateurs qualitatifs soient plus facilement transposables, leur évaluation est plus subjective et doit être justifiée par l'interlocuteur.

Ces indicateurs sont regroupés par thème et objectif et les valeurs obtenues pour chacun d'entre-deux sont positionnées sur une échelle de durabilité ou de notation qui permet leur agrégation.

Le tableau de bord

Le tableau ci-dessus (tableau 3.5) récapitule une grille d'évaluation composée de 4 dimensions et 13 critères définis au préalable et de 40 indicateurs d'évaluation de paramètres en corrélation directe ou indirecte avec la notion du bien-être des usagers, scientifiquement valides, et qui doivent être abordables, disponibles, mesurables et lisibles, et démontrant les enjeux d'une transition écologique durable et exprimer les objectifs et les vocations affichés lors de cette opération de requalification. Aussi, en mesure d'aider les protagonistes à faire des choix qui mise le développement durable.

Tableau 3. 5 Tableau récapitulatif de la répartition des indicateurs et critères de chaque dimension

Dimension	Critère	Indicateur
Dimension de Conforts et environnement	Confort thermique et visuel	Gêne aérothermique Température de l'air L'humidité Relative de l'air The Sky View Factor
	Confort olfactif	Prise en charge des nuisances olfactives Pollution de l'air
	Biodiversité	Biotope de Surface CBS Diversité de faune et flore
	Paysages	Appréciation esthétique Continuité paysagère (TVB) Qualité de la végétation

Dimension Urbaine et Paysagère		
	Ambiances Attractivité territoire	du Sentiment de Sécurité Divertissement. Programmes d'animation
	Intégration au site	Accessibilité Mobilité et interconnexions Environnement immédiat
	Aménagement	Matériaux durables Mobilier urbain Parkings Aires de jeux Entretien des espaces verts
Dimension de Résilience Ecologique	Adaptation	Récupération des eaux pluviales. Intégration des NTIC. Système de contrôle et surveillance
	Atténuation	Gestion efficace des ressources Système de dépollution des eaux Prise en charge de risques sanitaires
	Vulnérabilité	Mesures d'anticipation d'inondations. Solutions de drainage durable
	Mixité sociale	Fréquentation

Dimension de Résilience d'Intégration et Sociale		Conditions de récréation Pratique du sport.
	Identité collective	Organisation d'événements. Sentiment d'appartenance. Rencontres
	Responsabilités et Justice environnementale	Actions de verdissement. Communication. Compagnes d'entretien Reprise en main du territoire.

3.4.4 Étape 04 : la notation

En termes de notation, il s'agit d'un système complexe de mesure de la performance qui cumule le nombre de points ou de crédits possibles qui pourrait être gagnés en atteignant un niveau de performance donné dans plusieurs aspects analysés

Par ailleurs, on ne manque pas de dire que l'étape de notation est, par toute évidence, une phase subjective tout en étant basée sur des observations, des études de documents et des échanges avec des professionnels. Il est possible d'évaluer la conformité aux différents indicateurs en adoptant une approche synthétique et en positionnant le projet sur une échelle de notation allant de 1 à 10, adaptée au contexte d'action ou d'évaluation. Cette démarche facilite le travail des évaluateurs en fournissant un cadre méthodologique clair. Cependant, il est important de noter que cette évaluation reste sujette à l'interprétation des évaluateurs et à leur compréhension du projet dans son ensemble.

Basée sur l'observation, l'étude des documents et des échanges avec les professionnels. Il est possible d'apprécier le respect des différents indicateurs d'un regard synthétique en plaçant le projet vis-à-vis d'un barème (échelle de notation) compris entre 1 et 10, sélectionnés en rapport avec contexte d'action ou d'évaluation, ce qui aide les évaluateurs dans la mise en place de la méthode.

À l'instar des référentiels d'évaluation consultés, nous allons doter chaque indicateur une échelle de notation graduée de 1 (note la plus basse) à 10 (note la plus élevée) suivant le degré de performance de chaque indicateur, Une fois établie, la valeur « notée » des indicateurs statistiques, en l'exposant face à une valeur de référence (ratios, normes, standards, exemples, benchmarks...). Ce qui permet de noter et de classer son niveau de performance comme suit :

Classement	Très faible	Faible	Moyen	Bon	Très bon
Note	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10

Pour un arbre de pondération à 10 critères et 21 indicateurs.

Score maximal indicateur : (Σ Score indicateurs = 10)

Score attribué au critère : (Σ Scores indicateurs / n).

n : c'est le nombre d'indicateurs pour chaque critère.

Notons que tous les indicateurs sont égaux au barème de notation, et en aucun cas ne seront multipliés par un coefficient, par considération que chaque indicateur joue un rôle principal pour l'évaluation du bien-être de l'utilisateur. Les étapes du processus d'évaluation sont résumées dans le (Tableau 3.6)

Tableau 3. 6 Mise en lumière de la méthode d'évaluation et la source de vérification pour chaque indicateur

	Indicateur	Source de vérification	Méthode d'évaluation
DIMENSION I : Conforts et Environnement			
Confort olfactif	Qualité des odeurs	Enquête auprès des usages / Entretiens auprès des acteurs impliqués	Analyses et combinaison des résultats obtenus
	Prise en charge des nuisances olfactives	Enquête auprès des usages / Entretiens auprès des acteurs impliqués / Données du projet.	Par manque de données précises, on s'est limité à une évaluation de la part des acteurs impliqués
Confort visuel	The Sky View Factor (SVF)	Mesures sur terrain.	Analyse qualitative des résultats
Confort thermique	Stratégie de refroidissement	Mesures sur terrain / Phases de simulation / Enquête auprès des usages	Analyses et combinaison des résultats obtenus
	PMV	Mesures sur terrain / Phases de simulation / Enquête auprès des usages	Analyses et combinaison des résultats obtenus

DIMENSION II : Urbaine et Paysagère			
Paysage et Biodiversité	Appréciation de la qualité de la végétation	Calcul de coefficient / observations sur terrain	Classement par rapport aux normes
	Trames verte et Bleue (TVB)	Analyse de plans / Entretien avec un architecte paysagiste	Analyses et combinaison des résultats obtenus
Aménagements	Entretien du parc	Enquête auprès des usages / vérification de moyens déployés	Analyses et combinaison des résultats obtenus
	Equipements	Phases d'observation et Enquête auprès des usages	Analyses et combinaison des résultats obtenus
Intégration au site	Environnement immédiat Mobilité et interconnexions	Des phases d'observation (2018-2022), Consultation de plans	Analyses et combinaison des résultats obtenus
DIMENSION III : Résilience et Intégration Sociale			
Mixité sociale	Mixité sociale	Entretien avec le chef de projet Cosider / ingénieurs D. de l'hydraulique / consultation de plans.	Analyse qualitative des dispositifs introduits et combinaison des données

Responsabilité et justice environnementale	Responsabilité et justice environnementale	Entretien avec le chef de projet Cosider / ingénieurs D. de l'hydraulique / consultation de plans.	Analyse qualitative des dispositifs de contrôle et combinaison des données
DIMENSION IV : Résilience écologique			
Mesures d'adaptations et d'atténuations	Mesures d'anticipation d'inondations. Gestion intégrée des rejets Système de contrôle et surveillance	Entretien avec le chef de projet Cosider / ingénieurs D. de l'hydraulique / consultation de plans.	Analyse qualitative des dispositifs introduits et combinaison des données

3.4.5 Étape 05 : la représentation graphique

Les fiches de synthèse, et par le biais des notes attribuées pour chaque critère seront représentés par un diagramme-radar permettant de pointer les indicateurs forts ou faibles de chaque section de notre EMC.

L'utilisation d'un graphique de type "radar" est une méthode couramment utilisée pour représenter les résultats de manière visuelle. Cette approche s'est révélée efficace dans divers domaines tels que l'évaluation, la gestion d'entreprise, le tourisme et les écosystèmes. L'affichage optimal de l'aspect "multicritères" revêt une importance primordiale. De plus, ce type de présentation ne nécessite pas la poursuite d'un processus d'agrégation de l'information collectée en un unique indice global, chose qui facilite d'appréhender l'ensemble des critères et les dimensions de la qualité des espaces publics du projet étudié, mettant en évidence ses points forts ainsi que les aspects pouvant être améliorés de manière claire et concise (voir figure 3.12).

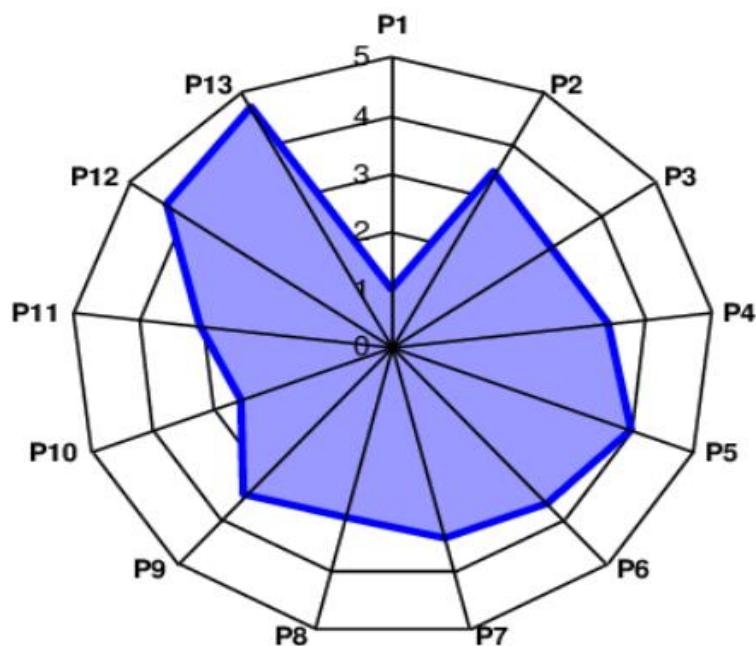


Figure 3. 12 Modèle de représentation graphique par le diagramme Radar.

Conclusion du chapitre III

Étant donné que l'approche d'évaluation est globale et complexe, elle ne se limite pas à l'identification de quelques indicateurs pertinents. Ainsi, pour évaluer de manière adéquate le confort et le bien-être, la résilience écologique et sociale, ainsi que la situation urbaine en général, ce qui implique le croisement des méthodes d'analyse multicritères avec des

démarches écologiques ou environnementales, d'innovation urbaine et de citoyenneté participative (Joly et al., 2019). Cela permet d'élargir les champs d'évaluation et de mieux comprendre les enjeux complexes liés aux espaces urbains.

Ce processus d'évaluation à caractère multicritères basé essentiellement sur la succession de cinq étapes clés à savoir :

- La détermination de 04 dimensions : traitant les objectifs fixés précédemment ; Dimension de Conforts et environnement, la Dimension Urbaine et Paysagère, dimension de résilience et intégration sociale et la dimension de Résilience Écologique.
- Les analyses et les approches d'évaluation des projets urbains, abordées en termes des 10 critères retenus, ont permis de poser plusieurs problématiques quelquefois non évoqués jusqu'alors dans l'optique de cette opération urbaine.
- L'indentification de 21 indicateurs issus des différentes thématiques, à la fois qualitatives, sensibles, et quantitatives, offrent d'une certaine façon, un regard de contrôle et d'évaluation par thématique, qui pourrait s'étendre aux objectifs de développement durable et être mis en place durant les différentes phases de préparation des projets de requalification d'espaces extérieurs publics, et contribue à impacter positivement l'aspect qualitatif du cadre de vie du citoyen.

Les différentes stations ont permis l'élaboration d'un guide référentiel d'évaluation multicritères (EMC), de faire sortir les performances et les faiblesses de chaque section du processus d'évaluation. Cependant, le système de pondération utilisé peut englober une part de subjectivité, notamment pour les indicateurs de perception et de représentation personnelle. Par ailleurs, la disponibilité et la précision des données recueillies peuvent influencer le calcul de chaque indicateur.

Afin d'être plus opérationnel, l'application du référentiel EMC sur les différentes dimensions du bien-être pour le projet de la requalification d'Oued El-Harrach à Alger, selon les données obtenues lors des différents dispositifs d'enquête sera abordée dans le prochain chapitre.

4 CHAPITRE IV : CAS D'ETUDE, DISPOSITIFS D'ENQUETE ET SIMULATIONS

INTRODUCTION

A l'issue de la clarification des étapes de la conception du référentiel, il s'est avéré que cette évaluation à caractère 'Multicritères' requiert une diversité d'outils d'investigation ; l'introduction de différentes techniques d'enquête selon les objectifs affichés, l'importance des enjeux et la variété des dimensions abordées, traitant principalement un questionnement majeur ; celui de l'évaluation du 'confort et *bien-être*' de l'utilisateur dans un territoire particulier (Parc de Prise d'eau à Oued El-Harrach), ayant subi une large opération de requalification urbaine. Les arguments et les objectifs de ce choix sont les suivants :

- Ce site permet d'étudier les interdépendances qui se manifestent mutuellement entre microclimat, confort, usage, bien-être et d'autres aspects de systèmes socio-écologiques, de techniques intégrés, avec les avantages de solutions naturelles (voir chapitre II). L'objectif est de confronter le concept du bien-être des usagers à une évaluation adaptée au contexte, et qui interpelle les niveaux d'adaptation et de satisfaction de l'individu dans son environnement. Chose qui permet de contourner les contraintes de ce site en faveur de meilleures exploitations et offrir des milieux urbains plus attractifs, confortables et également praticables, regroupés sous le cap des '*aménités de la qualité de vie*' en milieu urbain Bourdeau-lepage (2015).
- Cette opération de requalification d'envergure constitue une opportunité pour étudier et évaluer ses impacts, non seulement sur le plan technique, mais notamment en ce qui concerne la valorisation des paysages, les activités récréatives, sportives ou culturelles, la réintégration des populations...etc. à travers une série de critères qui modifient significativement la qualité de leurs cadres de vie (dimensions abordées en chapitre I). Qui permet de décrypter les continuités paysagères et les services écosystémiques rendus par ce maillage des Trames Vertes et Bleues (TVB) (Mariani et al., 2016) dans une optique de résilience écologique et sociale.

Pour rappel, le but de cette partie est de recueillir de près et sur terrain le maximum d'informations et de données possibles, qui seront consolidées par les résultats des phases de simulations. Cet ensemble constituera un socle pour la phase d'évaluation à travers les différentes sections de cette recherche. Un travail scindé principalement en deux parties : la présentation du cas d'étude, les dispositifs d'enquête introduits et la partie des simulations.

Une première introductive concernant la description du cadre général **des dynamiques urbaines de la ville d'Alger, entre contextes et transformations** qui connaît la concrétisation d'un certain nombre d'interventions urbaines structurantes, inscrite dans la dernière révision du PDAU, à la présentation du cas d'étude, le cadre général du projet de réaménagement d'oued El-Harrach et ses berges, Cette partie sera beaucoup plus analytique et recèle un ensemble d'informations permettant d'appréhender le cadre physique, les composantes, les typologies, etc., et principalement de dresser un profil détaillé du cours d'eau, de cibler concrètement l'ensemble des atouts comme des carences et dysfonctionnements générés par ces derniers.

La seconde reprend le phasage du déroulement de l'enquête sur terrain. En commençant par la présentation des outils méthodologiques d'enquête mis en œuvre. Le dispositif méthodologique qui est combiné essentiellement par une « méthode expérimentale » et « méthode interrogative », composé de trois techniques d'enquêtes : Mesures et observations sur site, Questionnaires, entretiens. Cette conjugaison de techniques complémentaires permet d'appréhender le statut, les discours des gestionnaires et acteurs impliqués dans cette opération, ces acteurs sont aussi bien : des institutionnels, administratifs ainsi que des habitants et usagers.

Après avoir présenté les étapes de la conception du référentiel d'évaluation (EMC), partant des différentes sections, critères, indicateurs...etc. La corrélation et le croisement des données obtenues à partir de chaque section, permettra d'évaluer les différents indicateurs et critères fixés précédemment lors de la conception du référentiel d'évaluation multicritères (EMC).

4.1 Les dynamiques urbaines de la ville d'Alger : Contextes et transformations

Alger ; 'capitale moderne', 'éco-métropole', 'ville verte'...etc., une panoplie de marketing urbain a marqué l'introduction d'un ensemble de projets structurants pour la modernisation et de la ville d'Alger durant les deux dernières décennies. Face à ces ambitions, la nécessité d'adopter de nouveaux référentiels d'aménagements et instruments d'urbanisme est devenue incontournable afin de concrétiser cette nouvelle vision, qui reste toutefois conditionnée par l'efficacité des solutions apportées envers les mutations territoriales, et les prévisions envisagées pour les particularités et les vulnérabilités caractérisant le tissu urbain algérois.

Devant cette volonté affichée, une vision à long terme est devenue plus qu'une nécessité, une vision plus large et opérationnelle est adoptée par les autorités de la ville d'Alger ; le Plan Stratégique de Développement d'Alger (PSDA) à l'horizon 2029, résultat de deux études principales : la révision du PDAU en 2006 et le plan d'aménagement de la Baie d'Alger en 2011(BOUCHERIT & BOUCHAREB, 2019)

4.1.1 Le Plan Stratégique du Développement d'Alger PSDA 2030

Initié le groupe portugais 'Parque Expo' en 2006, le PSDA est basé essentiellement sur la vision de 'métropolisation' de la capitale, suivant des approches et logiques qui se voulaient distinctes des modèles de planifications du passé, en prévoyant la réalisation de plusieurs projets structurants selon des paliers, répartis sur l'ensemble de son territoire (voir Figure 4.1), qui permet d'inscrire la ville d'Alger au rang des métropoles méditerranéennes selon les axes suivants :

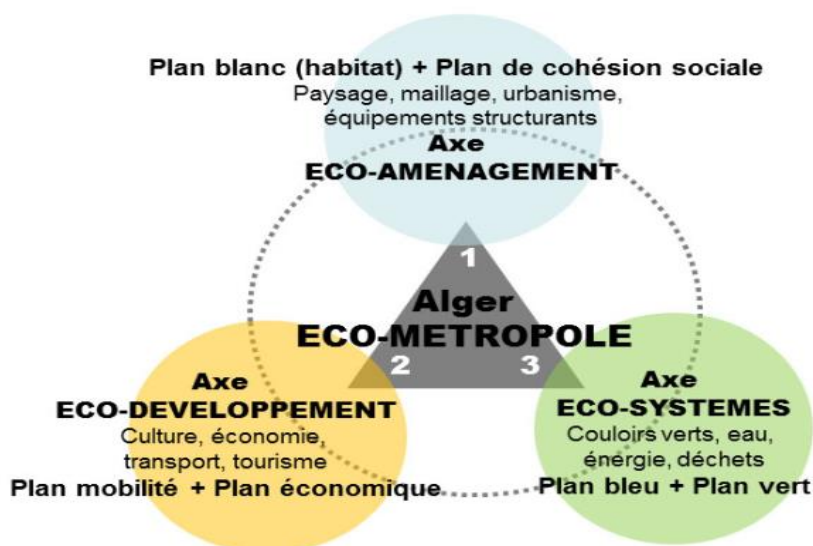


Figure 4. 1 les orientations majeures du Plan Stratégique d'Alger 2030. Source : Rapport d'orientation 2011

Malgré les visées louables du Plan Stratégique de Développement d'Alger (PSDA), et qu'il a été doté d'une vision à long terme, d'outils opérationnels (Plan blanc, Plan vert, Plan bleu...etc.) qualifiés *d'innovants mais non prospectifs*' (Berezowska-Azzag, 2014) où plusieurs critiques sont pointées du doigt, principalement en termes des objectifs qui restent essentiellement socio-économiques, en l'absence d'une étude prospective qui va avec la vision affichée de *'l'éco-métropolisation'* de la ville d'Alger.

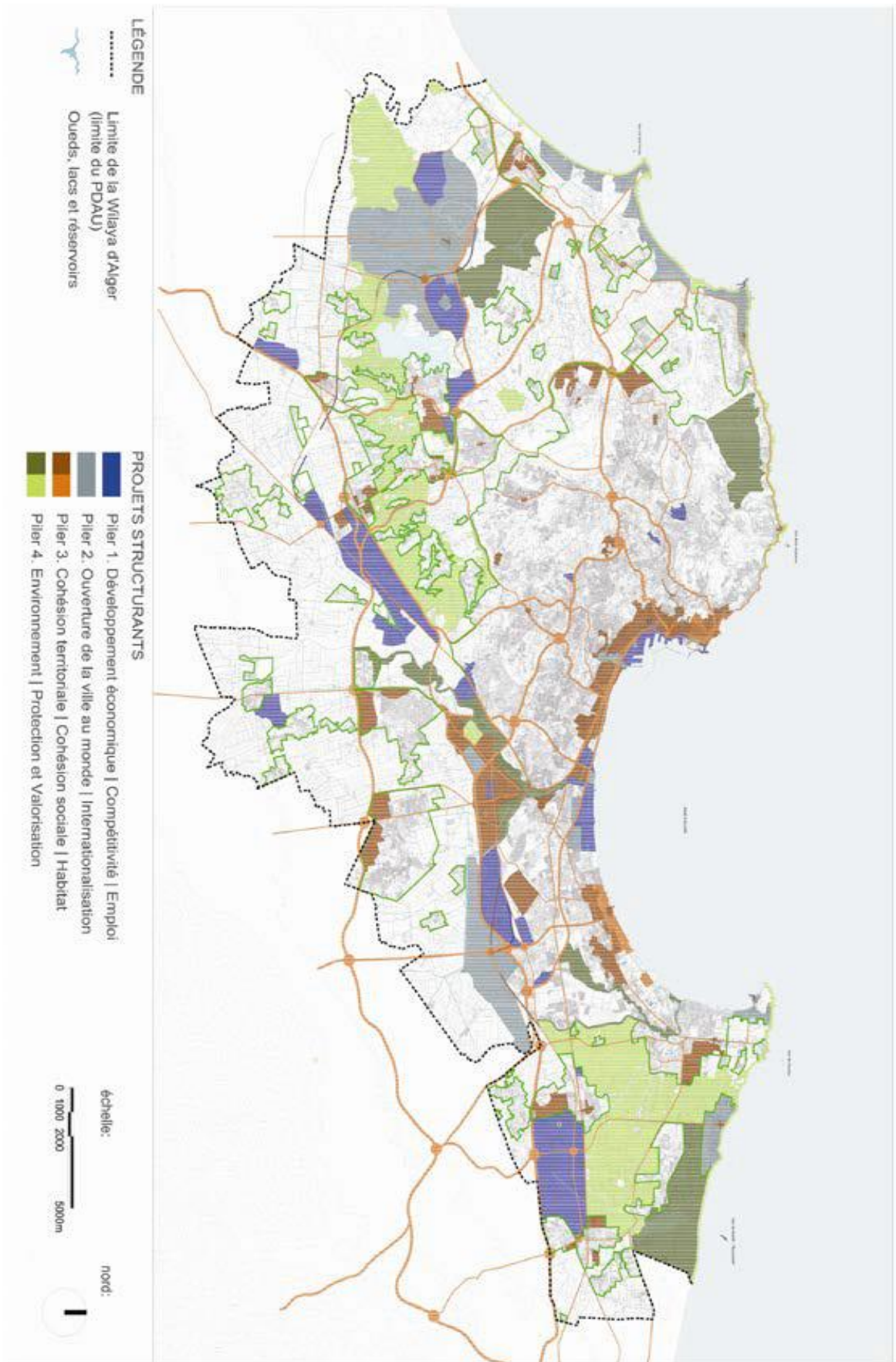


Figure 4. 2 Répartition des projets structurants sur l'ensemble de la wilaya d'Alger Source : Parc expo, 2011.

4.1.2 Le nouveau PDAU d'Alger

Le nouveau PDAU se veut comme un outil de gestion et de planification légale à caractère obligatoire, qui fixe et détermine les orientations et les prévisions urbaines en termes de l'aménagement du territoire sur la totalité des communes de la ville d'Alger.

Après une longue phase d'études, de consultation et de concertations qui a duré plus de huit ans, le groupe portugais *Parque Expo* retenu pour la mission de la révision du PDAU.

La concrétisation des orientations du Master Plan (PSDA) par le biais des nouvelles orientations du PDAU (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme) de la capitale, à l'horizon 2030 (actualisé 2035) repose sur une approche systématique selon les étapes suivantes (voir tableau 4.1) :

Tableau 4. 1 déroulement phases du PSDA.

Phase	Mission principale
2009-2014	Embellissement de la capitale
2015-2019	Aménagement de la baie et les centres urbains
2020-2025	Requalification de la périphérie
2025-2035	Consolidation de l'ensemble du territoire

Cette révision du PDAU présente un nouveau paradigme pour l'avenir de la ville d'Alger, basée essentiellement sur les questions clés suivantes : (mobilité, économie, environnement, habitat, agriculture et risques) (voir Annexe B) qui se décline pour sa concrétisation suivant les actions suivantes :

- Le lancement d'une série de projets neufs (la grande mosquée d'Alger, le nouveau siège du parlement, l'extension de l'aéroport, stade de Baraki...etc.).
- La revitalisation du centre historiques, requalification de la périphérie et du centre historique.
- La nouvelle conception prévoit une structure basée sur les nouvelles polarités ou centralités urbaines, issues principalement de la densité de population.
- Redéfinition de la structure Macro écologique par l'introduction de nouvelles unités de paysages
- Développement de l'attractivité urbaine et la promotion du cadre de vie par la mise en valeur les milieux naturels.

4.1.3 La zone verte :

Cette dynamique de restructuration revêt plusieurs points positifs en termes de la protection des terres agricoles, parcs, bois...etc. et ne prévoit aucun hectare agricole à la reconversion pour l'urbanisation. Bien au contraire, c'est les opérations de requalification et du renouvellement urbain qui prennent le relai pour défendre le patrimoine agricole et forestier existant, et également promouvoir plus de capital végétal, par la définition d'un nombre important de ceintures vertes et des agri parcs nommé '*Zone verte de protection*' (Figure 4.3) et qui comprend les zones suivantes :

- Les espaces verts privés et publics existants
- Les zones près des Oueds à risque d'inondations ou glissement de terrains.
- Les aménagements verts des couloirs de circulation et des infrastructures routières.
- Parcs d'attraction, terres végétalisées, plantées, perméables, zones vertes libres à vocation récréative et d'activités de loisirs pour les populations



Figure 4. 3 les ceintures et zones vertes prévue dans la révision du PDAU. Source : Rapport d'orientation de la révision du PDAU parc expo, 2011.

4.1.4 Le pôle de régénération d'El-Harrach

Parmi les objectifs soulignés du Master Plan (PSDA) est d'apporter des solutions objectives aux faiblesses identifiées notamment pour les territoires vulnérables, en adoptant une série de projets dans un processus de requalification et renouvellement urbain. L'opération colossale du pôle de régénération urbaine 'El-harrach/Baraki' en est un (Figure 4.4). Une

intervention emblématique prévue pour jouer un rôle fondamental pour rééquilibrer la structure urbaine et paysagère de cette centralité (zone industrielle, habitat, la requalification d'Oued El-harrach, des extensions routières, Stade de Baraki...etc.). Un programme aussi varié que potentiel, permettra l'instauration de nouvelles fonctions économiques, et de renforcer la résilience écologique et sociale pour les populations en termes d'accès aux biens et aux services



Figure 4. 4 Pôle de régénération urbaine d'El-harrachSource : Rapport d'orientation de la révision du PDAU, 2011

4.1.5 Le Projet de la requalification d'Oued el Harrach

Toujours dans la même stratégie du renouvellement urbain, une large opération de requalification d'Oued El-harrach est inscrite comme l'un des projets structurants du Master Plan (PSDA 2030) au centre de la baie d'Alger, qui traverse l'ensemble de la ville depuis la méditerranée (voir les figure 4.5 et 4.6), son bassin versant est considéré comme un réel baromètre du niveau écologique et environnemental de la capitale.



Figure 4. 5 Plan de situation du Parc de 'Prise d'eau'



Figure 4. 6 Position du cours d'eau au centre de la baie d'Alger. Source : Auteur, 2019.

Sur une longueur totale de 18.2 km, répartie essentiellement sur trois zones : zone résidentielle, la zone verte et terres cultivées et la zone industrielle. L'opération de requalification d'oued el Harrach et le réaménagement de ses berges vise à restituer ses fonctions hydrauliques, prémunir la population des risques inondations dommageables, maintenir le débit d'étiage de l'oued, offrir des espaces pour l'attractions et la pratique du sport pour les habitants, ainsi que des actions sociales à travers le relogement. Une opération de grande envergure dotée d'une enveloppe financière importante qui s'étend à plus de 38 milliards de dinars, confiée dans sa phase 'étude de projet' au groupe français 'Arte charpentier', et la réalisation au groupement d'entreprises Algéro-coréen : (Cosider et le coréen Daewoo) pour un délais d'exécution de 42 mois, qui a été largement dépassé.

Soit un ensemble de mesures que nous jugeons très positives qui ont impacté l'image de ce territoire vulnérable, un point constaté lors de chaque visite sur site, ce qui a permis aux populations de tirer profit du potentiel naturel remis en valeur, de corriger et atténuer les dysfonctionnements environnementaux pour lesquels ce dernier a été longtemps stigmatisé, quoiqu'ils en restent certains points à améliorer (principalement les nuisances olfactives).

4.1.6 Justification du choix du contexte d'étude

Le site choisi était le 'le parc de Prise d'eau' faisant partie de la commune d'El-harrach, en raison de plusieurs considérations comme suit :

- Oued el Harrach, En tant qu'élément central est un cours d'eau important dans la capitale, Caractérisé par une végétation dense du côté de la rive gauche, et faisant partie des grands projets de régénération urbaine à Alger, où les autorités ont décidé d'aménager le parc pour créer davantage d'aires de loisirs, en améliorant les conditions sociales et environnementales.
- Dans le but d'étudier le confort et bien-être des usagers, ce site est composé d'une variété d'éléments facilitant une telle étude (figure 4.7) ; d'un tissu résidentiel minéral compact sur la rive droite, d'un pourcentage d'espaces bleus (le cours d'eau) et un couvert végétal contenant pelouse et arbres sur la rive droite. L'ensemble de ces éléments permet d'appréhender les interactions entre facteurs microclimatiques, confort des usagers, et d'explorer comment une infrastructure verte et bleue adaptée peut améliorer la résilience écologique du territoire et le bien-être des individus.

- Ce site, auparavant marginalisé, inaccessible pour les familles et complètement délaissé, constitue une réelle occasion pour voir de près comment une opération de requalification urbaine et environnementale permet aux populations de regagner ces lieux, de tisser de nouveaux liens et d'instaurer de nouveaux modes d'usage et comportements, cette transition comme expliquée dans le (chapitre I) constitue une nouvelle forme de résilience sociale.



Figure 4. 7 Images représentatives des variantes sur les deux berges. Source : auteur 2021

4.2 Partie expérimentale

4.2.1 Présentation du dispositif méthodologique :

Parmi les objectifs de cette partie de l'enquête est d'asseoir l'importance que les usagers accordent à la dimension de leurs 'bien-être' et l'appréciation de la qualité de leurs cadres de vie, notamment par le biais des critères objectivés par les récentes approches environnementale à l'échelle urbaine centrées sur l'individu qui mettent à priori : climatologie, confort thermique, bruit, qualité de l'air, paysages, risques...etc). Quatre questions majeures ont guidé l'ensembles des dispositifs d'enquête :

- ✓ Comment évaluent les usagers l'appréciation de la qualité de leurs cadres de vie ?
- ✓ Quelles sont les critères et dimensions du bien-être identifiés ?
- ✓ Quelle serait la place de la dimension environnementale dans cette échelle d'évaluation ?
- ✓ Comment perçoivent-ils les nuisances et les facteurs d'inconfort ?

Selon la variété des enjeux, des dimensions et des objectifs de notre recherche, se diversifient les techniques du dispositif d'enquête adoptées, et ce suivant la nature des données et l'accessibilité aux informations recherchées pour chaque partie.

Dans un premier temps, après avoir mené une préenquête pour identifier des dispositifs d'enquête à introduire, et afin de multiplier les ressources d'informations visées, le recours à une triangulation d'outils d'enquête est jugé primordial, en plus d'une phase de simulation ont été déployés :

- Un questionnaire in situ à propos des représentations personnelles des usagers.
- Des entretiens semi-directifs destinés aux acteurs impliqués, aux gestionnaires et aux Professionnels.
- Des phases d'observation directe par prise de photos et des mesures sur terrain, auxquelles s'ajoutent des phases de simulation permettant d'étudier l'impact et les interactions du binôme 'végétation et cours d'eau ' dans l'amélioration des conditions du confort thermique selon trois scénarios d'aménagement qui seront détaillés dans la phase de simulation

4.2.2 L'enquête Sociologique auprès des usagers

L'échantillonnage

Nous présentons brièvement quelques notions de base relatives aux processus d'échantillonnage, de collecte de données, etc., en s'appuyant sur l'ouvrage de Jean VAILLANT, 2005 « *Initiation à la théorie de l'échantillonnage* »

Différentes méthodes de construction de l'échantillon peuvent être utilisées, telles que l'échantillonnage simple, aléatoire, représentatif, par panel, etc. Après avoir examiné les différentes méthodes d'échantillonnage et en tenant compte des conditions de notre enquête ainsi que des opportunités qui se présentent, nous avons opté pour un "**échantillon de commodité**". Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage non probabiliste dans laquelle les sujets sont choisis en raison de leur disponibilité sur place, de leur accessibilité et de leur proximité avec le chercheur.

Lors de notre enquête, nous avons pris contact avec le nombre maximal possible de personnes qui ont répondu 'favorables' pour la participation au questionnaire, représentés comme suit :

- Catégorie Adulte (hommes) : Généralement les pères de familles au nombre de **58**.
- Catégorie Adulte (femmes) : au nombre : **12**
- Catégorie jeune (entre 15 à 25 ans) : au nombre de : **15**
- Soit un total d'enquêtés de **85** personnes.

Déroulement de l'enquête

Dans un but d'appréhender la qualité du bien-être et les représentations (subjectives et objectives) des usagers, l'enquête s'est déroulée dans le parc de prise d'eau sur les deux berges d'oued El-Harrach, présentant de différentes caractéristiques sociales, morphologiques et environnementales, pendant 06 semaines (du 01 juillet au 18 août, 2019), en mode face à face, durant les après-midi (entre 14h-20h) des jours de week-ends. Et ce, vu leurs disponibilités notamment les vendredis).

Elaboration du questionnaire

Vu son importance en termes de collecte de données et de traduction des objectifs de l'enquête, un ensemble d'éléments sont entrepris et respectés lors de l'élaboration du questionnaire :

- ✓ Une introduction informative et qui devrait susciter l'intérêt des répondants.

- ✓ Lisibilité des questions à travers l'emploi des termes simples, directs et familiers à l'ensemble des répondants.
- ✓ La hiérarchie des questions liées au cœur du sujet de recherche de manière graduelle en allant du général au particulier dans chaque dimension de l'évaluation.

Les questions ont été formulées en se référant à **L'échelle de Likert**.

L'échelle de Likert est une méthode couramment utilisée pour mesurer les attitudes, les opinions ou les évaluations des individus dans le cadre de la recherche sociale et psychologique

L'échelle de Likert consiste en une série d'énoncés ou d'affirmations auxquels les participants sont invités à exprimer leur degré d'accord ou de désaccord. Les réponses possibles sont généralement représentées par une échelle à plusieurs niveaux, souvent de cinq ou sept points, allant d'accord fortement, accord, neutre, désaccord, à désaccord fortement. Les participants sélectionnent la réponse qui correspond le mieux à leur perception ou à leur opinion sur chaque énoncé. (Voir Annexe C)

Les scores obtenus pour chaque énoncé peuvent être agrégés pour calculer des scores globaux, permettant ainsi de mesurer et de comparer les attitudes ou les opinions des individus ou des groupes. L'échelle de Likert offre une mesure quantitative des attitudes, bien qu'elle puisse également être utilisée pour des analyses qualitatives en examinant les réponses individuelles aux différents énoncés.

Dans le but d'acheminer les réponses des sujets questionnés vers l'évaluation de leurs satisfactions des conditions du bien-être, une deuxième échelle a été proposée pour un certain nombre de questions.

➤ **L'échelle d'évaluation de 1 à 5**

La difficulté de l'exercice de l'évaluation réside dans le fait de trouver le juste qualificatif de satisfaction pour évaluer un service, un produit ou une sensation, plus particulièrement en ce qui concerne les dimensions subjectives de chaque question. Dans ce sens, l'utilisation **d'un système de notation** à la disposition de l'enquêté, qui lui aide à attribuer une note dans une échelle de valeur (de 0 à 5), où la note 0 exprime un très faible degré de satisfaction, la note 5 reflète un haut degré de satisfaction).

Echelle de notation de 1 à 5

Question posée : Sur une échelle de 1 à 5, quel est votre degré de satisfaction ?

	0	1	2	3	4	5	
Instatifait	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Très satisfait

Ce classement s'inscrit dans le même principe de l'évaluation de chaque indicateur comme expliqué dans chapitre III

Et enfin, la clôture du questionnaire par une question ouverte permettant aux usagers une certaine liberté d'exprimer leurs propres points de vue envers les différentes facettes du sujet. Les données recueillies seront mise en relation avec les données objectives sur terrains.

Entretiens auprès des acteurs impliqués

Cette recherche exploratoire repose également sur des entretiens semi-directifs menés avec des acteurs impliqués dans la gestion du projet. L'objectif était de situer les différentes dimensions de l'évaluation du bien-être dans leurs cadre conceptuel, réglementaire et technique à travers les différentes visions, critiques et également les recommandations recensées qui reflètent une importance accordée au sujet. (Voir Annexe D).

Afin de mieux cerner les différents aspects notamment techniques, de responsabilité, de gestion et d'encadrement relatifs aux différentes sections de l'évaluation multicritères, sujet de notre recherche. Une dizaine de questionnaires ont été réalisés au cours des jours ouvrables de la semaine, sous forme d'entretiens semi-directifs, destinés aux différentes structures telles que :

- ✓ Wilaya d'Alger.
- ✓ DUAC : Direction d'Urbanisme d'Architecture et de Construction
- ✓ Ministère de l'environnement.
- ✓ ONEDD : Office National de l'Environnement et le Développement Durable.
- ✓ Direction des ressources en en eau de la wilaya d'Alger.
- ✓ ANRUB (Agence Nationale de l'Urbanisme).
- ✓ Le Service technique d'APC d'El-Harrach
- ✓ Cosider, filiale Travaux publics.

Où nous avons essayé d'avoir les différents avis des acteurs impliqués, à savoir :

- ✓ Architectes (chefs de service) : 5
- ✓ Aménageurs : 3
- ✓ Architecte Paysagiste : 1
- ✓ Ingénieurs : 4
- ✓ Techniciens : 3
- ✓ Et aussi experts consultants : 2

Et ce, afin d'esquisser des réponses, et distinguer les différents dysfonctionnements qui nuisent à la qualité environnementale proposée dans ce territoire et le bien-être de ses usagers.

Les phases d'observation

Les observations sont un outil d'enquête pertinent, qui permettent aux chercheurs d'étudier les comportements, de suivre les attitudes ou les interactions (Thietart & all, 2003). Le type d'observation introduite dans notre enquête est une observation non participante. Le choix a été fait de mener des observations variables dans le temps, mais fréquentes. Cet outil méthodologique nous permet de compléter les informations recueillies, de vérifier la réalité des pratiques des usagers, et de dresser une image informative des différentes mutations des états des espaces dans les deux rives.

Mise à part celles effectuées dans le cadre du questionnaire, plusieurs visites sont effectuées sur site et qui couvrent les différentes périodes de l'année, par le biais d'un rapport photographique (voir les images) et des prises de notes.

4.2.3 Phase de mesures sur terrain

En ce qui concerne la première dimension de l'EMC, qui couvre un ensemble de paramètres microclimatiques impactant le confort thermique et visuel des usagers

L'objectif de cette partie est d'explorer comment le binôme : masse d'eau et végétation impacte le confort thermique et visuel, en particulier les variations de température et d'humidité relative, en intégrant des mesures in-situ et des simulations numériques basées sur une approche de modélisation, en simulant et en évaluant les potentiels d'interactions entre les composantes naturelles, les conditions climatiques environnantes, pour atteindre des objectifs de résilience et d'améliorer des conditions de bien-être humain.

Les mesures sur site ont été effectuées pendant trois jours (du 04 au 06 juillet), Ou la journée du 5 juillet 2019 a été validée pour la campagne des mesures comme ‘journée type’ de saison la chaude, où la température de l'air, l'humidité relative, et la vitesse du vent étaient les principaux paramètres microclimatiques enregistrés à une hauteur de 1,5 m pendant quatre intervalles de temps le long de la journée à partir de 9 h. jusqu'à 19 h, période pendant laquelle les gens sont plus susceptibles de participer à des activités de plein air en saison estivale.

Les mesures ont été effectuées. À l'aide d'instruments numériques (instrument multifonction (LM800) (figure 4.8).



Figure 4. 8 Appareil de mesures multifonctions de type LM800.

D'autres prise de photos en type 'fish-eye' (figure 4.9) en utilisant l'objectif Canon EF 8-15mm f/4L. dans les mêmes points fixés précédemment ont été effectuées, dans le but de cerner les variétés de la qualité visuelle dans les différents points étudiés



Figure 4. 9 L'objectif Fisheye EF 8-15 mm f/4L

4.2.4 Compagne de mesures sur le site

La présente étude a été menée dans le parc 'Prise d'eau' à El-Harrach au centre de la ville d'Alger, situé à 36.42 Nord et 3.07 Est. A 4 km de la mer Méditerranée, caractérisée par un climat méditerranéen ; frais en hiver, humide et chaud en été, avec une température moyenne mensuelle de 32.7°C en mois d'Aout, et un taux d'humidité élevé dépassant les 70% en été. Le vent vient relativement du nord/nord-est en été, avec une vitesse moyenne annuelle de 4,2 m/s à la station météorologique. Les variations météorologiques sont en (annexe E).

Rappelons que l'objectif de cette compagne de mesures est de décortiquer et analyser l'impact et les corrélations entre 'eau et végétation' sur le confort des usagers en tant que paysage écologique particulier. Dans ce sens, nous nous sommes focalisé sur les variations climatiques des trois paramètres suivants : température de l'air, vitesses des vents et l'humidité relative de l'air. Les valeurs retenues correspondent à une journée type de la saison chaude (un taux d'humidité et degré de température élevés)

Les mesures ont été réalisées durant trois jours successifs en huit (08) points de suivi présentant différentes caractéristiques du site : degré de végétation, l'ouverture du site et une zone minérale compacte (Figure 4.10).

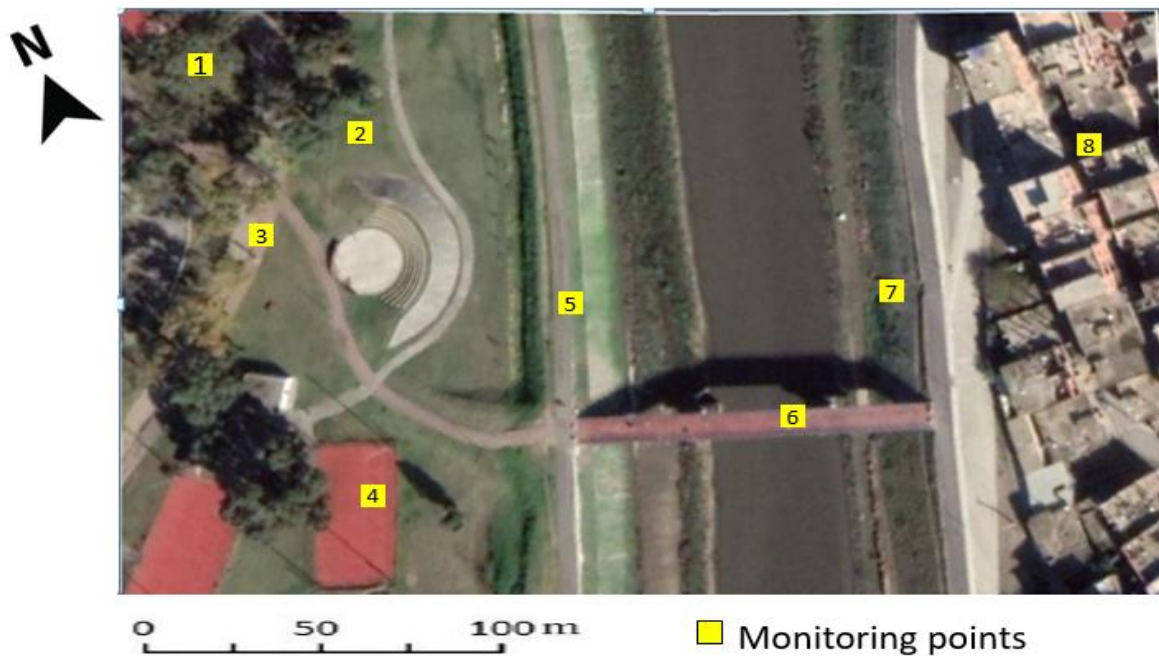


Figure 4. 10 Site d'investigation + points de mesures sélectionnés

Chacun des points de mesure sélectionnés présentait des caractéristiques différentes par rapport aux autres points selon une variété de paramètres (microclimatiques, physiques et naturels) résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4. 2 Présentation des points de mesures et leurs caractéristiques

Point	Caractéristiques / positions	Objectif / Impact
P1	Sous ombre d'arbres	Typologie des arbres
P2	Surface gazonnée sans arbres	Impact de la végétation
P3	Surface minérale	Typologie des matériaux
P4	Asphalt	Material-albedo
P5	Rive gauche	Impact du cours d'eau
P6	Sur le pont	Interactions: eau- végétation / site ouvert.
P7	Rive droite	La proximité de l'eau
P8	Canyon d'habitation dense	Morphologie urbaine

Variations des paramètres mesurés sur terrain

Les résultats des mesures enregistrées sur terrain sont présentés dans les graphes ci-dessus (Figure 4.11), à savoir les variations des trois paramètres (Température de l'air, la vitesse des vents et les taux de l'humidité relative) dans les 8 points fixés précédemment, pendant les quatre séances de mesures de la journée depuis (9h jusqu'à 19h)

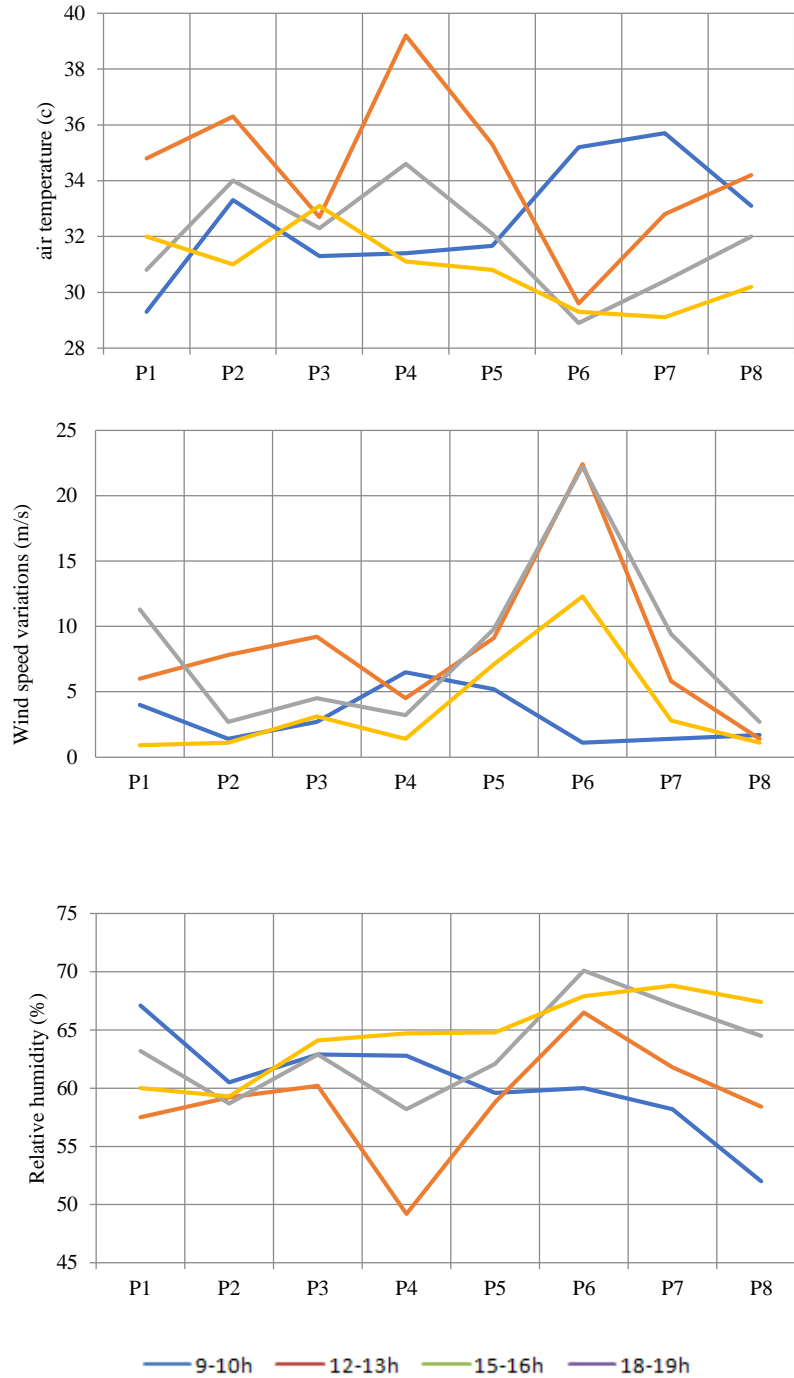


Figure 4. 11 Les variations paramètres (Température de l'air, la vitesse des vents et les taux de l'humidité relative) durant la phase de mesures.

Lecture et croisement de résultats

D'après la figure 2, on assiste à une variation importante de la température ambiante de l'air entre le point P1 qui correspond à une zone végétalisée, et le point P4 qui représente une zone minérale (matériaux urbains artificiels), ce dernier a enregistré la température la plus élevée de 39,2C° à 12h, soit un ΔT de 4.4C° entre P1 et P4, grâce à l'effet de l'ombre des arbres et l'amortissement du flux solaire. Globalement, les vastes espaces végétalisés offrent

des microclimats relativement stables (Jiang et al., 2018), notamment avec l'effet des arbres qui s'est avéré plus fort que celui des surfaces gazonnée, en termes d'écart de température qui atteint jusqu'à 10 C°, et même de l'étendue de la surface rafraîchie, qui est significativement liée à la hauteur de la canopée des arbres dans une étude empirique menée à Londres par (Vaz Monteiro et al., 2016).

Dans une recherche récente par (Louafi et al., 2013), démontrent que la variété des caractéristiques d'un espace public (degrés de végétation, surfaces minérale, Profils des arbres...etc) impacte différemment la qualité de la perception des ambiances thermiques des usagers

Pour mieux suivre le degré du confort thermique des usagers et sa corrélation avec le degré de végétation, les variations de l'indice PMV dans les différents points de mesures sont présentées dans le graphe suivant (figure 4.12) :

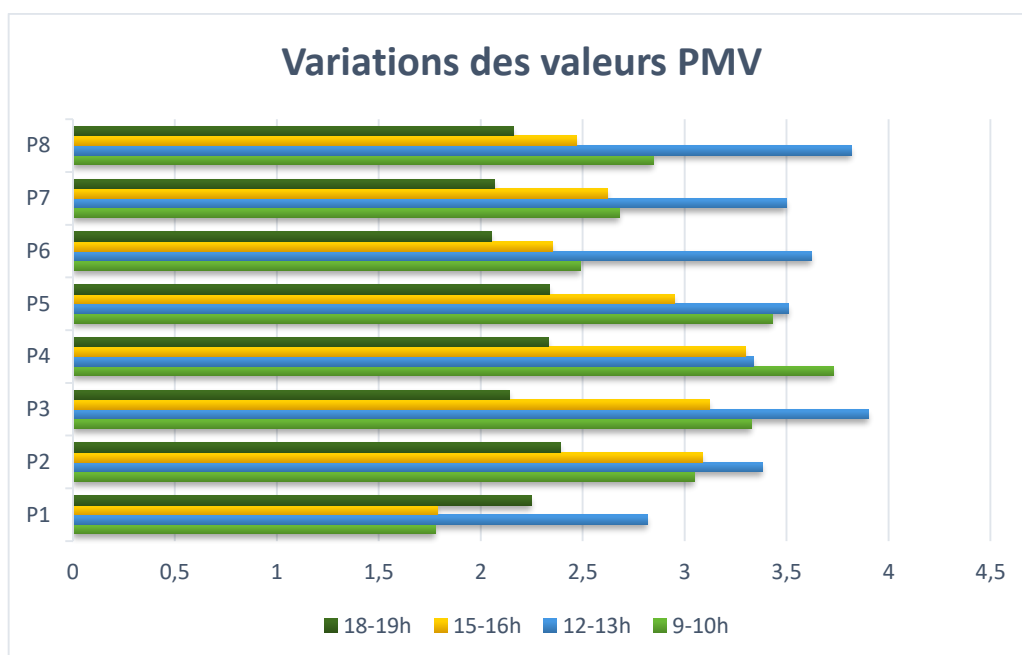


Figure 4. 12 Les variations du PMV du P1 à P8 mesurées sur site.

Le graphique (V.13) montre une corrélation faible due principalement à une variabilité importante entre les valeurs du PMV en fonction du degré de végétation dans les différents points du site.

Les écarts entre les degrés de température durant la journée (notamment entre 12-13h), les points minéraux comme (P3, P4, P5, P7) en l'absence de couverture végétale affectent de

façon significative le confort des usagers en exprimant un PMV de plus en plus élevé, cependant Les meilleures valeurs sont enregistrées au niveau des points sous ombre d'arbres comme (P1), ce qui explique l'effet du masque de la végétation pour l'absorption du flux solaire (Mazhar et al., 2015). Aussi entre 18 et 19h présentant des intervalles plus au moins confortables résultat de la régression des températures en fin de journée (voir figure 4.13). Par ailleurs, d'autres diversités positives sont constatées comme exemple aux niveaux de P6 un point à forte exposition aux vents et P8 sous ombre contribuent à avoir de bonnes valeurs du facteur PMV. Ces résultats confirment les propos conclusifs de *Louafi et al* (2012) que le confort thermique peut être affecté par la diversité environnementale du site.

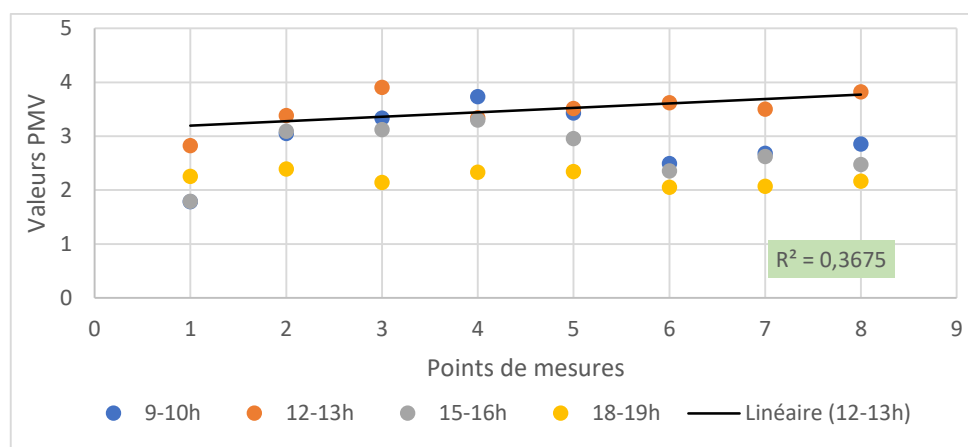


Figure 4. 13 Corrélation entre PMV et le degré de végétation.

Sur un autre plan, les sites qui contiennent des cours d'eau ont des particularités en termes de rafraichissement, l'ouverture de la morphologie urbaine est un élément favorable à la circulation des vents à une vitesse élevée, qui influence directement la baisse des températures de l'air, nous constatons ce postulat clairement dans les points (P6, P3) qui affichent des variations jusqu'à $-6,7C^{\circ}$. Et ce, sous l'effet du mécanisme de la trajectoire du vent qui introduit une ventilation verticale (Jiang et al., 2018), qui est également affecté par la taille, la forme, la position, la direction des vents et les composantes du paysage (Du et al., 2016) (Gunawardena et al., 2017).

La présence où la proximité du cours d'eau en position de la direction des vents modifie positivement le microclimat, en termes d'humidité relative de l'air (Theeuwes et al., 2013), contrairement aux degrés de température de l'air qui restent relativement plus faibles (Graphe n 3) nous constatons une corrélation inverse entre les températures enregistrées et humidités de l'air, résultat de l'effet évaporation-masse de sueur des végétaux et des interactions avec les conditions climatiques environnantes.

D'après les résultats des mesures effectuées sur site, la combinaison du binôme 'cours d'eau et végétation' peut impacter positivement le microclimat local, par le biais du '*Synergitic cooling effect*', ce postulat est soutenu par plusieurs recherches menées ces dernières années (Robitu et al., 2006) (Jiang et al., 2020). La configuration du paysage, la morphologie urbaine, la densité de végétation, la répartition des arbres...etc. sont autant de facteurs qui nous permet d'étudier et d'évaluer les différentes postures microclimatiques à travers une phase de simulation numérique.

4.3 Phase de simulations numériques

Dans le but d'évaluer et de prévoir comment l'infrastructure bleue et verte (TVB) pourrait être optimisée pour atténuer l'effet de l'îlot de chaleur, pour améliorer les conditions microclimatiques locales pour les utilisateurs dans un contexte rigoureux, notamment pour les deux paramètres (température de l'air et l'humidité relative), et suite aux résultats de l'enquête principalement en termes des dispositifs d'aménagement adoptés, une phase de simulation a été décidée traitant trois scénarios variés S1, S2 et S3, en utilisant le logiciel Envi-Met 3.1

4.3.1 Le logiciel Envi-Met

Envi-Met est un logiciel de simulation largement utilisé présentant des outils interactifs qui peuvent rechercher différents aspects des paramètres complexes du microclimat. Un modèle de microclimat 3D conçu pour reproduire les interactions végétation-air-espaces extérieurs dans la zone d'étude, présentant une résolution typique jusqu'à 0,5 m dans l'espace et 1 à 5 s dans le temps. Qui permet une compréhension approfondie et une analyse fine de certains paramètres climatiques, notamment la vitesse du vent, l'humidité relative, les impacts de la température de l'air sur le microclimat local.

4.3.2 Validation du modèle ENVI-met

Le coefficient d'erreur moyenne (RMSE)

Le RMSE utilisé par Yang et al. (2013), présentant l'erreur d'intervalle d'estimation entre la valeur mesurée et la valeur simulée pour l'ensemble de points(n).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Predicted_i - Actual_i)^2}{N}}$$

Dans notre cas, le RMSE des points de surveillance 1 à 8 est de 0,56. Une valeur minimale, et que les données microclimatiques introduites peuvent être bien prévues, mis à part le point P4 qui correspond à un matériau minéral (une forte réflexion du flux solaire) (voir figure 4.14)

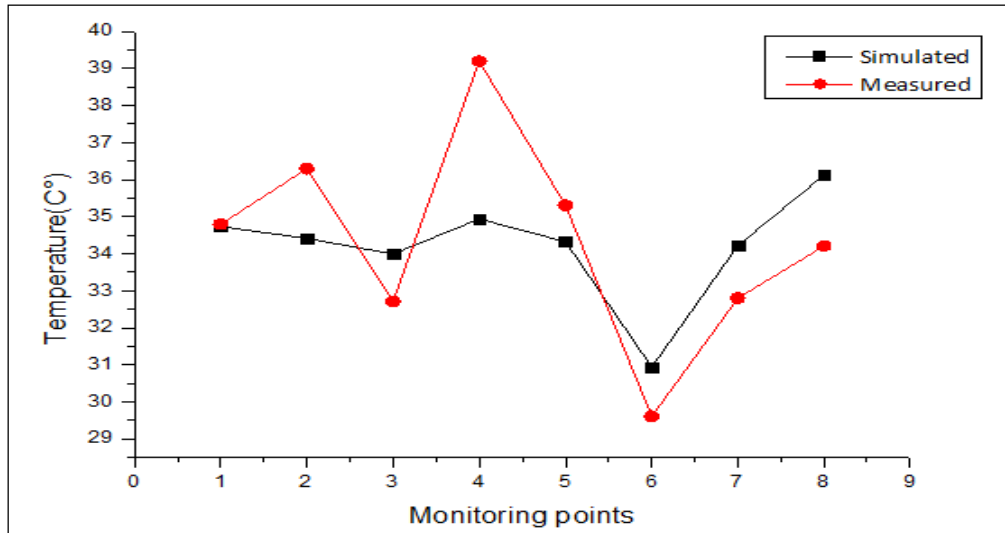


Figure 4. 14 Graphe RMSE de comparaison des températures mesurées et simulées des points 1-8 selon (Yang et al., 2013).

La date de simulation était le même 5 juillet 2019. Les paramètres météorologiques requis par ENVI-met ont été mesurés dans la zone d'étude pour être utilisés comme données d'entrée pour le modèle de simulation.

L'heure de début de la simulation était à 8h du matin pour 12h. Le maillage était de 1m x 1m x 1m et un total de 240 m x 140 m x 30 cerceaux ont été mis en place. Les données requises pour le fichier de configuration du logiciel ENVI-met sont résumées dans le (tableau 4.3)

Tableau 4. 3 Données et valeurs introduites pour le modèle ENVI-Met

Paramètres	Valeur
Start simulation day	05.07.2019
Start simulation at time (HH:MM:SS)	08:00:00
Total simulation time in hours	12:00
Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]	4.8
Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W.)	45
Roughness Length z0 at Reference Point	0.1
Initial Temperature Atmosphere [K]	301.15
Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]	5
Relative Humidity in 2m [%]	60%

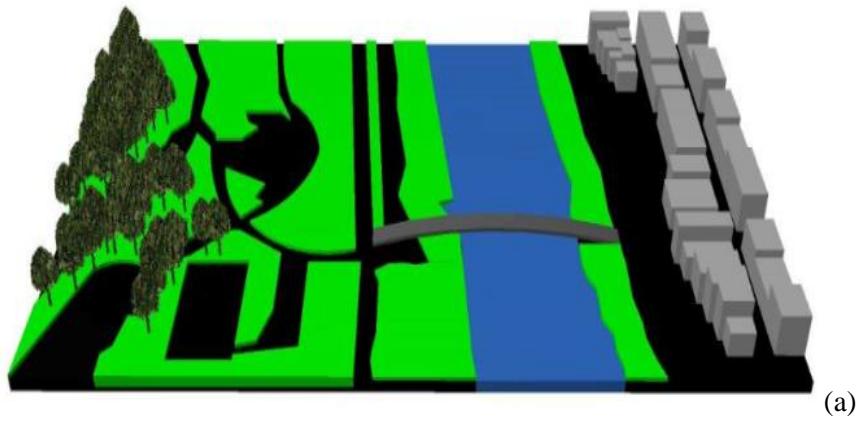
4.3.3 Les scénarios de simulation

Scenario A: Situation actuelle (présence de végétation et cours d'eau).

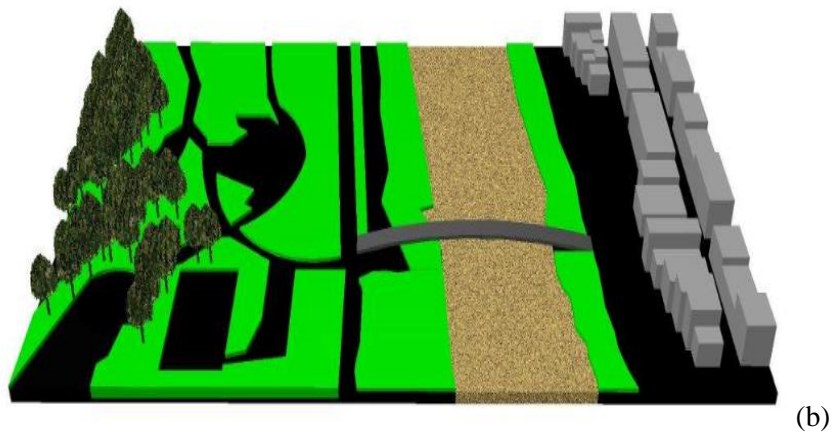
Rive gauche

Cours d'eau

Rive droite



Scenario B: Exclusion du cours d'eau du Scenario A



Scenario C: présence du binôme 'eau – végétation' avec l'introduction des arbres sur les deux rives

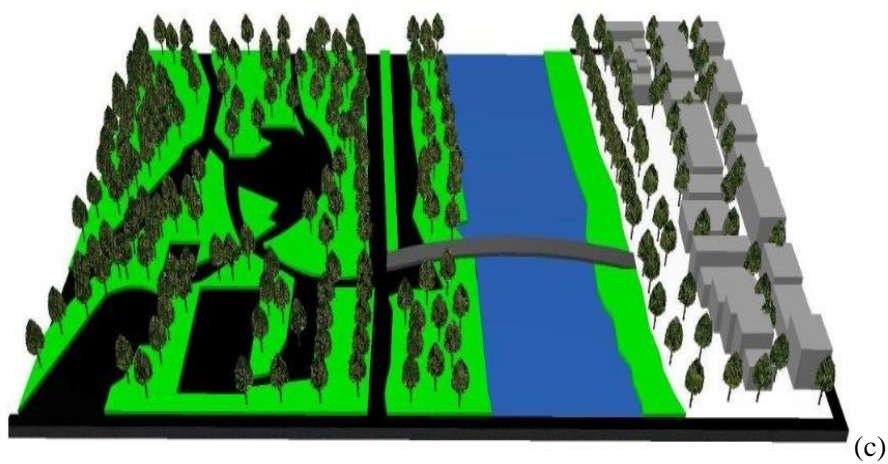
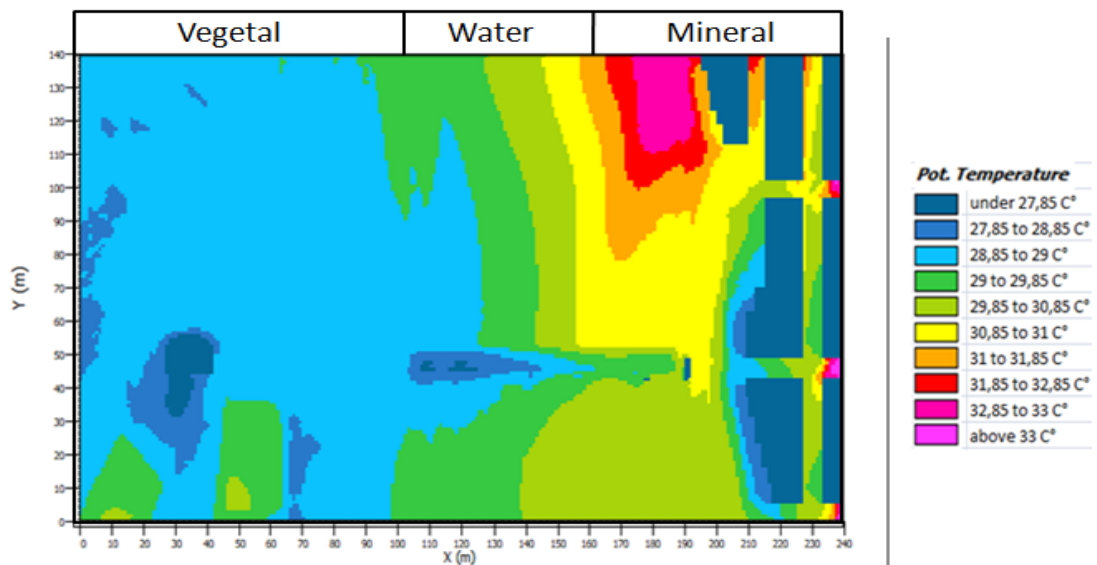
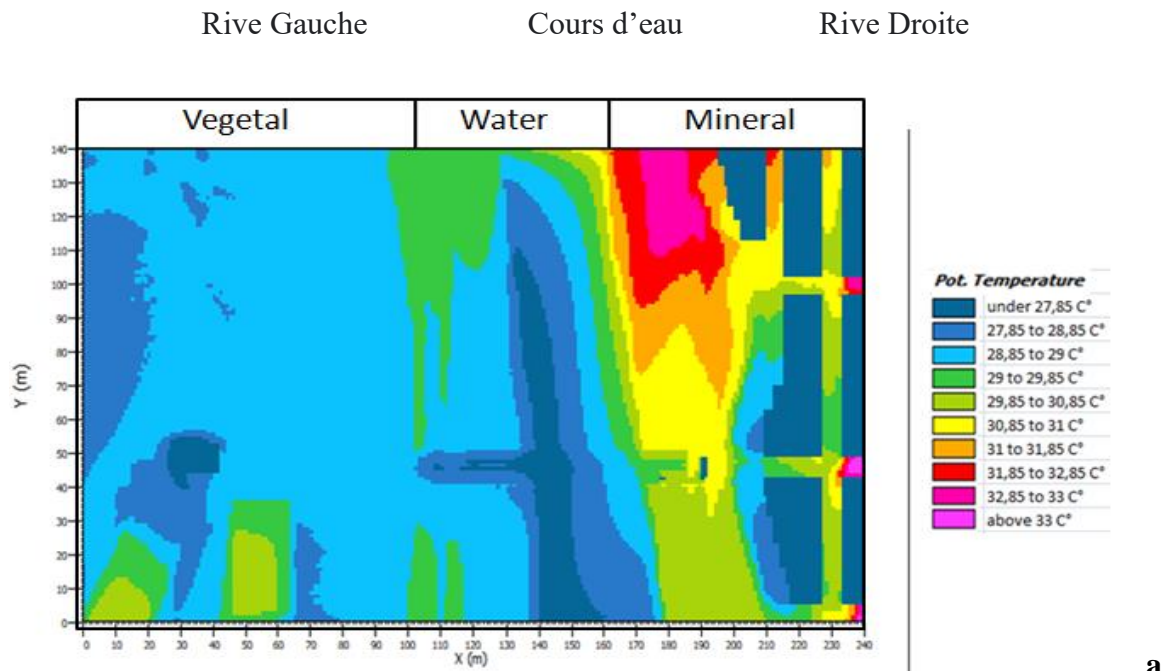


Figure 4. 15 Les différentes configurations spatiales pour les scénarios de simulation.

4.4 Présentation des résultats de simulation

4.4.1 Résultats des simulations (variations de la température de l'air)

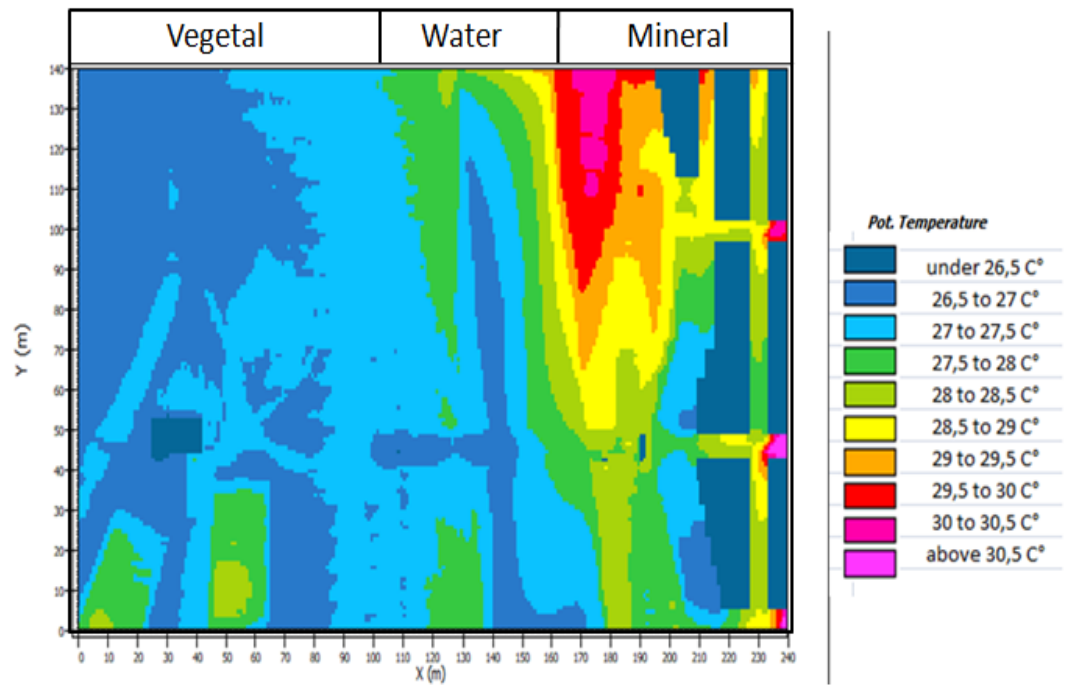
Dans ce qui suit, les résultats de la simulation des deux paramètres 'température de l'air et de l'humidité relative' présentés respectivement à l'aide de cartes spatiales pour l'ensemble du domaine de simulation (Figure 4.16 et 4.17), Les résultats des variables simulées sont présentés dans des plages codées par couleur, créés à l'aide du logiciel LEONARDO, une section incluse dans le logiciel ENVI-Met.



Rive Gauche

Cours d'eau

Rive Droite



c

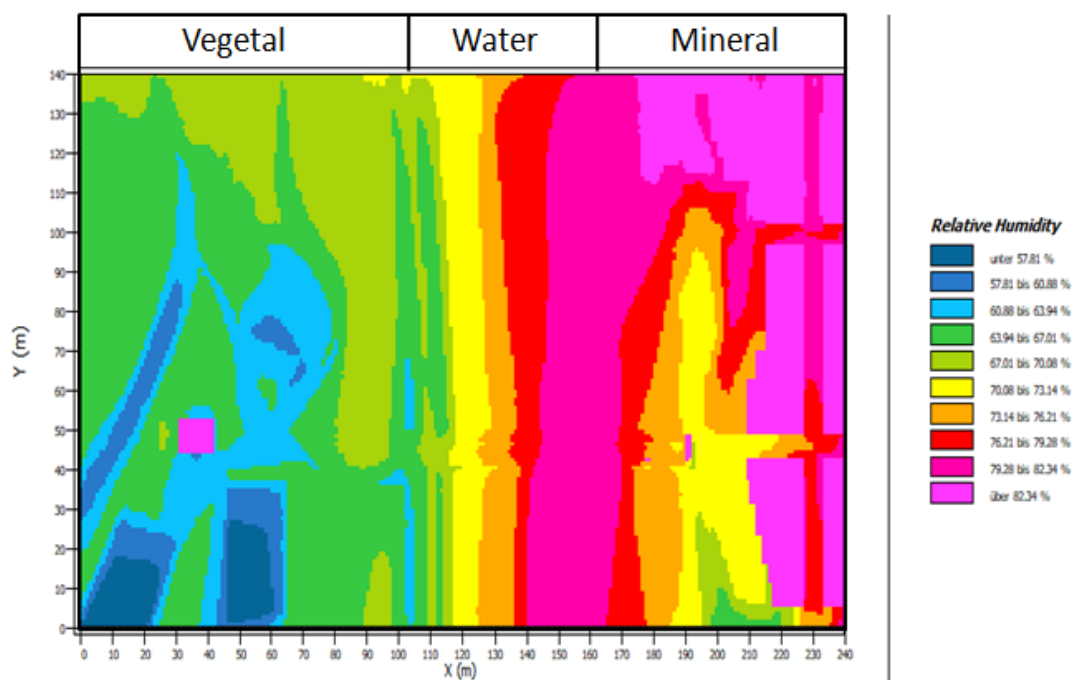
Figure 4. 16 Résultats des simulations des différents scénarios (variations de la température de l'air)

4.4.2 Résultats des simulations (variations de l'Humidité Relative)

Rive Gauche

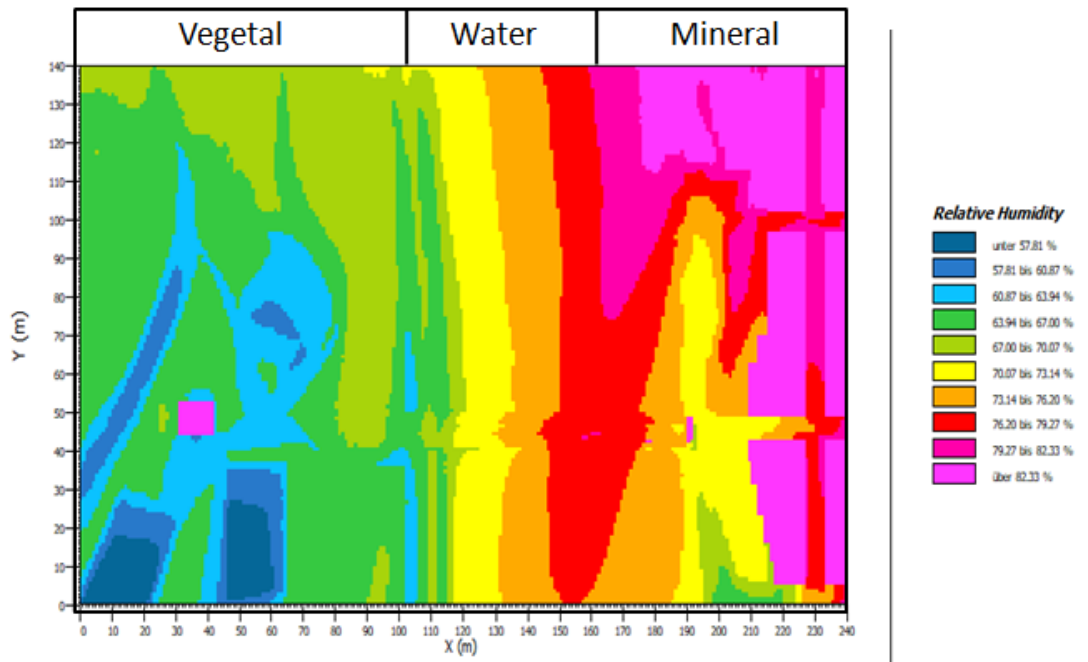
Cours d'eau

Rive Droite

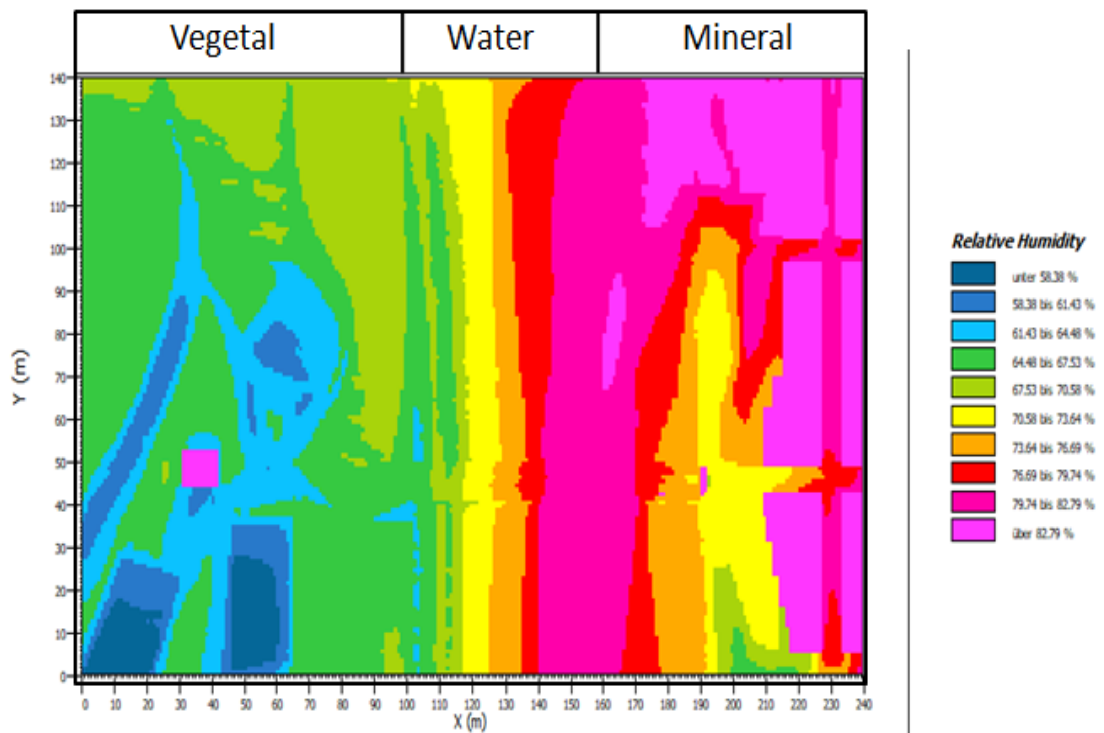


(a)

Rive Gauche Cours d'eau Rive Droite



b



c

Figure 4. 17 Résultats des différents Scénarios de simulation (a, b et c) (variations de l'humidité relative).

4.4.3 Discussion

▪ Configuration actuelle

Les figures 5 et 6 présentent les variations spatiales de la température de l'air et de l'humidité relative respectivement dans trois scénarios différents, suivant une lecture combinée qui permet de relier les impacts des compositions naturelles et les interactions entre facteurs climatiques.

Les variations spatiales de température peuvent être observées suivant trois sections du site: le canyon résidentiel compact qui convient à la rive droite, le cours d'eau et ses abords et la rive gauche qui convient à la zone végétalisée.

Dans la rive droite du cours d'eau, les températures sont plus élevées, La plage de valeurs de température dans le scénario (a) était à partir de 27 C° jusqu'au-delà de 33 C°, de façon que la rive gauche marquée par la présence de végétation a affiché des températures bien inférieures par rapport à cette dernière, ce qui explique que la végétation a un effet de refroidissement, et peut créer un microclimat en dessous (Bowler et al., 2010) non seulement à son niveau, mais elle peut également influencer sur les zones environnantes (l'étendue du refroidissement) (Upmanis et al., 1998, Shashua-Bar et Hoffman, 2000), selon les caractéristiques et la typologie des espaces verts, où la densité des arbres. Dans ce sens, Potchter et al., (2006) expliquent que les espaces verts avec une couverture d'une densité d'arbres plus élevée sont plus frais que ceux avec une couverture plus faible, ce postulat confirme que la baisse des températures, ainsi que l'étendue du refroidissement observées dans le scénario (c) est résultat de l'augmentation du nombre d'arbres par le biais des deux rangées végétales introduites dans les deux rives.

La différence est causée non seulement par la couverture végétale, mais aussi par la proximité du plan d'eau, ceci est confirmé par plusieurs études de cas, dont on cite l'étude de (Jiang et al., 2020) à Shanghai, qui confirment et mettent en valeur une forte corrélation de refroidissement entre les deux facteurs de '*distance depuis le cours d'eau ainsi que la connectivité du réseau vert*'.

Ces données expliquent que les surfaces perméables participent à la diminution des ICU, grâce à l'effet de refroidissement synergique du transfert de chaleur entre cours eau et végétation (les échanges thermiques liés à l'évapotranspiration, l'ombrage saisonnier des infrastructures, d'évaporation et de ventilation),

- **L'effet du cours d'eau**

Comme le montre la figure 2 dans le deuxième scénario, lorsque le cours d'eau a été exclue ; la température moyenne augmente et la zone refroidie montre une tendance à la baisse (39,1 % pour la plage de température de 26-28 C°), ce qui explique l'effet de refroidissement significatif de la masse d'eau sur la zone environnante, Les effets sont plus importants au-dessus de la surface de l'eau qu'aux autres niveaux, et confirment son plus grand effet sur la réduction de la température. La capacité d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau à modifier les températures environnantes est déterminée à la fois par ses propriétés inhérentes et par ses interactions avec les conditions climatiques environnantes (Gunawardena et al., 2017).

- **L'effet de la trame verte et bleue :**

Parmi les différentes sections du domaine de simulation, la rive gauche du cours d'eau qui montre le plus grand effet de refroidissement, grâce à la zone arborée. Dans le scénario C, en introduisant et une rangée d'arbres sur les deux rives, la plage de température inférieure (moins de 27,5 C°) a été étendue à 35,7 % de la superficie totale, principalement sur la rive gauche avec une végétation accrue, en raison de l'ombrage du rayonnement solaire direct par les arbres situés au parc, ou la chaleur peut être éliminée par la végétation en absorbant l'énergie pour le processus de photosynthèse et l'ombrage pour la zone environnante (Herath et al., 2018). Cela confirme également que les arbres présentent une plus grande efficacité d'ombrage par rapport aux autres processus de refroidissement. Les canopées des arbres peuvent donc créer un microclimat en dessous (Bowler et al., 2010).

Pour comparer davantage l'effet de refroidissement de chaque scénario de verdissement, la figure (4.18) montre un histogramme des proportions de différents niveaux de variations de la température pour les scénarios de simulation, proposée par (Jiang et al., 2018). En calculant le pourcentage de l'étendue de refroidissement dans chaque scénario, par la superposition des 'maps colorés' de chaque scénario sur une grille qui représente l'ensemble du site (100%), et faire sortir par la suite le pourcentage de chaque marge de température. Cette méthode nous permet de suivre et de comparer au même temps l'efficacité des dispositifs d'aménagement dans chaque scénario. Les résultats étaient comme suit :

- Dans le scénario 2, la plage de température (26-28C°) était de 39,1 %, puis étendue à 68,7 % dans le scénario 3 (cours d'eau + rangées verte) où la plage et l'intensité des valeurs de température inférieures sont augmentées. La proportion des autres plages

de température (au-dessus de 30C°) avait progressivement diminué respectivement avec l'augmentation des autres proportions (22,8% à 26,4 à 13,5%) de S1 à S2 à S3.

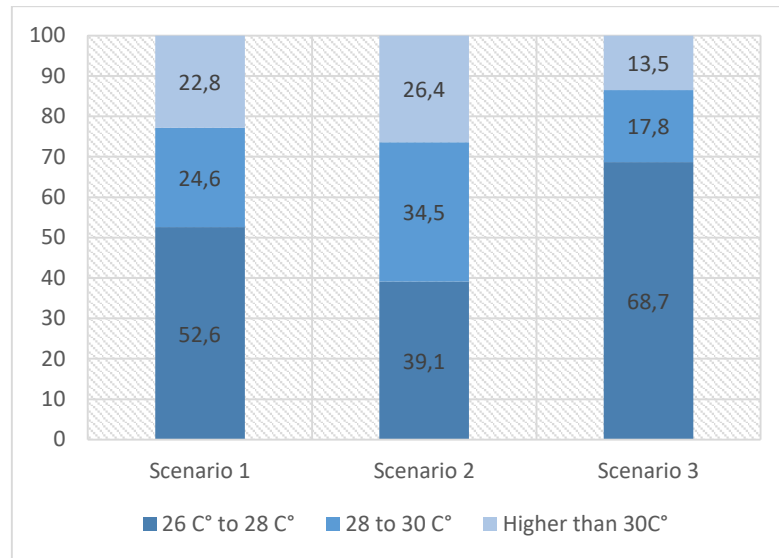


Figure 4. 18 Histogramme de l'extension des variations de température dans les trois scénarios.

Les différents scénarios n'ont pas semblé exercer d'impact significatif sur l'humidité relative. Des valeurs plus élevées ont été observées dans tous les scénarios de simulation. Dans la rive droite du cours d'eau, les valeurs étaient plus importantes que dans celle de gauche et dépassaient 82%, on peut assurer que l'introduction d'un plus grand nombre d'arbres n'a pas amélioré les valeurs d'humidité relative de manière significative ; cependant, elle peut réduire efficacement les valeurs de température (Figure 7).

Cela explique que l'augmentation de la teneur réelle en vapeur d'eau dans l'air peut augmenter l'humidité relative, puis inversement réduire la température de l'air de l'emplacement. De plus, les processus biophysiques de transpiration et d'évapotranspiration des arbres peuvent augmenter l'humidité dans la zone environnante.

- **L'effet de flux de vent**

La direction et la vitesse du vent peuvent affecter la taille de la zone refroidie autour d'un espace vert (Dimoudi, 2009). La valeur de refroidissement maximale observée -6,7 C° lorsque le vent impacte directement les voies vertes en rive gauche, ce qui explique que les interactions entre l'évapotranspiration et la vitesse du vent, c'est un facteur clé pour modérer les températures élevées de l'air.

Un deuxième point à soulever, est que la configuration des couloirs de circulation du vent est avantageuse dans des conditions d'humidité élevée, car elle aide à évacuer l'air saturé

accumulé ; et que les vitesses de vent plus élevées améliorent le gradient du potentiel hydrique et le flux de chaleur latente qui en résulte (Santamouris, 2014).

Les plans de verdissement, le choix des profils de végétation typique dans une zone donnée joue un rôle capital pour une meilleure maîtrise des deux paramètres microclimatiques ‘l’humidité relative, les températures de l’air’ et leurs interactions avec le vent. Dans ce sens, la proposition d’introduire un écran végétal en arbre de ‘*Peuplier*’¹ (Figure 4.19) qui est un arbre d’alignement à feuillage caduc, souvent associé à des zones humides en raison de ses caractéristiques biologiques et de ses préférences écologiques, reste une bonne alternative notamment au bord de la rive droite qui s’affiche entièrement minérale.



Figure 4. 19 Alignement d’arbres de Peuplier Source (Peuplier (Populus), Arbre d’alignement : Plantation, Entretien, Culture, n.d.)

Dans un environnement urbain complexe, où les surfaces terrestres hétérogènes et les différentes géométries des bâtiments, de la végétation et des masses d’eau doivent être considérées comme une alternative efficace pour atténuer l’îlot de chaleur urbain. D’une part, en raison de l’effet de refroidissement synergique du transfert de chaleur entre l’eau et la végétation (combinant des interventions d’ombrage, d’évaporation et de ventilation), et d’autre part, il a été récemment considéré comme une opportunité indispensable pour promouvoir des schémas d’aménagement résilients qui peuvent résoudre les problématiques écologiques et urbaines discutés ci-dessus.

¹Le peuplier (*Populus*) est un arbre **dioïque** à feuillage caduc, d’une excellente rusticité (-25°C), originaire des régions tempérées de l’hémisphère nord où il pousse dans le fond des vallées, en bord de rivière et dans les marais. Il s’agit d’un arbre brise-vent précieux dans les régions ventées, les plaines ainsi qu’en bord de mer. Sa stature est très impressionnante avec sa hauteur qui peut atteindre 30m

Ces résultats et observations nous permettent de confirmer notre première hypothèse, et qu'une bonne conjugaison des composantes naturelles offertes par le site (eaux et végétation), à travers une stratégie climatique adaptée est d'importance capitale afin d'améliorer les conditions microclimatiques qui impactent positivement la dimension du confort et le bien-être des usagers, et devraient également être incluse pour fournir une compréhension de l'effet de refroidissement des différentes configurations dans les plans de réaménagements et de verdissement urbain, afin d'être mieux utilisés dans la conception et la réalisation des espaces extérieurs.

Conclusion du chapitre IV

Les enjeux de l'analyse multicritère sont variés et pluridisciplinaires, et requièrent tout un arsenal d'outils, de savoirs et de maîtrise de techniques. La pluralité des méthodes introduites s'imposait comme meilleur choix afin *d'identifier, de traiter et de caractériser de près l'ensemble de données* relatives aux différentes sections et critères de l'évaluation. Scindée principalement en deux phases d'investigation, une première relative à une enquête auprès des acteurs impliqués et les usagers (voir Annexe C et D)

Une seconde phase de recherche qui se voulait une combinaison entre mesures in situ, d'analyses et discussion des scénarios de simulations, effectuée pendant le mois de juillet en étudiant principalement l'effet synergétique du binôme 'Cours d'eau-végétation' sur les conditions microclimatiques locales. La lecture croisée des résultats obtenus des deux phases 'Mesures sur terrain' et 'Simulation' a permis de soulever les points suivants :

- Une corrélation positive entre l'ouverture de site et la baisse de température, une différence de 6.7C° grâce à l'augmentation de la vitesse des vents pour évacuer les flux de chaleur.
- Les résultats ont montré que la combinaison de la végétation et du cours d'eau est un scénario plus efficace pour atténuer la température de l'air, offrant de meilleures marges de refroidissement. La marge de valeurs (26-28C°) est étendue à 68,7 % dans le scénario 3 (cours d'eau + rangées verte). Et ce, en raison de l'effet de refroidissement synergique du transfert de chaleur entre l'eau et la végétation (combinant des interventions d'ombrage, d'évaporation et de ventilation)
- L'introduction d'un plus grand nombre d'arbres n'a pas amélioré les valeurs d'humidité relative de manière significative (des valeurs très élevées avec des écarts

qui ne dépassent pas les 5%). Cependant, elle peut réduire efficacement les valeurs de température

- Les espaces végétalisés via les deux rangées d'arbres ont montré un effet de refroidissement synergique, où l'ombrage, l'évapotranspiration et la ventilation sont des processus clés naturels et expliquent les différences moyennes dans les différentes sections de l'étude de cas.
- En climat méditerranéen, la direction sous le vent et la vitesse du vent sont des facteurs importants qui affectent positivement les conditions des microclimats, principalement les taux élevés d'humidité relative

Au-delà de ces observations, peu d'analyses sont proposées pour décrire les processus synergiques impliqués, en particulier pour les conditions où les espaces verts et les espaces bleus sont délibérément intégrés en tant que réseaux d'infrastructures vertes et bleues, qui restent capables de fournir des environnements urbains sains et confortables. Ces réseaux d'espaces verts et bleus stratégiquement planifiés, connus dans le discours de l'urbanisme (TVB), offrent des avantages écologiques, sociaux et même économiques surtout à évaluer, ce qui contribue à une forme de résilience climatique et écologique de la ville.

La conjugaison des données récoltées de chaque phase d'enquête, constitue une plateforme pour l'évaluation des différents critères et indicateurs des quatre dimensions fixées précédemment. Les résultats obtenus et la lecture des différentes données seront abordés dans le chapitre suivant

5 CHAPITRE V : RESULTATS, DISCUSSIONS ET EVALUATIONS

INTRODUCTION

Ce chapitre est consacré à la présentation, la discussion et l'évaluation des différents indicateurs et critères de chaque dimension fixée précédemment. Où l'objectif se voulait comme rapprochement auprès des acteurs et usagers en vue de cerner et caractériser les conditions de confort et bien-être, la diversité des usages et l'appréciation de la qualité des espaces offerts

Le processus d'évaluation mené sur un territoire bien défini, basé essentiellement sur le choix d'indicateurs pertinents et mesurables, où l'attribution de notes se réfère par rapport aux normes, benchmarks, où standards internationaux et par croisement de données collectées suivant le barème discuté précédemment.

Notons que cette évaluation est multicritère, la notation des indicateurs dans certains cas se réfère aux niveau de performance portée par *le jugement des acteurs impliqués*, en évaluant leurs degrés de satisfaction, Particulièrement lors de manque de données, où au moments que certaines disparités sont enregistrées, ce qui entravent parfois la finesse de l'analyse souhaitée.

Le choix du caractère 'Multi-Critères' se voulait pour maintes raisons :

- Dans un premier temps, pour cerner les dimensions de 'l'échelle humaine' dans un projet de requalification urbaine de grande envergure, au travers les dimensions discutées précédemment. C'est pourquoi la liste des critères et indicateurs reste ouverte à d'autres propositions selon les contextes d'étude et les visées de chaque projet.
- Deuxièmement, l'objectif de cette évaluation est de cerner les facettes du confort et bien être de l'usager, la dimension de l'échelle humaine suivant des critères et indicateurs variés traitant les quatre dimensions discutées précédemment.

5.1 Evaluation du critères confort olfactif

L'évaluation de ce critère est basée sur deux échelles différentes :

La première concerne 'le ressenti des usagers' suivant les résultats de l'enquête menée sur terrain, chose qui leurs permet d'exprimer le degré de confort et/ou inconfort, vis-à-vis la

gêne olfactive, provenant des odeurs nauséabondes de ce cours d'eau, un point qui a longuement noircit la réputation de cette zone au cœur de la ville d'Alger.

5.1.1 Qualité des odeurs

Selon les résultats de l'enquête et en réponse à l'évaluation de la qualité des odeurs, Les interrogés ont exprimé un certain degré de satisfaction, ou 58% ne trouvaient pas de mauvaises odeurs, en les classant comme 'neutre', quant à 28% trouvaient qu'elles sont désagréables, alors que 14% les ont classés comme 'fortement gênantes', provoqué notamment en période d'été par la stagnation des eaux (voir figure 5.1).

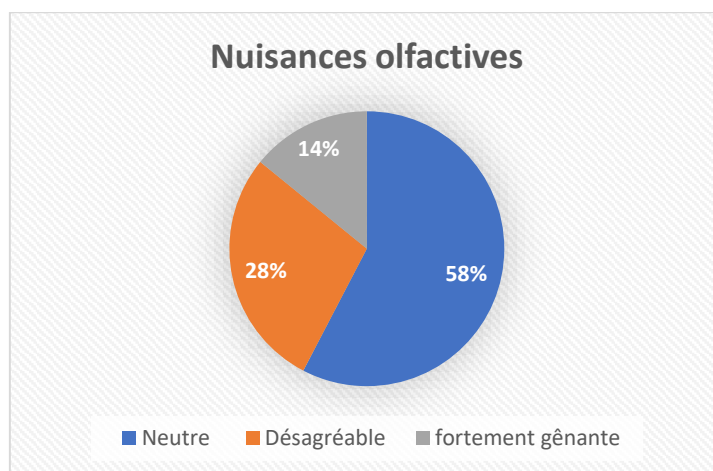


Figure 5. 1 Taux de satisfaction envers les nuisances olfactives.

Degré de performance de l'indicateur									
très faible	faible	Moyenne	Bonne	Très bonne					
0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Ces pourcentages du degré de satisfaction envers les nuisances olfactives expriment une moyenne valeur de performance qui convient à 5/10.

5.1.2 Evaluation de l'indicateur 'Prise en charge des nuisances olfactives'

Par manque de données précises et actualisées (notamment les chiffres), on s'est limité à évaluer cet indicateur en se référant aux réponses recueillies en termes de l'évaluation de l'efficacité des mesures correctives introduites aux projet.

Un entretien auprès du chef de projet a permis de souligner les mesures entreprises pour faire face à cette contrainte, en citant l'exemple de la vaste opération de dragage, il s'agit de

l'ultime opération de ce projet, permettant un écoulement et une arrivée d'eau de mer de bonne qualité, favorisant la circulation normale de l'eau de mer et l'évacuation de tous les sédiments par l'eau de l'oued, qui présentait un réceptacle de toutes catégories de rejets

Tel un gigantesque processus de curage, la dernière étape de ce projet vise à favoriser l'écoulement d'une eau de qualité et l'entrée d'eau de mer, facilitant ainsi une circulation régulière entre l'eau douce de la rivière et l'eau de mer, tout en éliminant tous les dépôts de sédiments. Diverses mesures ont été mises en œuvre pour assainir ce cours d'eau qui servait de "réceptacle" à toutes sortes de déchets.

Parmi les dispositifs, une opération dénommée « **Jasmin** » avait été confiée à la SEAAL dans le cadre du projet de gestion déléguée de l'eau et de l'assainissement de la ville d'Alger, à l'aide d'un gel désodorisant, principalement au niveau des ponts de l'autoroute nord, la RN 5 et celui de la maison carré (voir figure 5.2), pour atténuer l'odeur pestilentielle qui se dégageait au niveau de l'embouchure



Figure 5. 2 Introduction du gel au niveau des pont d'Oued El-harrach Source : (Lazarova et al., 2013)

Les résultats d'une recherche ainsi que les résultats de la recherche menée par (Lazarova et al., 2013), à propos de l'efficacité du dispositif 'Jasmin' en terme d'atténuation des odeurs, évaluée par deux panels d'odeurs ; l'efficacité moyenne du produit gel utilisé sur le pont piétonniers était d'environ 88% à 90%, alors que sur le pont routier d'environ 77%. A

mentionner que la neutralisation des nuisances olfactives a été obtenue dans des conditions météorologiques et de fonctionnement optimales.

Les variations de l'intensité des odeurs émises durant différentes périodes de l'année peuvent être observées dans le graphique suivant (figure 5.3) :

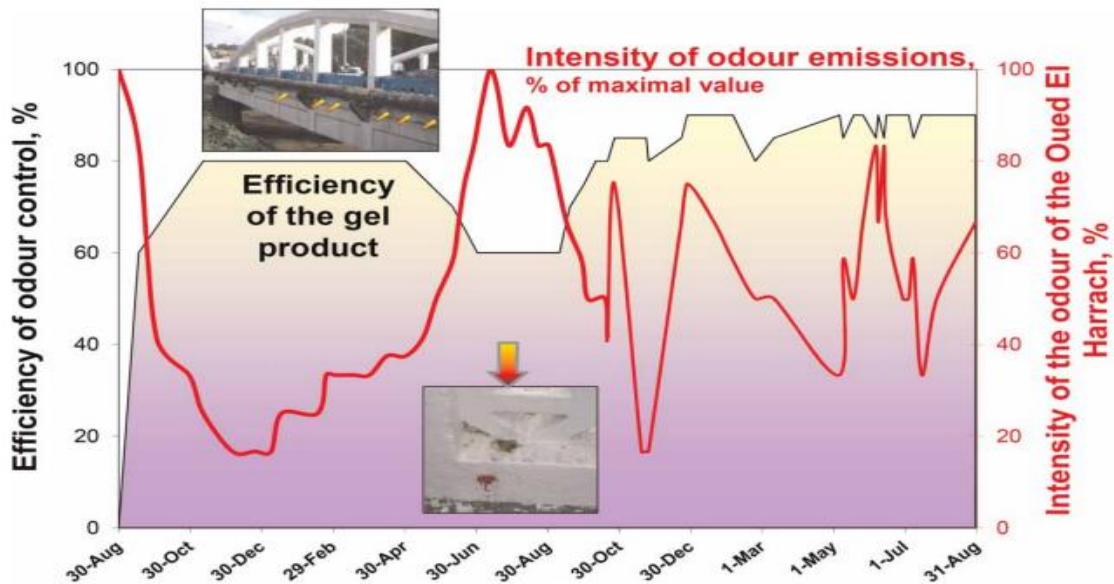


Figure 5. 3 variations de l'intensité des odeurs avec l'introduction du gel Source : Lazarova et al, 2013

À noter qu'effectivement lors des visites effectuées sur site, nous avons pu vérifier une atténuation partielle des mauvaises odeurs, mais qui persiste encore notamment en saison estivale, et ce dû aux non-respect de certaines entreprises (26 unités dépourvues de stations d'épuration et d'élimination de leurs rejets industriels à savoir, situés principalement dans la zone industrielle de Baba Ali).

Après avoir abordé la question (2) à propos de l'efficacité 'dispositifs adoptés' pour la prise en charge des nuisances olfactives, ainsi que leur évaluation apportée par notre interlocuteur, est jugée 'bonne' en attribuant la note de 7/10 sur le barème de notation proposé (voir chapitre 3)

Classement	très faible	Faible	Moyen	Bon	Très bon
Note	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10

5.2 Evaluation du critère du confort visuel

5.2.1 Evaluation de l'indicateur 'Sky View Factor' (SVF)

Le confort visuel constitue l'un des principaux paramètres du confort et bien-être de l'usagers dans l'espace extérieur. Parmi les palettes de vérification de ce dernier le (SVF),

Selon Oke (1987), le SVF (Sky View Factor) est une mesure utilisée en climatologie urbaine pour évaluer la proportion de ciel visible à partir d'un point donné sur le sol. Il représente la fraction du ciel visible depuis une position spécifique et est généralement exprimé en pourcentage. Le SVF est utilisé pour quantifier l'ouverture du ciel au-dessus d'une zone urbaine et est influencé par la hauteur et la densité des bâtiments environnants. Il joue un rôle important dans la modélisation des conditions de chaleur urbaine, de ventilation et de circulation de l'air dans les espaces urbains. Les résultats des points mesurés sont présentés dans la (figure 5.4)



Figure 5. 4 Les variations de SVF via photos Fish eye des points 1-8.

Pour la Partie végétalisée, les valeurs enregistrées de SVF sont comprises entre (0.195-0.289) présentant une réduction de la quantité du rayonnement solaire reçu grâce au piégeage du rayonnement, en offrant plus de zone ombragées ce qui procure des stations de plus en plus confortables en termes de confort visuel pour les usagers dans cette zone

Il est intéressant de noter que les valeurs du facteur Vue du ciel (SVF) permettent de distinguer certains points inconfortables notamment les points (P5, P6, P7). L'expérience d'une marche visuelle est gênante due à la forte exposition aux rayonnement solaire, les

positions ouvertes et l'absence de couverture végétale) notamment les bords des deux rives, le passage sur le pont et certains points ouverts et en plein canyon d'habitation.

Cependant plusieurs recherches s'intéressent à étudier les corrélations du facteur SVF avec d'autres paramètres, à l'image du (VS_{Albedo}) l'albedo de surface et le SVF ont une importante corrélation avec le degré de température (T) (Jiang et al., 2020).

La figure (5.5) montre l'effet de la couverture du ciel sur les températures de surfaces, Une corrélation positive est constatée entre les points sous couverture végétale (P1, P3), présentant des meilleures valeurs de couverture du ciel, grâce à l'effet de l'ombre des arbres, qui procure un certain confort visuel, et qui conduit à un abaissement des températures de surfaces jusqu'à 10C°, à l'exception du point (P4) qui représente un matériau avec un Albedo très élevé

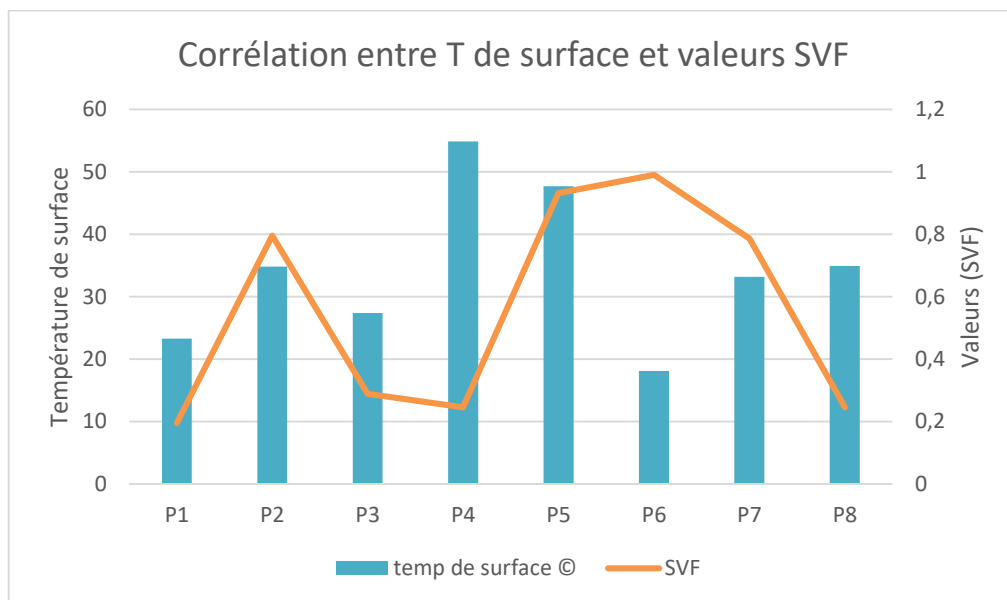


Figure 5. 5 Corrélation entre T de surface et valeurs SVF

Globalement l'intégration du foret de Prise d'eau a permis de tirer profit du potentiel forestier y compris le confort visuel des usagers procuré par ses arbres, ce postulat est confirmé par 81% des usagers (voir figure 5.6) qui ont confirmé leur satisfaction envers cet indicateur. L'ensemble de ces données convient à une bonne valeur performance de **8/10**.

Degré de performance de l'indicateur				
très faible	faible	Moyenne	Bonne	Très bonne
0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

▲

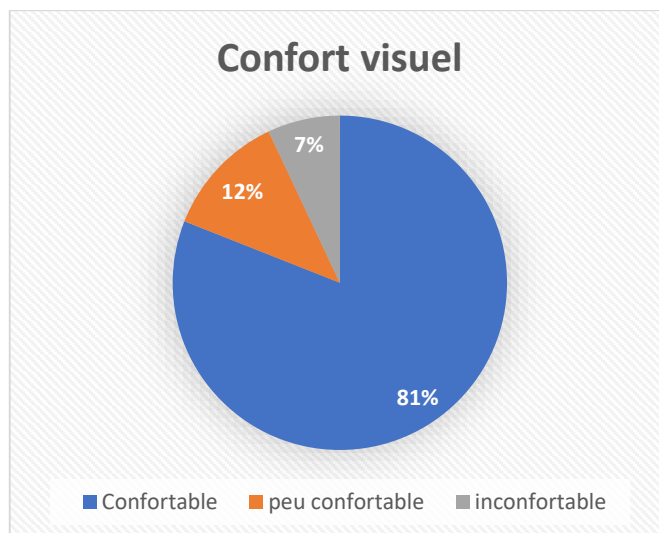


Figure 5. 6 Pourcentage de satisfaction en termes de confort visuel.

5.3 Evaluation du critère 'confort thermique'

5.3.1 Evaluation de l'indicateur stratégie de refroidissement

En réponse à la question n 8 (voir annexe 2) si le projet a été doté de stratégie climatique, et lors de la consultation des différents documents relatifs aux projet, en ce qui concerne l'existence où la prise en charge d'une 'stratégie de refroidissement' de ce dernier, nous avons constaté une absence quasi-totale de cet aspect. Dans ce sens, les scénarios d'aménagement et de verdissement proposés dans les phases de simulation (développées au niveau du chapitre 4) permettaient de discuter davantage de meilleures possibilités microclimatiques.

La lecture croisée des résultats obtenus des deux phases 'Mesures sur terrain' et 'Simulation' développées précédemment a permis de soulever les points suivants :

- 1- Les résultats ont montré que la combinaison des deux rangées arborées de végétation et du cours d'eau du scénario-3- est plus efficace pour atténuer la température de l'air, offrant de meilleures marges de refroidissement entre les différentes sections qui améliorent l'environnement thermique que les autres scénarios (la marge de moins de 27,5 C° a été étendue à 35,7 % de la superficie totale). Ce qui rejoint les conclusions de (Jiang et al., 2020) à propos d'un meilleur effet de refroidissement de la largeur des rangée vertes entre 20 et 25m
- 2- En climat méditerranéen, la direction sous le vent et la vitesse du vent sont des facteurs importants qui affectent positivement les conditions des microclimats, principalement les

taux élevés d'humidité relative, (soit un ΔHR qui varie entre 4-10%) selon les caractéristiques de chaque point (un point minéral, sous arbre où à site ouvert)

- 3- Le binôme ‘Cours d’eau- espaces végétalisés’ via les arbres ont montré un effet de refroidissement synergique, où l’ombrage, l’évapotranspiration et la ventilation sont des processus naturels clés et expliquent les variations des marges de refroidissement (ΔT jusqu’à $-6.7C^\circ$) dans les différentes sections de l’étude de cas.

Cette absence d’une approche climatique structurée représente un point de faiblesse, aussi la configuration actuelle en termes d’aménagement, de verdissement où de dispositifs introduits présentent encore des carences, en tant qu’infrastructure verte et bleue selon le panel d’intégration de solutions naturelles reconnu globalement sous le cap de ‘NBS’ *Nature Based Solutions* (Brown & Mijic, 2020) (abordé dans le chapitre 1). La combinaison de ces données convient à une faible valeur de performance pour cet indicateur de 3/10.

5.3.2 L’Indicateur ‘PMV’

La contrainte climatique constitue toujours un défi pour offrir des microclimats confortables, d’autant plus au niveau des espaces extérieurs où la multiplicité des considérations des facteurs climatiques ; le rayonnement solaire, le vent est encore plus difficile à appréhender (Spagnolo & de Dear, 2003). D’après les mesures sur terrain, le calcul des variations des valeurs PMV à une hauteur de 1.5 m du sol, les résultats sont présentés dans le (tableau 5.1) :

Tableau 5. 1 Valeurs de l’indice PMV dans les 8 points de mesures

Caractéristiques	position	9-10h	12-13h	15-16h	18-19h
Sous ombre d'arbres	P1	1,78	2,82	1,79	2,25
Pelouse sans arbres	P2	3,05	3,38	3,09	2,39
Pavage	P3	3,33	2,91	3,12	2,14
Terrain de foot	P4	3,73	3,34	3,3	2,33
Au bord de la rive gauche	P5	3,43	3,51	2,95	2,34
sur le petit pont	P6	2,49	3,62	2,35	2,05
Au bord de la rive droite	P7	2,68	3,5	2,62	2,07
En plein canyon d'habitations	P8	2,85	3,82	2,47	2,16

On sous entends que la zone végétalisée sous l’ombre d’arbres (P1) est plus au moins confortable par rapport aux autres points, les valeurs de l’indice PMV enregistrées durant les quatre séances de mesures sont meilleurs (de 1.78 à 2.25) en comparaison avec les autres points du site, qui affichent des valeurs de plus en plus ‘moins confortables’ comme exemple un $PMV \geq 3$ entre 12h et 13h.

Dans un espace extérieur, le degré du confort thermique est impacté positivement par la présence du masque végétal, d'après le graphique (Figure 5.7), une corrélation positive est constatée entre le degré de couverture du ciel et les bonnes valeurs du facteur PMV (inférieures à 3), P1 grâce à l'effet de l'ombre des arbres, ou au niveau du P8 grâce l'ombre des habitations . Inversement, les autres points à ciel ouvert affichent des valeurs PMV au-delà de 3, qui présentent des situations moins confortables. Ces postulats sont se confirment avec plusieurs résultats de recherches (Ali-Toudert & Mayer, 2006) (A. Boussoulim et al, 2002) (Louafi et al, 2012).

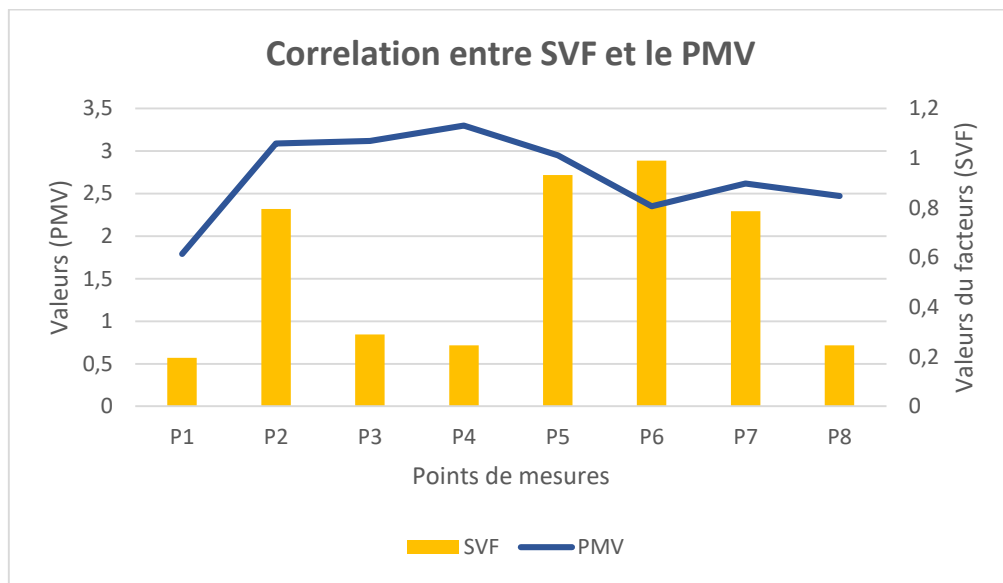


Figure 5. 7 Corrélation entre le facteur SVF et PMV.

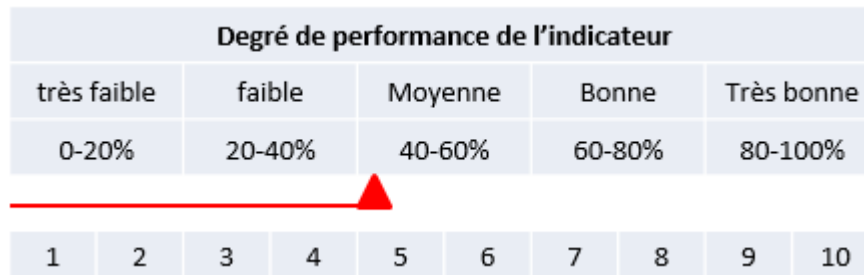
Néanmoins, ce postulat est confirmé lors de l'enquête auprès des usagers à propos de leur propre perception du confort thermique au niveau du parc de 'Prise d'eau', en introduisant l'échelle de Likert (figure 5.8) pour mesurer statiquement le degré de satisfaction des usagers ainsi que leurs nombres ;



Figure 5.8 : Echelle d'évaluation de la satisfaction selon selon Likert.

Plus de la moitié des questionnés (55%) ont exprimé leur inconfort, notamment envers les taux élevés de l'humidité de l'air. Inversement, les 45% des enquêtés avaient de bonne évaluation de leurs degrés de satisfaction envers les conditions microclimatiques plus

précisément sous l'ombre des arbres. La combinaison de ces données convient à 'moyenne' valeur de performance estimée de **4.5 /10**.



5.3.3 Synthèse de l'évaluation de la dimension 'Conforts et environnement'

Tableau 5. 2 Synthèse de l'évaluation de la dimension 'Conforts et environnement'

Dimension	Critère	Indicateur	Note Indicateur	Note du critère
'Conforts et environnement'	confort olfactif	Qualité des odeurs	5	6
		Prise en charge des nuisances olfactives	7	
	confort visuel	Sky View Factor (SVF)	8	8
	confort thermique	Stratégie de refroidissement	3	3.75
		Confort/ Gene aérothermique	4.5	

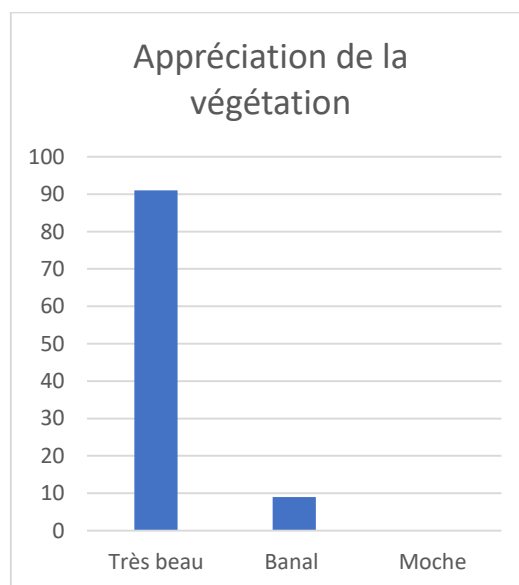
5.4 Evaluation Critère ‘Paysages et biodiversité’

5.4.1 Appréciation de la qualité de la végétation

Parmi les paramètres subjectifs impactant le bien-être de l’usager dans un espace extérieur, l’appréciation de la qualité de la végétation dans son environnement (voir figure 5.8). Pour vérifier de près cet indicateur auprès des usagers, La question (n 2) du questionnaire portait sur l’évaluation personnelle de la perception de la qualité de l’élément végétal dans l’ensemble du projet, toujours suivant un barème de notation de 1 à 5.



Figure 5. 8 Un aperçu de la variété de la végétation du parc de ‘Prise d’eau’ Source : Auteur, 2019
Les réponses étaient majoritairement positives ou 91% l’ont qualifié de ‘très beau’ en attribuant 5/5, quant à 9 % l’ont qualifié de ‘banal’, en attribuant une note de 3/5.



Pour appuyer les résultats des enquêtés, nous avons opté pour le calcul de la densité de végétation sur le site, par le biais du **COS végétal**², en se référant aux données prises lors des visites sur terrain par le calcul des surfaces plantées et les hauteurs des arbres :

$$COS_{\text{végétal}} = \frac{(H \times S)_{\text{arbres}} + (H \times S)_{\text{pelouse}}}{\text{surface brute totale}} \quad H = \text{hauteur, } S = \text{surface plantée.}$$

Le COS végétal du site étudié (le parc de prise d'eau) est de **0.89**, ce qui présente un bon ratio pour un parc en termes de surfaces végétalisées à savoir les pelouses, les aires de jeux arbres...etc. et correspond à une très bonne valeur de performance estimée de **10/10**.

5.4.2 Trames Vertes et Bleues

L'infrastructure verte et bleue fait référence à un réseau planifié stratégiquement de zones naturelles, semi-naturelles et d'autres caractéristiques environnementales, conçu et géré dans le but de fournir une large gamme de services écosystémiques (EC, 2015). Ces services comprennent la purification de l'eau, la qualité de l'air, l'espace récréatif, ainsi que l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques. Ce réseau d'espaces verts (terre) et bleus (eau) a le potentiel d'améliorer les conditions environnementales, contribuant ainsi au bien-être et à la qualité de vie des citoyens, où plusieurs villes à travers le monde ont adopté cette vision ; Hambourg en Allemagne, Portland, Oregon, et New York City aux États-Unis, Copenhague au Danemark...etc.

La Commission européenne 'Eurostat' a élaboré une stratégie pour les infrastructures vertes. (Voir chapitre I). Une approche pour intégrer la protection, la restauration, la création et la valorisation des infrastructures vertes et bleues dans le processus d'aménagement du territoire et de développement, en privilégiant ces solutions lorsque celles-ci offrent une alternative plus favorable ou complémentaire aux autres options de construction. La ville de New York illustre parfaitement cette tendance croissante, ayant adopté de plus en plus de stratégies liées aux infrastructures vertes et bleues pour une variété d'utilisations foncières au fil des siècles, avec une augmentation significative ces quarante dernières années. Elle constitue un phare en la matière.

² Le calcul du COS végétal basé principalement sur la méthode d'étude de la perception des densités « l'intégration du végétal dans le processus de revalorisation des tissus urbains denses » BENASSIL Chabane Fariza (2012) epau.

En Algérie, cette vision a été entreprise par le biais du projet de la requalification d'Oued El-Harrach, pour rappel, ce dernier a connu de beaux jours durant les débuts du 20ème siècle, de par la qualité des eaux épurées et les activités nautiques douces (figure 5.9)



Figure 5. 9 Activités nautiques au niveau d'oued El-harrach durant les années 1950 Source : Archives de l'APC d'El-Harrach.

Dans un entretien effectué avec l'architecte paysagiste Algéro-Allemand M. Kamel Louafi à propos de son évaluation de la dimension paysagère, et plus précisément le concept des Trames verte et Bleues au niveau d'Oued El Harrach. Sa réponse était comme suit :

'Le projet des coréens a eu dans les dessins une approche très positive, surtout pour la diversité des usages et leurs accessibilités, bien sûr qu'il y a des espaces inutiles par leur conception, mais ça fait partie des problèmes de tout espace neuf. S'ils réussissent en amont d'épurer les eaux et faire diminuer la nocivité, les trames vertes seront un bon poumon pour la région, s'ils ne réussissent pas ça sera une catastrophe'

Et pour l'évaluation de cet indicateur, notre interlocuteur rajoute : *'l'objectif de réussir à restaurer les fonctions naturelles des deux écosystèmes 'vert et bleu' est claire, chose qui été initialement instaurée, et qui permettra de mieux guider une continuité paysagère, écologique et même urbaine tout au long du cours d'eau'*, en présentant une évaluation positive pour cet aspect notée de 8/10.

5.5 Evaluation du critère 'Qualité des aménagements'

La qualité des aménagements urbains dans un sens plus large est un point crucial pour le succès ou l'échec des opérations de requalification urbaine, qui impactent l'appréciation et l'usage des espaces extérieurs notamment les activités de loisirs et d'attraction.

5.5.1 L'entretien du parc

L'enquête à propos de l'entretien des espaces verts nous a conduit à vérifier s'il y'a des dispositifs de gestion adoptés par les autorités locales (voir figure 5.10). Effectivement, la wilaya d'Alger dispose de l'Office des Parcs des sports et Loisirs d'Alger (OPLA), qui veille à la gestion quotidienne du parc et ses espaces verts, en employant des ressources humaines et financières importantes. Mais qui reste insuffisantes pour maintenir une bonne image du parc tout au long de l'année.



Figure 5. 10 Etats de l'entretien du parc

A propos de la question de l'entretien posée aux promeneurs, et comment qualifient-ils son état, les réponses sont présentées dans (Figure 5.11) :

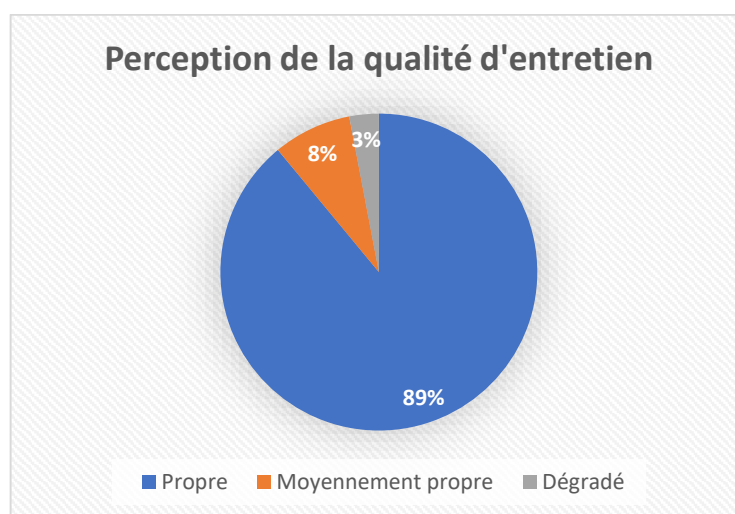



Figure 5. 11 Statistique de la perception de la qualité de l'entretien

D'une manière générale, les efforts et les dispositifs déployés pour l'entretien et la maintenance des équipements et le bon état de la végétation reste très positif. Ce postulat est confirmé par la perception de la grande majorité des usagers (89%), ce qui convient à une très bonne valeur de performance pour cet indicateur de 9/10.

Degré de performance									
très faible	faible	Moyenne	Bonne	Très bonne					
0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%					
<hr/>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



5.5.2 Equipements

Le tableau ci-dessus présente un volet de la qualité des équipements et mobilier urbain disponibles au niveau du parc de 'Prise d'eau'

Tableau 5. 3 Evaluation de la qualité d'équipements urbains du parc

	Observations sur site	Discussion	Note
Mobilier urbain		Pour le mobilier urbain, le parc de prise d'eau est doté de différents équipements qui contribuent au confort des usagers à savoir les bancs, les sanitaires, bacs à ordures, lampadaires...etc.	9
Parkings		l'autre point jugé positif par les usagers est la disponibilité de parkings de taille moyenne pour le stationnement, d'où la majorité des visiteurs viennent par voiture, et ce par manque de moyen de transport collectif.	8.5
Aires de jeux pour enfants		Le parc dispose d'un bon nombre d'aires de jeux pour toutes les catégories (7 terrains de taille moyenne et 1 grand stade). Mais le déficit contesté par les usagers concernait le manque des équipements de jeux pour les enfants, qui reste insuffisant par rapport au nombre notamment en jours de week-end.	7
			8.16

5.6 Evaluation du critère ‘intégration au site’

5.6.1 Environnement immédiat

Lors des différentes phases d’enquête (auprès des usagers du parc où des acteurs impliqués), un point qui s’avère problématique, et qui a été fortement critiqué à propos de la non prise en charge des aménagements et la remise en valeur du tissu d’habitation dense tout au long du cours d’eau. Selon ces derniers, Cet état reflète encore une image d’un environnement visuellement dégradé (Figure 5.12 et 5.13), en l’absence d’une réelle vision de requalification des quartiers avoisinants.



Figure 5. 12 Constructions inachevées dans un environnement dégradé Source : Auteur, 2020

Actuellement, les interventions se concentrent principalement sur les zones riveraines elles-mêmes, en attendant des aménagements permettant de les relier par le biais de ponts et de passerelles. Cependant, la contrainte foncière peut représenter un obstacle à la réalisation de cet objectif, car les industries présentes occupent de vastes terrains, laissant ainsi peu de marge de manœuvre pour créer des connexions physiques ou des perspectives visuelles. (EL WATAN, 2012). A noter également que le site est encore impacté par les friches industrielles non exploitées.



Figure 5. 13 Des friches industrielles délaissées autour du parc. Source : Auteur,2020

Mis à part la forêt de prise d'eau, qui représente un potentiel naturel intégré, l'environnement immédiat du projet présente encore un point de faiblesse ; des constructions inachevées, des délaissés urbains, friches industrielles...etc. La combinaison de ces données place cet indicateur en faible valeur de performance de 4/10

5.6.2 Evaluation de l'indicateur Mobilité et interconnexions

Parmi les orientations majeures du Plan Stratégique d'Alger (2030) est de redéfinir une nouvelle stratégie de déplacement urbain, où les grands principes où le réseau routier fondamental, la macrostructure écologique, l'aménagement de nouvelles centralités au niveau des noeuds du macro maillage sont autour d'un certain nombre de projets d'équipements structurants.

Pour les transports en commun le parc de Prise d'eau à El Harrach est accessible principalement via une seule voie mécanique (Figure 5.14), cependant pour les transports en commun sont disponibles à l'image de :

La station de métro d'El Harrach : distance de plus de 2 km

La gare du chemin de fer : distance de plus de 2 km

La gare de bus : distance de plus de 2 km

Les usagers non véhiculés ont exprimé leurs insatisfactions de la distance depuis ces stations au parc, l'évaluation de cet indicateur convient à une moyenne valeur de performance estimée de 5/10.



Figure 5. 14 Les principales servitudes du parc de 'Prise d'eau'

5.6.3 Synthèse de l'évaluation de la dimension II

Tableau 5. 4 Synthèse de l'évaluation de la dimension II

Dimension II 'Urbaine et Paysagère'	Paysages et biodiversité'	Appréciation de la qualité de la végétation	10	9
		Trames Vertes et Bleues (TVB)	8	
	Qualité des aménagement'	Entretien du parc	9	8.58
		Equipements urbains	8.16	
	intégration au site	Environnement immédiat	4	4.5
		Mobilité et interconnexions	5	

5.7 Dimension III : Résilience et Intégration Sociale

Face aux mutations rapides des sociétés, les changements climatiques et les dynamiques territoriales que subisse la ville d'Alger, le concept de résilience dans ses différentes orientations notamment (sociale et écologique) s'impose comme une alternative guide pour politiques locales et les groupes sociaux.

L'évaluation des deux dimensions suivantes ne se veut pas pour étudier la vulnérabilité du site, mais pour se rapprocher de l'individu dans son environnement et analyser ses interactions sociales et écologiques, dans un contexte particulier présentant à la fois plusieurs atouts et contraintes.

5.7.1 Evaluation du critère Mixité Sociale

- **Profils et fréquentations**

Lors des différentes visites effectuées sur site, un constat porte sur la fréquentation de différents groupes et catégories de la population, notamment 'les familles', la catégorie des jeunes (entre 15-25 ans), des travailleurs et des habitants du même secteur.

Un deuxième point, et que ce territoire autrefois abandonné et inaccessible par la population, pour différentes raisons, à savoirs : la pollution, lieu de délinquance, l'insécurité et l'absence d'aménagement. Aujourd'hui, et grâce à cette opération les populations ont pu regagner cet endroit et tirer profits du potentiel naturel offert par ce site (voir figure 5.15).



Figure 5. 15 Différentes catégories de population regagnent la forêt de 'Prise d'eau'

Dans leurs réponses à propos de la fréquentation du site, et de comme bien de fois rendez-vous à cet endroit ? les réponses étaient réparties comme suit (voir figure 5.16)

- 79% des enquêtés se rendent une fois par semaine au parc principalement durant les week-end (notamment pour organisation de match de foot, et faire sortir les enfants pour les pères de familles).
- 13% pour une moyenne d'environ une fois par mois, et 8% occasionnellement

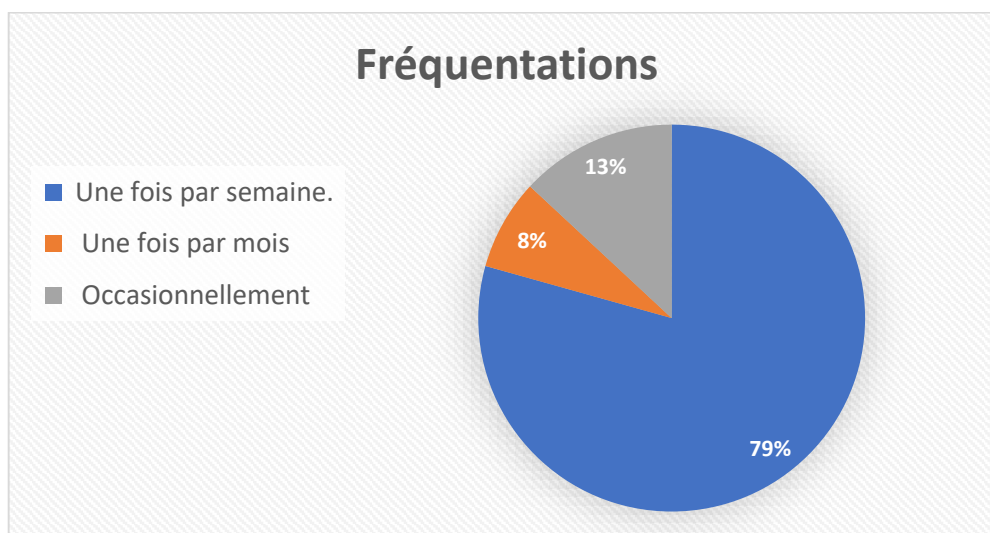


Figure 5. 16 Les différents pourcentages de fréquentation du lieu

La combinaison de ces données reflète une certaine réconciliation entre un territoire auparavant fragilisé et ses usagers, qui retrouvent leurs repères dans le parc comme un terrain propice pour les différentes pratiques, chaque'un selon ses centres d'intérêts. Ce qui convient à une bonne valeur de performance pour cet indicateur de 8/10.

Degré de performance de l'indicateur				
très faible	faible	Moyenne	Bonne	Très bonne
0-20%	20-40%	40-60%	60-80%	80-100%
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

Une ligne rouge horizontale est tracée sous la table, avec une pointe rouge à l'extrémité droite, indiquant une performance de 8 sur 10.

▪ **Pratiques recensées**

Parmi les fonctions principales des parcs et les espaces extérieurs est de procurer aux usagers des conditions de bien-être par des activités de loisirs et d'apaisement. En revenant aux ambitions affichées dans le programme de la requalification du cours d'eau, plusieurs activités n'ont pas vu le jour (on parle d'activités nautiques, piscines à ciel ouverts et théâtre).

Cependant, les espaces et les promenades réaménagés, les terrains de foot, les aires de jeux et l'intégration de la forêt ont permis d'enregistrer les activités suivantes auprès des enquêtés :

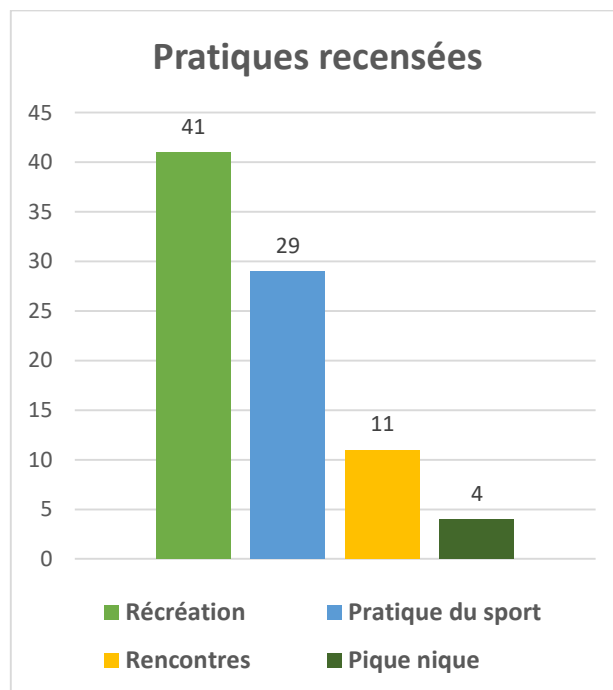
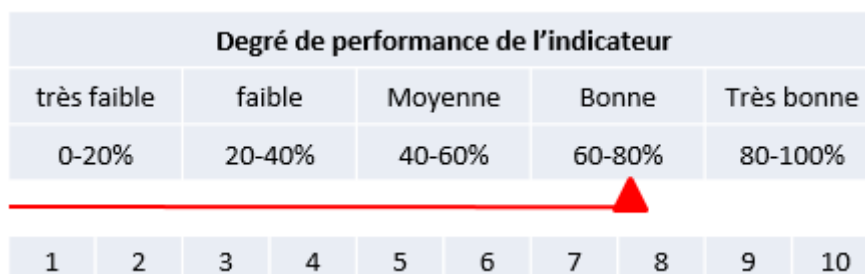


Figure 5. 17 Répartition des pratiques recensées auprès des usagers.

Cette variété de pratiques recensées auprès des usagers, reflète une réponse positive aux attentes de ces derniers dans ce parc, notamment l'aspect de récréation fortement évoqué par les enquêtés, dans l'attente du lancement et la mise en services des autres activités prévu pour le futur. L'évaluation de cet indicateur répond à une bonne valeur de performance de 7.5/10.



Sentiment de sécurité

Pour la représentation du lieu en termes de sécurité, qu'est un facteur incontournable pour le confort et le bien de l'utilisateur dans son environnement, en particulier avec les antécédents et les représentations négatives du passé de la forêt 'Prise d'eau' Où la question était

Trouvez-vous que cet endroit est sécurisé ?

- Oui
- Pas tous les temps
- Non

Les témoignages des enquêtés étaient variables et répartis comme suit :

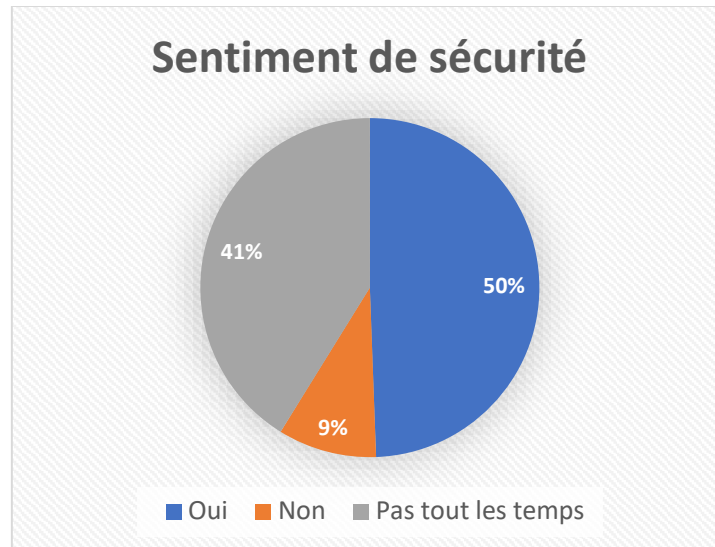


Figure 5. 18 Statistique du sentiment de sécurité

- 50% des enquêtés ont exprimé leurs satisfactions envers l'aspect 'sécurité des lieux', et ce, vu le dispositif sécuritaire adopté par l'office de gestion chargé du parc (OPLA). Dans un entretien avec le responsable de ce dernier ; *'nous avons pris en charge en priorité le recrutement des jeunes de ce territoire comme agents de sécurité, cela permettra plus de cohésion sociale entre population locale et visiteurs, donc un climat serein pour le bon fonctionnement du parc'*
- Quoique 41% ne trouvent pas qu'ils sont en sécurité tout le temps de leurs présences dans le parc où aux alentours du cours d'eau, un avis confirmé par les 9% restants.

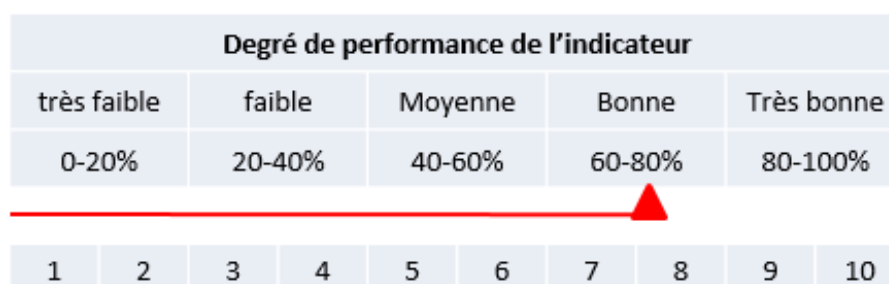
Reste à noter que le sentiment de sécurité reste une 'perception subjective' (J. Remy, 1981), et la juste évaluation de cet aspect requiert l'examen et l'interprétation de plusieurs aspects tels que : la configuration des espaces, l'environnement des usagers, les images personnelles...etc.

Dans ce sens, Diverses expériences dans les villes nord-américaine (aux état unis et Canada) ont réussi a validé diverses approches conceptuelles et des expérimentations d'un urbanisme sécurisant et préventif pour plus d'une quarantaine d'années. A leurs diversités, elles s'appuient sur la recherche et l'identification d'éléments et de principes d'aménagement, de

conception architecturale et des facteurs environnementaux, regroupés principalement dans les 8 points suivants (détaillé en annexe V.2) :

- La visibilité
- La surveillance naturelle
- La socialisation et les activités
- La territorialité
- La lisibilité
- Le control naturel de l'accès
- Le paysagement
- Le garant de l'espace

La combinaison de ces données convient à une 'moyenne' valeur de performance pour cet indicateur, pour une note de **6.5/10**.



5.7.2 Evaluation du critère 'Responsabilité et justice environnementale' Compagnes d'entretien et de verdissement

Sur un autre volet, et afin de vérifier l'engagement, le sens de responsabilité et le degré d'implication des individus envers l'entretien et le maintien d'une bonne image du parc,

Les avis des questionnés se départagent majoritairement en 02 catégories : la plus grande partie confirme que la responsabilité de cette tâche revient en premier lieu aux services de l'état (APC, l'office OPLA), qui se retrouvent le premier responsable, et par la suite aux usagers.

Ce que nous avons constaté comme réponse répétitive des autorités locales, c'est la demande d'implication et de collaboration entre les différentes institutions y compris les associations, la société civile, et principalement une implication citoyenne efficace afin de parvenir à une meilleure prise en charge de la qualité de végétation

- **L'engagement envers l'entretien :**

En référence à la question précédente, et afin de vérifier l'engagement et l'aptitude de chaque questionné s'il pourra personnellement assurer son rôle envers l'entretien et la gestion des espaces végétalisés, nous avons retenu les réponses suivantes (tableau 5.5) :

Tableau 5. 5 l'engagement pour l'entretien des espaces verts

Type de réponses	Nombre	Pourcentage
Oui	40	47.05%
Oui, mais à conditions	29	34.13%
Non, je ne peux pas	16	18.82%

Les enquêtés ont exprimé, par une grande majorité (**47.05%**), leurs aptitude et engagement même personnel envers l'entretien et la prise en charge de leurs espaces verts, « le fait d'avoir un joli parc me fait plaisir » nous dit un usager. Par contre (**34.13%**) parlent d'un engagement conditionné et réclament la participation des autres collectivités ou associations, du matériel de jardinage...etc. et parlent d'une participation non régulière (de temps en temps). La dernière catégorie représentée par **18.82%** ne sont pas aptes à entretenir leurs espaces verts pour différentes raisons comme : la non responsabilité, le manque de moyens, la saleté provoquée par les enfants, les conditions météorologiques...etc. Ces pourcentages reflètent un engagement partiel et parfois conditionné envers l'entretien qui correspond à une valeur moyenne soit **5/10**.

Evaluation de l'indicateur 'Reprise en main du territoire'

Derrière chaque crise environnementale en résulte des inégalités écologiques et également sociales, où ses effets et menaces sont souvent mal réparties (Larrère, 2009). Ce constat est remarquable pour le cas d'Oued El-Harrach. Selon un membre de l'APC d'El-harrach, '*cette opération de requalification a touché une artère principale de notre commune, en offrant une nouvelle image pour ce territoire, en devenant des espaces de vie et surtout un refuge pour une population défavorisée, notamment les jeunes des habitations environnantes du cours d'eau, qui s'engagent maintenant à protéger les équipements de sport et de loisirs, et aussi offrir un climat serein pour leurs familles qui viennent se promener...etc.*'.

Le responsable du projet a souligné que l'aménagement de l'oued El Harrach a eu des répercussions sociales importantes, notamment le relogement de plus de 6000 familles vivant dans les bidonvilles établis le long de l'oued, dont le plus vaste était celui d'El Ramli, considéré comme le plus grand bidonville de la wilaya d'Alger. Il a également souligné que cette initiative d'envergure a permis de récupérer des terrains qui ont été transformés en espaces écologiques.

Dans ce sens, on assiste à une réintégration sociale de cette tranche de population, et à une prise de conscience envers leur environnement qui peut améliorer leur qualité de vie. Selon notre interlocuteur, cet indicateur répond positivement à l'objectif souhaité ce qui correspond à une évaluation de 8/10.

5.7.3 Synthèse de l'évaluation de la dimension III 'Résilience et intégration sociale'

Tableau 5. 6 Synthèse de l'évaluation de la dimension III 'Résilience et intégration sociale'

Dimension III Résilience et Intégration Sociale	Mixité Sociale	Profils et fréquentations	8	7.33
		Pratiques recensées	7.5	
		Sentiment de sécurité	6.5	
	Responsabilité et justice environnementale'	Compagnes d'entretien et verdissement	2	2.5
		Reprise en main du territoire	3	

5.8 Evaluation de la dimension VI 'Résilience et Durabilité écologique'

5.8.1 Critère Mesures d'adaptations et d'atténuations

Mesures de prévention des risques des inondations

L'oued El Harrach est confronté à deux problématiques principales : la pollution causée par les rejets domestiques et industriels, ainsi que les risques d'inondations. Pour remédier à ces problèmes, une série de mesures ont été mises en place :

Un schéma global d'assainissement a été mis en œuvre, consistant à canaliser les eaux usées à travers des collecteurs jusqu'à la station d'épuration de Baraki, qui est opérationnelle depuis 2009. Cette station de pompage a une capacité de 90 000 m³ par jour, permettant un écoulement régulier même en l'absence de précipitations.

Une autre mesure consiste à abaisser le lit de l'oued sur une distance de 6 km. Selon les données avancées par la direction des ressources en eau de la wilaya d'Alger, *'cette opération nécessite d'abord un recalibrage et un reprofilage de l'oued sur 18,2 km, avec un élargissement qui atteindra des largeurs effectives allant de 70 m à 210 m (voir figure 5.19). Cela permettra d'assurer l'évacuation de la crue centennale, avec un débit de 2500 m³ par seconde. De plus, pour prévenir les inondations, il est prévu d'élever des murs en béton d'une hauteur de 9 m sur une distance de 4 km, notamment au niveau de la localité des Trois Caves et du centre-ville'*.



Figure 5. 19 Un aperçu des travaux d'assainissement à Oued el Harrach. Source : Auteur, 2019

Selon le directeur des ressources en eau de la wilaya d'Alger, le principal problème qui se posait pour l'aménagement de cet Oued était la protection de la population des risques des inondations et la possibilité de réutiliser les eaux notamment pour l'irrigation des espaces verts à Alger.

Une série de mesures qui permettent d'épargner les habitants et d'éviter les scénarios d'inondations vécu précédemment, jugée très positive, en attendant la concrétisation et l'achèvement de toutes les opérations enregistrées. Ce qui place cet indicateur à une bonne valeur de performance de 7.5/10.

Gestion intégrée des rejets

Dans le cadre du projet d'aménagement d'Oued El-Harrach, l'objectif principal est de mettre fin à la pollution et d'améliorer les conditions de vie des riverains de cette rivière. Dans cette optique, plusieurs mesures palliatives ont été envisagées, notamment :

- Une solution proposée consiste à envisager la construction d'une station d'épuration financée de manière collective par les entreprises industrielles réparties principalement dans les zones d'Oued Smar, Baba Ali, Gué de Constantine et El-Harrach. La ministre de l'Environnement et des Énergies Renouvelables a souligné la responsabilité de ces entreprises dans la protection de l'environnement. Les entreprises industrielles qui ne disposent pas des ressources financières nécessaires pour la construction de stations de traitement sont encouragées à regrouper leurs moyens avec d'autres entreprises pour la réalisation d'une station commune. Trois bureaux d'études supervisent ces efforts et ont pour mission d'étudier les modalités de raccordement et les processus de prétraitement requis.
- La troisième mesure consiste à pomper les eaux épurées et à les déverser dans la rivière à l'aide d'une station de refoulement. De plus, deux stations de traitement des eaux usées industrielles sont en cours de réalisation à Baba Ali et Oued Smar.
- La quatrième action prévue concerne la création de jardins filtrants, qui sont des bassins de rétention d'eau favorisant la croissance de plantes aquatiques. Ces végétaux ont la capacité d'absorber l'azote présent dans l'eau, ce qui en fait de véritables agents de dépollution. Chose qui n'a pas vu le jour.

Sur terrain, nous avons constaté une atténuation remarquable en termes de rejets, quoique la question des industriels persiste encore, et la concertation des différents acteurs est plus qu'obligatoire dans le but d'atteindre une gestion efficace et intégrée. Ces données permettent de classer cet indicateur à une moyenne valeur de performance de 6.5/10.

Evaluation de l'indicateur 'TIC Techniques d'Informations et de Communication'

Le projet comprend un dispositif de résilience urbaine organisé en quatre phases, qui comprend la construction de stations de traitement, de stations de pompage et de stations anti-inondations. Un système d'alerte automatique sera également mis en place pour signaler toute augmentation du niveau des eaux. Des structures résistantes à la pression de l'eau seront érigées, et des stations de contrôle de la qualité de l'eau seront installées, comprenant des micro-laboratoires permettant de détecter les sources de pollution. De plus, un système mécanique sera mis en œuvre pour éliminer les mauvaises odeurs.

Ce dispositif permet d'intervenir en cas de pollution accidentelle ou volontaire et y remédier en temps réel. Mais d'après l'enquête menée sur terrain, sa mise en service est reportée jusqu'à la réception définitive du projet.

Les TIC sont devenues une composante incontournable au niveau des modèles de résilience urbaine adopté par les villes. Ces modèles qui varient d'une ville à une autre selon les risques prévus, les objectifs à atteindre et les caractéristiques de chaque une. Comme exemple la ville de Barcelone a été précurseur dans cette initiative, comme mentionné dans le premier chapitre. C'est pourquoi la méthodologie et l'outil HAZUR ont été développés à la suite des expériences pilotes menées avec les services techniques de la ville de Barcelone. Les techniques discutés auparavant correspondent dans leur majorité à celle du modèle du OptiCits adopté Barcelone, à savoir :



La combinaison de ces données permet d'attribuer une très bonne valeur de performance pour cet indicateur de 9/10.

5.8.2 Evaluation du critère Management et Durabilité du Projet

Bien que le projet de requalification a permis d'inscrire une nouvelle signature paysagère pour un territoire en déclin, en visant des objectifs environnementaux bien clairs, néanmoins la stratégie du 'Management' et la 'durabilité' du projet demeure moins claire.

Dans ce sens, et selon les modèles de résilience présentés dans le chapitre I, deux indicateurs sont abordés auprès des acteurs impliqués à savoir : 'Gouvernance et concertation' et 'Monitoring du projet' considérés comme facteurs qui contribuent significativement à la résilience du projet et la durabilité de ses infrastructures.

Evaluation de l'indicateurs 'Gouvernance et Concertation'

Pour les débuts du projet, La wilaya d'Alger, en sa qualité de maitre d'ouvrage du projet de la requalification d'Oued El-Harrach, a organisé toute une série d'ateliers thématiques au cours desquels les équipes de la révision du PDAU (Parcexpo), (Arte-Charpentier) pour la baie et les directions techniques ont bien mené des réflexions et des visions aussi variées sur l'habitat, la mobilité, les espaces publics, les déchets, les espaces verts, etc.

'Plusieurs rencontres et visites de terrain du département ministériel en compagnie de ministres des secteurs concernés, tels que : le Ministre des Ressources en Eaux et la Sécurité Hydrique, Ministre de l'Industrie, Ministre de l'Energie et des Mines, Ministre de l'Intérieure, de Collectivités Locales et de l'Aménagement du Territoire et le Wali de la wilaya d'Alger'.

En ce qui concerne la gestion du projet, il a été prévu de créer une Société de développement d'Alger (SDA), une entreprise à caractère publique économique (EPE) sous tutelle de l'État sera chargée de piloter et de coordonner les projets du plan stratégique y compris le projet d'Oued El-harrach. Elle est susceptible entre autres de générer des recettes récurrentes à travers des montages financiers et des partenariats public-privé. Son installation butte toutefois sur des blocages d'ordre structurel, juridique et politique.

Cependant, le projet a connu des phases **qui révèlent beaucoup d'incertitudes**

- On observe une instabilité de la gouvernance due aux fréquents limogeages des walis, ce qui a entravé la mise en œuvre de certaines décisions stratégiques (Srir, 2014). Cela reflète un manque de continuité dans la planification publique et l'absence d'outils intégrés permettant de renforcer les décisions prises.

- L'absence de participation des populations locales, et la faible représentation des élus de l'Assemblée Populaire Communale (APC), on cite l'exemple des propriétés privées légales où illégales sur les deux rives, qui ont causé un frein pour l'avancement du projet, jusqu'à la promulgation du **décret exécutif n.14-60 du 9 rabie ethani 1435 correspondant au 9 février 2014** déclarant le caractère d'utilité publique et d'intérêt général du projet, permettant ainsi de recourir à l'expropriation.

Par ailleurs, et dans un entretien avec l'architecte principal au niveau de l'Office National de l'Environnement et le Développement Durable (ONEDD) au ministère de l'environnement, en ce qui concerne la concertation différents département

- Aménagement hydraulique réalisé.
- Aménagement paysager du Oued en cours.
- Dépollution de l'Oued au cours de réalisation.

Mais ce qui constitue un défi réel et au même temps un souci majeur pour les collectivités locales, c'est l'absence d'entreprises où de sociétés d'un profil spécialisé dans '*le management environnemental*' ; la maîtrise, le savoir-faire, et les techniques d'une gestion modernes dignes de telles infrastructures écologiques, et qui pourraient maintenir et sauvegarder une certaine résilience et durabilité de ce qui a été réalisé.

Les évaluations avancées par nos interlocuteurs se résument dans l'absence de mécanismes réels d'une concertation efficace et d'une gouvernance 'assez moyenne' entre les acteurs impliqués face aux enjeux et objectifs affichés du projet, ce qui convient à une faible valeur de performance de 2/10

Monitoring du projet

Selon la Commission européenne (2004), le suivi, appelé également monitoring, englobe la collecte, l'analyse et l'utilisation systématique et continue d'informations dans le but de faciliter la gestion et la prise de décisions. Il implique une évaluation régulière et approfondie des ressources, des produits et des résultats d'un projet. Ce processus dynamique est mis en place tout au long de la durée du projet afin de détecter rapidement les écarts par rapport aux objectifs opérationnels. Le suivi génère des données pertinentes qui peuvent être utilisées lors d'évaluations ultérieures pour améliorer la performance et l'efficacité du projet. En

résumé, le suivi permet de garantir un suivi étroit et une évaluation continue, contribuant ainsi à l'atteinte des objectifs fixés.

Dans ce sens, et lors d'un entretien semi directif avec le responsable chargé d'études et de planification des projets au niveau de la wilaya d'Alger, en ce qui concerne les stratégies et les prévisions de monitoring des différentes phases (en cas de figure) pour le projet de la requalification d'Oued El-harrach.

Selon ce dernier, le processus de 'monitoring du projet' proprement dit n'a pas été envisagé en tant que stratégie adoptée ; *'une absence quasi-totale du processus du monitoring et d'évaluation'*

Entre autres, ça nous a permis de confronter et de vérifier si certains actions et mesures ont été abordées où prises en considération, avec un bon nombre d'indicateurs pour l'évaluation à long termes établis par l'Agence Française de Développement, suivant une stratégie claire pour garantir une conduite efficace d'un projet de telle envergure, dont une récapitulation est résumée dans le tableau (5.7) suivant :

Tableau 5. 7 Vérification des étapes de Monitoring du projet d'Oued El-Harrach.

Etape	Contenu	Oui	Non
Collecte des données (faits, observations et mesures) et documentation de celles-ci.	Qualité et pertinence des activités et de l'utilisation des ressources (performance)	X	
	Environnement du projet (indicateurs d'hypothèses)	X	
	Impact du projet	X	
	Coopération avec groupes cible et partenaires		X
Analyse et conclusions	• Comparaison des réalisations planifiées et réelles (planifiées et imprévues) et identification des écarts (révision) et conclusions		X
	• Changements dans l'environnement du projet et conséquences pour le projet ; conclusions	X	
	• Comparaison entre les procédures et les mécanismes planifiés et réels de l'organisation du projet et de la		X

	coopération avec les groupes cible ; identification des écarts et conclusions.		
Formuler des recommandations (jugements) et entreprendre des actions correctives	Ajustement du timing des activités et des ressources		X
	• Ajustement des objectifs		X
	• Ajustement des procédures et des mécanismes de coopération		X

Sur un ensemble de 10 actions dans la palette du monitoring du projet, seulement 4 sont prises en considération lors des différentes phases. La combinaison des données récoltées exprime une faible valeur de performance de 3/10.

5.8.3 Synthèse de l'évaluation de la dimension VI

Tableau 5.9 Synthèse de l'évaluation de la dimension VI

Dimension de Résilience Ecologique	Mesures d'adaptation Et d'atténuation	Mesures de prévention contre les inondations	7.5	8.33
		Gestion intégrée des rejets	6.5	
		TIC	9	
	Management du Projet	Gouvernance et durabilité	2	2.5
		Monitoring	3	

5.9 Représentation graphique de l'évaluation Multi-Critères (EMC)

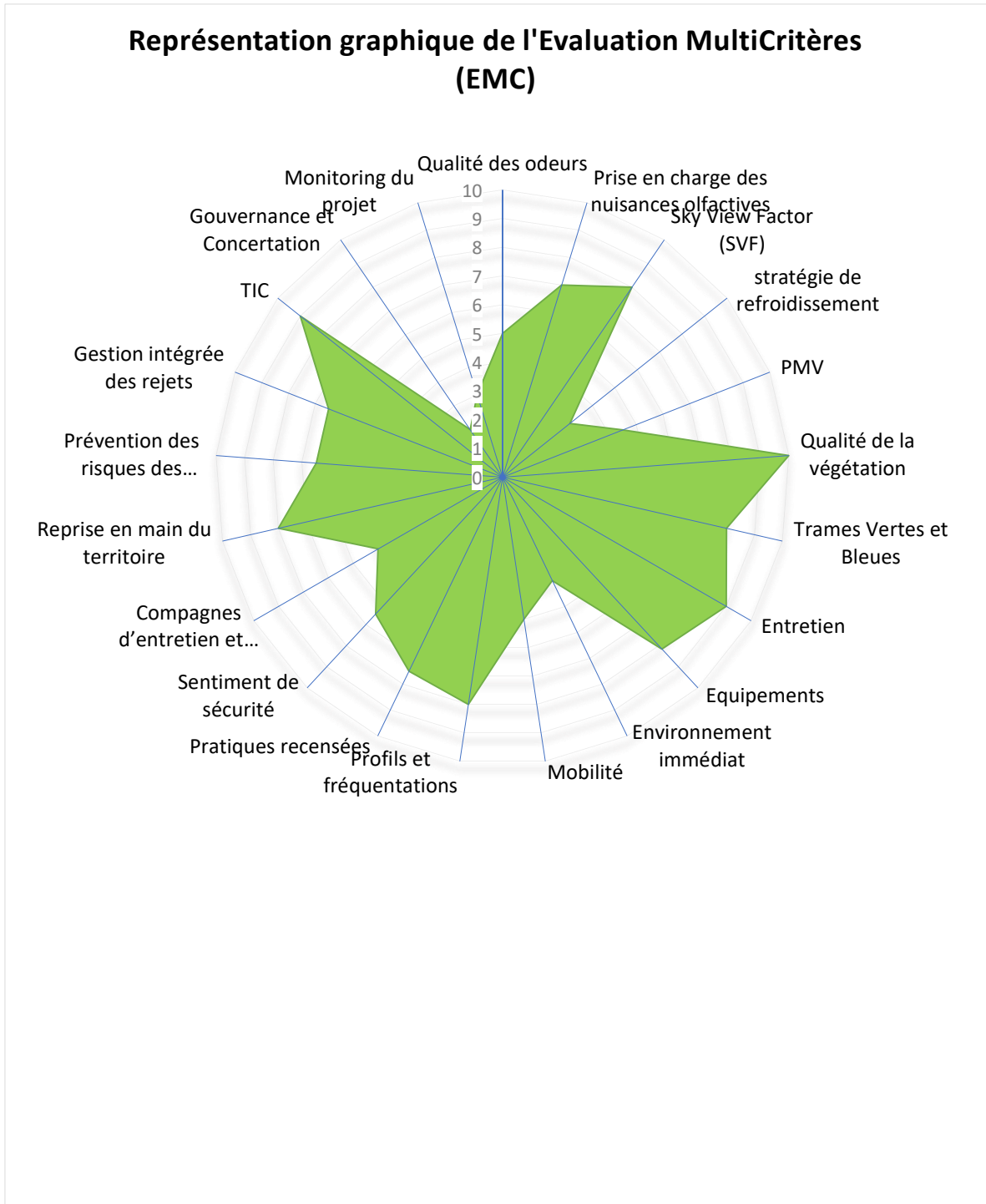


Figure 5. 20 Représentation graphique de l'Evaluation Multicritères (EMC)

5.9.1 Lecture combinée

Parmi les indicateurs ayant une faible valeur de performance (ayant une note moins de 5/10), (soit 23.80 % des indicateurs) à l'image de 'Monitoring du projet', la 'Gouvernance et concertation', la 'Stratégie climatique' qui ne figure en aucun moment dans le projet, le 'PMV' et 'l'environnement immédiat' classés comme indicateurs à faible valeur de performance, cela démontre quelques points de faiblesse pour l'ensemble du projet dans ses différentes phases, qui explique une sorte de 'discordance' et manque de visibilité à long terme entre maître d'œuvre et d'ouvrage en termes de Stratégies claires, qui doivent être fixées pendant les phases préliminaires du projet.

Un autre indicateur 'l'environnement immédiat', présente de sa part un point de faiblesse qui impacte négativement la qualité de vie des populations locales, et même l'image globale de l'entité du projet. Cette dernière pourrait être rattrapée surtout par des opérations de réaménagement adaptées au niveau des tissus résidentiels environnants.

Une deuxième catégorie d'indicateurs peinent à obtenir une 'moyenne valeur de performance' (notés entre 5-7) sont au nombre de 7/21, soit 33% des indicateurs, malgré les fragilités sociales et territoriales antécédentes, cette opération de requalification a permis de retracer les avantages et les atouts face aux objectifs affichés, qui répondent positivement aux attentes et aspirations des usagers, malgré les contraintes et les défis enregistrés jusqu'à ce jour.

Enfin, la catégorie des indicateurs à 'bonne performance' (9/21 notés entre 8-10), à l'image des indicateurs de la résilience et l'intégration sociale, la qualité de la végétation, le potentiel paysager, les équipements du parc. Cet ensemble constitue une nouvelle posture qui offre de meilleures conditions pour le confort et le bien-être des usagers, et une opportunité pour les collectivités locales afin de promouvoir et renforcer davantage une plus-value environnementale, une résilience écologique et sociale et une stratégie qui répond aux orientations du développement durable des villes.

En résumé, on peut dire que l'évaluation du projet sur le plan 'confort et bien être' à travers la requalification des infrastructures bleues et vertes considérées comme des « solutions basées sur la nature » peuvent être une stratégie efficace pour soutenir la résilience urbaine au changement climatique. Ceux-ci incluent non seulement les aspects environnementaux et écologiques, mais aussi les aspects sociaux, économiques et de sécurité.

Conclusion du chapitre

L'exercice de cette évaluation multicritères nous a permis essentiellement d'identifier des critères et indicateurs impactant les différents aspects de confort et de bien-être des usagers, dans un espace où une large opération de requalification a pu apporter plusieurs corrections.

L'objectif de cette évaluation qui ne se voulait pas aussi exhaustive, mais qui se révèle nécessaire devant la multiplicité des facteurs et les enjeux affichés, est de mettre en place les indicateurs les plus représentatifs et significatifs pour le confort et le bien-être humain selon les quatre dimensions à savoir : (la dimension du confort et environnement, dimension urbaine et paysagère, dimension de résilience sociale et la dimension de résilience écologique).

L'interprétation des résultats de cette évaluation ont permis de classer ces indicateurs selon trois niveaux de performances

- Une série d'indicateurs à faible performance, sur lesquelles les décideurs doivent agir et apporter des corrections notamment en ce qui concerne le management du projet
- Une deuxième catégorie d'indicateurs à moyenne performance, présentent un potentiel important
- Et une dernière qui répond parfaitement aux normes et aux aspirations des usagers, présentant des conditions de confort optimales.

Ces postulats conclusifs nous permettent de confirmer la deuxième hypothèse qui stipule que la réussite d'une opération de requalification urbaine du cours d'eau, pourrait amener au-delà de son rôle structurant d'infrastructure paysagère, mais aussi à prévenir le territoire et à augmenter sa résilience écologique et sociale, grâce à une transition intégrée tant au niveau de la conception que sur les dispositifs de gestion du projet.

6 Conclusion Générale

La ville d'aujourd'hui est confrontée incessamment à des défis et menaces tant environnementaux et écologiques que sociales. Le point de départ de cette recherche portait essentiellement sur le constat que peut offrir une opération de requalification urbaine 'd'Oued El-Harrach' à Alger, un territoire connu pour ses vulnérabilités en matières de résilience écologique pour le fonctionnement de ses écosystèmes, et sociale pour la population locale et ses usagers.

Pour y répondre à ces questionnements, cette recherche est répartie en deux phases principales :

Une première qui constitue un feedback et une analyse bibliographique en abordant le concept de la requalification des cours d'eau en milieu urbain et ses liens avec la dimension de résilience écologique et sociale. Les éléments retenus de cette analyse sont ensuite mis en corrélation avec les paramètres du confort et bien-être sous différents angles.

La conjugaison des données récoltées de cette phase 'd'état de l'art' a constitué une plateforme pour aborder la phase d'évaluation. Cette dernière qui ne se voulait pas aussi exhaustive, mais qui revêt un caractère 'multicritère' devant la multiplicité des facteurs et les enjeux affichés, et qui implique la mise en place des indicateurs les plus représentatifs et significatifs pour le confort et le bien-être humain selon les quatre dimensions à savoir : (la dimension du confort et environnement, dimension urbaine et paysagère, dimension de résilience sociale et la dimension de résilience écologique). La succession de ces étapes a amené en finalité à élaborer notre propre référentiel d'Evaluation Multicritère (EMC).

La seconde partie révèle un caractère exploratoire et d'investigation sur terrain

Après avoir expliqué les différentes étapes de conception du référentiel d'évaluation, il s'est avéré crucial de souligner que cette évaluation multicritère nécessite l'utilisation d'une variété d'outils d'investigation, y compris l'application de différentes techniques d'enquêtes adaptées aux objectifs visés, à l'importance des enjeux et à la diversité des dimensions abordées, et traite principalement la question centrale de l'évaluation du confort et du bien-être de l'utilisateur dans un territoire spécifique (en l'occurrence, le Parc de Prise d'eau à Oued El-Harrach), qui a fait l'objet d'une importante opération de requalification urbaine.

- Une campagne de mesures in-situ a été mise en place, où les paramètres microclimatiques ont été mesurés ; taux d'humidité relative, températures, vitesse des vents...etc.) suivant un parcours présentant différentes caractéristiques.
- Une enquête auprès des usagers traitant une évaluation du vécu, de l'aperçu du confort et du bien-être de différentes catégories enquêtées.
- Des entretiens semi-directifs ont été menés auprès des acteurs impliqués dans la gestion du projet afin de situer les différentes dimensions de l'évaluation du bien-être dans leurs cadres conceptuels, réglementaires et techniques.
- Une phase de simulation traitant trois scénarios variés S1, S2 et S3, en utilisant le logiciel Envi-Met 3.1, en étudiant trois scénarios d'aménagement, qui mettent en valeur les interactions entre (Cours d'eau, végétation, vitesse des vents), et leur impact sur les facteurs microclimatiques locales.

Les principaux résultats et observations que nous avons obtenus confirment notre première hypothèse ; qu'une stratégie climatique adaptée au contexte peut améliorer significativement les conditions microclimatiques qui impactent positivement la dimension du confort et le bien-être des usagers.

Dans un premier temps, ils démontrent que les conditions microclimatiques qui ont un impact majeur sur le confort et le bien-être des usagers, En outre, l'effet et l'extension de la zone de rafraîchissement enregistré grâce aux interactions entre la combinaison des rangées végétale avec le cours d'eau (TVB). Ce résultat est confirmé par les propos de perception positifs des usagers enquêtés, ainsi que les points suivants :

- Les espaces végétalisés via des rangées d'arbres avec la présence du cours d'eau dans le scénario 3 ont montré un effet de refroidissement synergique très positifs, où l'ombrage, l'évapotranspiration et la ventilation sont des processus clés naturels et expliquent les différences moyennes dans les différentes sections de l'étude de cas.
- Les meilleures valeurs de l'indice PMV sont enregistré sous ombre de végétation.
- Les plans de verdissement, le choix des profils de végétation typique dans une zone donnée joue un rôle capital pour une meilleure maîtrise des deux paramètres microclimatiques 'l'humidité relative, les températures de l'air' et leurs interactions avec le vent.

La planification stratégique de réseaux d'espaces verts et bleus, également connus sous le nom de Trame Verte et Bleue (TVB), présente d'importants avantages environnementaux et microclimatiques, et contribue à renforcer la résilience climatique et écologique de la ville, en offrant des meilleures conditions pour le confort et le bien-être des habitants et l'environnement.

En second temps, la deuxième catégorie de résultats recueillies auprès des usagers à propos des différentes ambiances ressenties dans cet environnement, ainsi que les acteurs et gestionnaires impliqués confirme notre deuxième hypothèse ; qui stipule que la réussite d'une opération de requalification urbaine du cours d'eau, pourrait amener au-delà de son rôle structurant d'infrastructure paysagère, mais aussi à prévenir le territoire et à augmenter sa résilience écologique et sociale, grâce à une transition intégrée tant au niveau de la conception que sur les dispositifs de gestion du projet, car la résilience écologique et la résilience sociale sont étroitement liées car elles se renforcent mutuellement.

Les résultats de l'évaluation des indicateurs de la résilience écologique se réfèrent à l'ensemble de mesures et techniques adoptées pour corriger une série de dysfonctionnements et faire face aux vulnérabilités du territoire, à l'exception des volets de 'Management et monitoring du projet' qui présentent des faiblesses. Dans l'ensemble, ces indicateurs sont jugés efficaces avec un constat de transition positive du territoire en termes des risques d'inondations, la dépollution d'Oued, les nouveaux paysages et la capacité des écosystèmes à résister face à des perturbations environnementales

Cette transition a été accompagnée par une implication des habitants à une reprise de ce territoire, à travers la participation dans les campagnes d'entretien, de verdissement, et même à instaurer un climat plus serein, un ensemble d'action qui révèlent une certaine forme de résilience et d'intégration sociale, chose qui impacté positivement la fréquentation et l'usage de cet espace naturel et corriger une image du lieu tellement négative auparavant.

En somme, cette transition écologique a amené à une sorte de résilience sociale qui a eu de nombreux atouts pour les communautés et les individus en bénéficient, notamment la capacité à s'adapter aux changements, le renforcement de la confiance et de la solidarité, l'amélioration des paysages existants, l'encouragement de l'engagement civique et l'augmentation de la qualité de vie.

Recommandations

Afin d'arriver à appréhender la notion du bien-être dans un environnement confortable et résilient, Il est crucial de combiner de manière efficace les éléments naturels présents sur le site (eau et végétation), en utilisant une stratégie climatique adaptée. Ces recommandations devraient donc être prises en compte pour une utilisation optimale de ce binôme, il est important d'inclure ces éléments dans la conception des opérations de réhabilitation et les plans de réaménagements et de verdissement des cours d'eau en milieu urbain.

Encourager la participation communautaire : Les communautés devraient encourager la participation citoyenne à la vie communautaire, en organisant des événements et des activités qui favorisent les interactions sociales et en donnant aux gens la possibilité de contribuer à des projets communautaires.

Promouvoir des pratiques écologiques durables : Les communautés devraient encourager des pratiques écologiques durables pour protéger les ressources naturelles et réduire les impacts environnementaux. Cela peut inclure l'utilisation de sources d'énergie renouvelable, la réduction des déchets, l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de communication, et la protection de la biodiversité.

D'une manière générale, renforcer le bien-être et la résilience écologique et sociale nécessite un effort communautaire. En encourageant la participation communautaire, en promouvant des pratiques écologiques durables, en renforçant les liens sociaux, en favorisant l'inclusion sociale, les communautés peuvent devenir plus résilientes et améliorer la qualité de vie de leurs membres.

Limites de la recherche

Cette recherche nous a permis de confronter certains aspects du projet de la requalification d'Oued El-Harrach à une évaluation multicritère. Cependant, elle a été confrontée à certain limites comme suit :

La multiplicité des enjeux et critères liés à la dimension du bien-être. Dans ces sens, la liste des indicateurs évalués peut s'étendre à un nombre plus important qui traitent plus de thématiques et de dimensions. Pour notre cas, les indicateurs mis en évaluation sont ceux jugés mesurables, et compatibles avec les enjeux et objectifs affichés pour cette opération de requalification du cours d'eau.

Une autre limite qui concerne la rencontre et la prise de contact avec plus d'acteurs et de responsables impliqués dans la gestion du projet lors de l'enquête, qui a coïncidé parfois avec les restrictions liées à la pandémie COVID.

Perspectives et recherches futures

Dans une visée de continuité de la recherche, une proposition d'étude exploratoire et de simulation, pourrait être envisagée au niveau de la rive droite du cours d'eau, en introduisant le concept d'un étage végétal et de traitement des façades à travers différentes couleurs, et étudier par la suite ses différents impacts. Cette intervention pourrait s'inscrire dans le cadre des opérations de rénovation urbaine.

BIBLIOGRAPHIE

- Ali-Toudert, F., & Mayer, H. (2006). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment*, *41*(2), 94–108.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.01.013>
- Andersson, E., Langemeyer, J., Borgström, S., mcpherson, T., Haase, D., Kronenberg, J., Barton, D. N., Davis, M., Naumann, S., Röschel, L., & Baró, F. (2019). Enabling Green and Blue Infrastructure to Improve Contributions to Human Well-Being and Equity in Urban Systems. *Bioscience*, *69*(7), 566–574.
<https://doi.org/10.1093/biosci/biz058>
- Athamena, K. (2013). *Modélisation et simulation des microclimats urbains : Étude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs . Cas des éco-quartiers Khaled Athamena* To cite this version : HAL Id : tel-00811583.
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00811583>
- Bernaud, J.-L., Lhotellier, L., Sovet, L., Arnoux-Nicolas, C., & Moreau, F. (n.d.). Chapitre 2. Pratique de l'accompagnement psychologique centré sur le développement du sens de la vie et du travail. *Univers Psy*, *2*, 55–140. Retrieved February 24, 2023, from <https://www.cairn.info/psychologie-de-l-accompagnement--9782100793211-page-55.htm?Contenu=article>
- Boissonade, & Jérôme. (2007). Charlot-Valdieu Catherine et Outrequin Philippe, 2007, Développement durable et renouvellement urbain. Des outils opérationnels pour améliorer la qualité de vie dans nos quartiers, L'Harmattan, 296 p.
[Http://Journals.Openedition.Org/Developpementdurable](http://Journals.Openedition.Org/Developpementdurable).
<https://doi.org/10.4000/DEVELOPPEMENTDURABLE.4402>
- BOUCHERIT, K. S., & BOUCHARB, A. (2019). Plan Strategique De Developpement D'Alger, Pour Un Renouvellement De La Demarche D'Approche De La Ville Algerienne. *Sciences & Technologie D*, *49*(January 2020), 109–119.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. In *Landscape and Urban Planning* (Vol. 97, Issue 3, pp. 147–155). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>

- Bozovic, R., Maksimovic, C., Mijic, A., Smith, K. M., Suter, I., & van Reeuwijk, M. (2017). *Blue Green Solutions: A Systems Approach to Sustainable, Resilient and Cost-Efficient Urban Development*. Imperial College (London), March, 52. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30628.07046>
- Brown, K., & Mijic, A. (2020). *Integrating green and blue spaces into our cities: Making it happen: Grantham Institute Briefing paper No 30*. 30. <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/Integrating-green-and-blue-spaces-into-our-cities---Making-it-happen-.pdf>
- Cardoso, M. A., Brito, R. S., Pereira, C., Gonzalez, A., Stevens, J., & Telhado, M. J. (2020). *RAF Resilience Assessment Framework — A Tool to Support Cities ' Action Planning*. <https://doi.org/10.3390/su12062349>
- Chen, A., Yao, X. A., Sun, R., & Chen, L. (2014). Effect of urban green patterns on surface urban cool islands and its seasonal variations. *Urban Forestry and Urban Greening*, 13(4), 646–654. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.07.006>
- Confort thermique : généralité - Energie Plus Le Site*. (n.d.). Retrieved May 14, 2023, from <https://energieplus-lesite.be/theories/confort11/le-confort-thermique-d1/>
- Cunha, A. D. A. (2015). *Nouvelle Écologie Urbaine Et Urbanisme Durable* . 5–25.
- Delcros, F. (2018). *Les ondes sonores et leurs impacts sur la sante Florent Delcros To cite this version : HAL Id : hal-01732071 soutenance et mis à disposition de l ' ensemble de la Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr*.
- Di Méo, G. (2015). BAILLY, Antoine (2014) *Géographie du bien-être*. Paris, Economica, 160 p. (ISBN 978-2-7178-6755-8). *Cahiers de Géographie Du Québec*, 58(165), 511. <https://doi.org/10.7202/1033016AR>
- Du, H., Song, X., Jiang, H., Kan, Z., Wang, Z., & Cai, Y. (2016). Research on the cooling island effects of water body: A case study of Shanghai, China. *Ecological Indicators*, 67, 31–38. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2016.02.040>
- EC. (2015). *European Commission. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on "Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities."* <https://doi.org/10.2777/479582>

- Ep-Bellara, S. L., & Abdou, S. (2016). Vegetation Effects on Urban Street Microclimate and Thermal Comfort during Overheated Period under Hot and Dry Climatic Conditions. *Journal of New Technology and Materials*, 6(2), 87–94.
<https://doi.org/10.12816/0043938>
- Eriksen, S., Schipper, E. L. F., Scoville-Simonds, M., Vincent, K., Adam, H. N., Brooks, N., Harding, B., Khatri, D., Lenaerts, L., Liverman, D., Mills-Novoa, M., Mosberg, M., Movik, S., Muok, B., Nightingale, A., Ojha, H., Sygna, L., Taylor, M., Vogel, C., & West, J. J. (2021). Adaptation interventions and their effect on vulnerability in developing countries: Help, hindrance or irrelevance? *World Development*, 141, 105383. <https://doi.org/10.1016/J.WORLDDEV.2020.105383>
- Feldmeyer, D., Wilden, D., Kind, C., Kaiser, T., Goldschmidt, R., Diller, C., & Birkmann, J. (2019). *Indicators for Monitoring Urban Climate Change Resilience and Adaptation*. <https://doi.org/10.3390/su11102931>
- Gunawardena, K. R., Wells, M. J., & Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*, 584–585, 1040–1055. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.158>
- Hadji, L. (2013). L'évaluation de la qualité des espaces publics: Un outil d'aide à la décision. *Cahiers de Géographie Du Québec*, 57(160), 25–40.
<https://doi.org/10.7202/1017803ar>
- HAZUR by opticits - Consulting company in Spain - F6S Companies. (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://www.f6s.com/company/hazurbyopticits#about>
- Jiang, Y., Jiang, S., & Shi, T. (2020). Comparative study on the cooling effects of green space patterns in waterfront build-up blocks: An experience from Shanghai. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 1–29.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17228684>
- Jiang, Y., Song, D., Shi, T., & Han, X. (2018). Adaptive analysis of green space network planning for the cooling effect of residential blocks in summer: A case study in Shanghai. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093189>
- Johansson, E., Thorsson, S., Emmanuel, R., & Krüger, E. (2014). Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies - The need for standardization. *Urban Climate*,

10(P2), 346–366. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.12.002>

Karimi, A. (2021). *Assessing the Impact of Vegetation in the Visibility Connection and Thermal Comfort in the Urban Outdoors (Case Study : Shafagh Park)*. 1–25.

L'ECO-CONCEPTION ET SES OUTILS - Listes de contrôle (check lists). (n.d.). Retrieved May 15, 2023, from http://stockage.univ-valenciennes.fr/menetacvbat20120704/acvbat/chap02/co/ch02_360_2-2-8.html

LARRAMENDY, S. (2014). *Conception Écologique D'Un Espace Public Paysager*. 94.

Larrère, C. (2009). Environmental justice. *Multitudes*, 36(2), 156–162.
<https://doi.org/10.3917/MULT.036.0156>

Lazarova, V., Abed, B., Markovska, G., Dezenclous, T., & Amara, A. (2013). Control of odour nuisance in urban areas: The efficiency and social acceptance of the application of masking agents. *Water Science and Technology*, 68(3), 614–621.
<https://doi.org/10.2166/wst.2013.264>

Liagre, L. (2015). *Ministère des Ressources en Eaux et de l'Environnement Expertise « Services Écosystémiques »*.

Mariani, L., Parisi, S. G., Cola, G., Laforteza, R., Colangelo, G., & Sanesi, G. (2016). Climatological analysis of the mitigating effect of vegetation on the urban heat island of Milan, Italy. *Science of the Total Environment*, 569–570, 762–773.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.111>

Marry, S., Baulac, M., Marchand, D., Defrance, J., Ramalho, O., Garcia, M., Flori, J.-P., De Oliveira, F., Roussel, J., Savina, Y., & Evalu-, al. (n.d.). *Evaluation multicritère des nuisances et de la perception en milieu urbain*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00533173>

Mazhar, N., Brown, R. D., Kenny, N., & Lenzholzer, S. (2015). Thermal comfort of outdoor spaces in Lahore, Pakistan: Lessons for bioclimatic urban design in the context of global climate change. *Landscape and Urban Planning*, 138, 110–117.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.007>

Méthodes et outils de la qualité - Définitions (selon la norme ISO 8402). (n.d.). Retrieved May 13, 2023, from <https://fad.univ->

lorraine.fr/pluginfile.php/23859/mod_resource/content/2/co/Definition.html

Middel, A., Lukasczyk, J., Maciejewski, R., Demuzere, M., & Roth, M. (2018). Sky View Factor footprints for urban climate modeling. *Urban Climate*, 25, 120–134.

<https://doi.org/10.1016/J.UCLIM.2018.05.004>

Mohamed Srir, E. B.-A. (2014). No Title« Le concept de « corridors écologiques » en milieu urbain : enjeux et contraintes d’une approche de requalification environnementale ». *Méditerranée*, 123, 57–72.

<https://doi.org/https://doi.org/10.4000/mediterranee.7537>

Moniteur, L. (2010). 4. *Le modèle INDI : un outil pour concevoir et évaluer un projet d’écoquartier*. <https://www.lemoniteur.fr/article/4-le-modele-indi-un-outil-pour-concevoir-et-evaluer-un-projet-d-ecoquartier.993984>

Nikolopoulou, M., & Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35(1), 95–101.

[https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00084-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00084-1)

O’Donnell, E., Thorne, C., Ahilan, S., Arthur, S., Birkinshaw, S., Butler, D., Dawson, D., Everett, G., Fenner, R., Glenis, V., Kapetas, L., Kilsby, C., Krivtsov, V., Lamond, J., Maskrey, S., O’Donnell, G., Potter, K., Vercruysse, K., Vilcan, T., & Wright, N. (2020). The blue-green path to urban flood resilience. *Blue-Green Systems*, 2(1), 28–45. <https://doi.org/10.2166/bgs.2019.199>

Part of Lake Washington Boulevard closed to vehicles | Seattle’s Child. (n.d.). Retrieved February 24, 2023, from <https://www.seattleschild.com/a-3-mile-stretch-of-lake-washington-boulevard-will-be-a-biking-and-walking-haven/>

Peuplier (Populus), arbre d’alignement : plantation, entretien, culture. (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-410-peuplier.html>

Pyramide de Maslow. (n.d.). Retrieved February 24, 2023, from <https://lisette-mag.fr/pyramide-de-maslow/>

Robitu, M., Musy, M., Inard, C., & Groleau, D. (2006). Modeling the influence of vegetation and water pond on urban microclimate. *Solar Energy*, 80(4), 435–447.

<https://doi.org/10.1016/J.SOLENER.2005.06.015>

- Rufat, & Samuel. (2018). Estimations de la résilience des territoires, sociétés, villes. *Http://Journals.Openedition.Org/Vertigo, Hors-série 30*.
<https://doi.org/10.4000/VERTIGO.19223>
- Spagnolo, J., & de Dear, R. (2003). A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment*, 38(5), 721–738. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(02\)00209-3](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(02)00209-3)
- Theeuwes, N. E., Solcerová, A., & Steeneveld, G. J. (2013). Modeling the influence of open water surfaces on the summertime temperature and thermal comfort in the city. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 118(16), 8881–8896.
<https://doi.org/10.1002/jgrd.50704>
- Vaz Monteiro, M., Doick, K. J., Handley, P., & Peace, A. (2016). The impact of greenspace size on the extent of local nocturnal air temperature cooling in London. *Urban Forestry and Urban Greening*, 16, 160–169.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.02.008>
- Yang, X., Zhao, L., Bruse, M., & Meng, Q. (2013). Evaluation of a microclimate model for predicting the thermal behavior of different ground surfaces. *Building and Environment*, 60, 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.11.008>
- Yeang, K. (n.d.). *Saving the planet by design : reinventing our world through ecomimesis*. 214. Retrieved May 14, 2023, from <https://www.perlego.com/book/1561161/saving-the-planet-by-design-reinventing-our-world-through-ecomimesis-pdf>

LISTE DES ANNEXES

Annexe A Indice des atouts environnementaux

Potentialités locales susceptibles de favoriser l'amélioration des conditions du microclimat local, de biodiversité, de la maîtrise des ressources environnementales et contribuant à la qualité des milieux naturels.

	Indicateur	Définition et pertinence de l'indicateur	Source
A1	Potentiel agro-forestier de biodiversité	Espaces forestiers et agricoles, en termes de surface agricole totale SAT rapportée à la surface de la commune. Il exprime l'intensité du potentiel vert productif local, qui constitue la richesse à préserver face aux menaces de changement climatique et de la crise alimentaire éventuelle.	SIG wilaya d'Alger 2011
A2	Espaces verts urbains	Surface des zones vertes publiques ou privées existantes, rapportée à la surface de la commune. Il s'agit des zones qui remplissent une fonction importante de décompression et d'équilibre du milieu urbain et d'encadrement d'activités de loisirs fondamentales pour le bien-être de la population (notamment Zone verte de protection et Zone verte de loisirs et/ou de production comme les pépinières, jardins d'horticulture, fermes urbaines). L'indicateur témoigne de la répartition d'usage du sol dans les limites du périmètre de gestion urbaine, au profit des besoins vitaux des habitants.	PDAU d'Alger 2011
A3	Espaces verts de récréation	Ratio de surface des zones vertes de protection, de récréation et de loisirs (espaces verts, jardins squares, parcs urbains) rapportée à la population résidente. Il témoigne du potentiel vert pouvant contribuer efficacement au bien-être local, en termes d'épanouissement social, d'amélioration du microclimat local ou de protection contre les risques majeurs.	PDAU d'Alger 2011
A4	Offre du foncier urbanisable	Superficie du secteur à urbaniser et celle du secteur d'urbanisation future dont dispose la commune. Le potentiel foncier disponible constitue un portefeuille du patrimoine du sol urbain susceptible de participer à l'amélioration du niveau de vie local sans recourir à l'étalement urbain et sans provoquer la destruction du bassin alimentaire.	PDAU d'Alger 2011
A5	Réserve de densité résidentielle nette	Rapport entre le nombre de population résidente dans la commune et la surface urbanisée (Zone historique + Zone urbaine centrale + Zone urbaine multifonctionnelle + Zone urbaine précaire à reconvertir), apprécié par rapport aux standards OMS de densité nette maximale de sécurité en zones urbaines soumises aux risques majeurs. La réserve constitue un potentiel à exploiter dans la logique de desserrement urbain et de préservation de la ressource sol.	RGPH 2008, calcul GUEST
A6	Couverture par les transports publics	Disponibilité des services structurants de transport public, en terme de stations tous types confondus (stations de bus, stations de taxis, arrêts de tramway, stations de métro et de train de banlieue), qui permettent d'aller vers différentes directions dans la wilaya d'Alger. Cette offre multimodale de transport améliore la mobilité durable et contribue à diminuer les émissions locales des GES.	SIG wilaya d'Alger 2011
A7	Capacité de stockage de l'eau potable	Nombre d'heures d'autonomie de l'approvisionnement, c'est-à-dire la capacité d'eau disponible en stockage dans les réservoirs, que la commune peut offrir en cas de coupure d'alimentation par le réseau public. Il correspond au degré de résilience hydrique locale face à la sécheresse.	SIG wilaya d'Alger 2011
A8	Assainissement	Part des ménages branchés aux réseaux publics d'égouts. Cet indicateur témoigne du degré d'épuration des eaux usées avant leur rejet dans l'environnement, qui contribue à l'amélioration de la qualité des milieux naturels.	SIG wilaya d'Alger 2011
A9	Capacité de collecte des déchets solides	Moyens humains de collecte de la commune exprimés en nombre d'emplois, rapporté au nombre d'habitants. Il témoigne de la capacité du système de ramassage à contribuer à la diminution de la pollution et des émissions des gaz à effet de serre GES.	SDGDA Mission III 2010
A10	Recyclage des déchets *	Bonus évalué en termes de nombre d'unités de recyclage, il renseigne sur l'intérêt que portent les collectivités au traitement local des déchets solides par recyclage et permet ainsi de mettre en valeur les quelques communes dotées des équipements recycleurs.	SDGDA Mission I 2008
A11	Potentiel paysager *	Potentiel du paysage naturel local en termes de nombre de lieux à caractère exceptionnel (lignes de crête, front littoral, cours d'eau, forêt, lacs).	Recherche GUEST

*Bonus

Annexe A : IRE – Indice de la résilience environnementale

Facteurs susceptibles de stimuler l'amélioration de la résilience environnementale en milieu urbain local par la bonne gouvernance, l'éducation et la participation citoyenne.

	Indicateur	Définition et pertinence de l'indicateur	Source
R1	Encadrement supérieur des collectivités locales	Taux d'encadrement de l'APC mesuré en nombre de fonctionnaires diplômés de l'enseignement supérieur (catégories de 11 à 17) pour 10.000 habitants. Ce taux est significatif de l'aptitude des gestionnaires locaux à la réflexion stratégique susceptible d'améliorer la capacité de résilience locale face aux menaces d'avenir.	SIG Wilaya d'Alger 2011
R2	Intégration des TIC	Part de ménages résidents disposant d'un abonnement à l'Internet avec accès au réseau de connexion. La densité de couverture par le réseau peut témoigner de la capacité de s'informer et d'engager des échanges au profit de la dynamique de protection du patrimoine naturel et de préservation contre les risques majeurs.	ONS RGPH 2008
R3	Richesse locale	Somme de recettes fiscales communales perçues annuellement, rapportée au nombre d'habitants, ratio qui permet d'identifier les communes ayant une relative autonomie dans la mise en œuvre des programmes de valorisation environnementale. L'indicateur ne reflète cependant pas le niveau du budget communal, les recettes fiscales locales étant partiellement cédées au Trésor public pour une redistribution.	SIG Wilaya d'Alger 2011
R4	Associations de quartier	Nombre des associations de quartier de caractère social, culturel ou professionnel calculé pour 10.000 habitants. L'organisation associative locale est un vivier d'exercice de la gouvernance participative et de management urbain de type bottom-up. Le nombre élevé d'associations n'est pas cependant un témoin suffisant de la dynamique de participation citoyenne, mais plutôt un témoin de capacité d'organisation sociétale dans l'effort de protection de l'environnement et de lutte contre le changement climatique.	SIG Wilaya d'Alger 2011
R5	Population en âge de scolarisation	Part de la population d'une tranche d'âge entre 5 et 24 ans inclus, susceptible de recevoir une éducation environnementale par le biais des programmes scolaires ou d'enseignement supérieur. Le profil démographique à coloration majoritairement jeune constitue un gisement potentiel de réponse aux enjeux environnementaux.	ONS RGPH 2008
R6	Planification verte*	Bonus, désigne les communes qui ont engagé ou sont susceptibles d'engager les plans spécifiques liés à l'amélioration de la résilience environnementale (PDU, PAC, PPR, PDAU Plan vert et Plan bleu, PGDS, etc.)	Exploration GUEST
R7	Plateformes d'échange*	Bonus, identifie les communes visibles sur le réseau Internet et/ou qui possèdent un SIG, ce qui permet d'assurer une meilleure gestion locale et garantit la possibilité de communication interactive avec la population. La maîtrise d'outils de management urbain intelligent et des technologies smart est un facteur en faveur de l'amélioration de performance environnementale.	CNERU 2012 + Recherche web GUEST

*Bonus

Annexe A : IVE - Indice de vulnérabilité environnementale

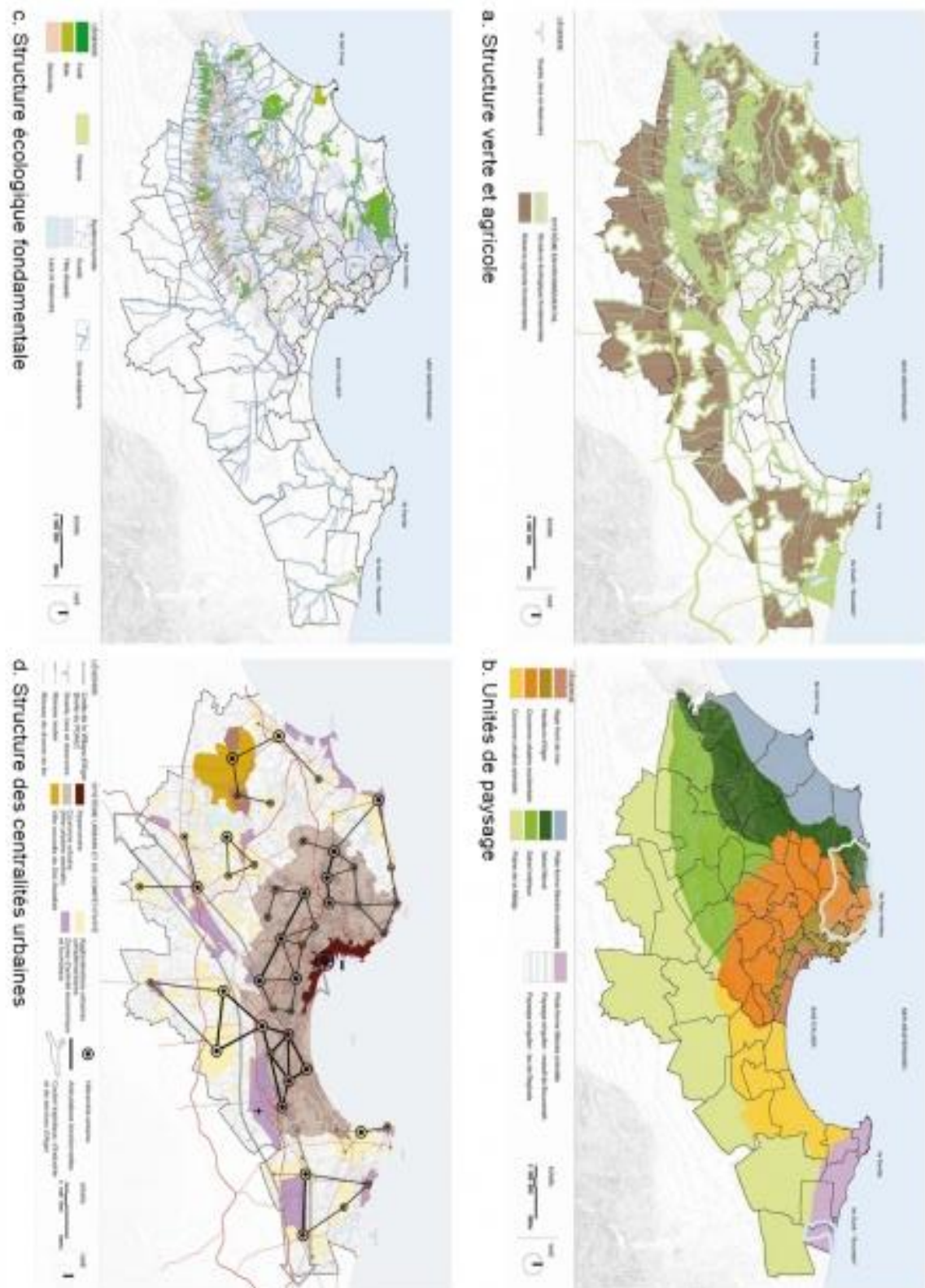
Fragilités locales qui témoignent de la vulnérabilité environnementale de la commune face aux impacts de changement climatique, à la pollution des milieux et à l'épuisement des ressources hydriques et énergétiques.

Indicateur	Définition et pertinence de l'indicateur	Source
V1 Maladies respiratoires chroniques	Ratio des maladies chroniques exprimé par le taux de consultation aux EPSP de population locale appartenant à un secteur sanitaire, ayant souffert des maladies respiratoires qui pourraient être dues (ou aggravées) par la pollution de l'air. Il n'est pas significatif de la qualité de l'air au niveau local, mais renseigne sur le degré de vulnérabilité de la population locale aux risques de pollution atmosphérique qui pourraient survenir suite au réchauffement climatique conjugué aux activités humaines polluantes.	ONS 2008, EPSP 2012
V2 tabsséments polluants	Nombre des établissements polluants existants dans le périmètre de la commune (unités de production, unités de service) susceptibles de causer des nuisances. Il indique la possibilité de survenue de l'aléa de pollution atmosphérique, du sol ou du sous-sol.	Annuaire statistique de la WA 2011
V3 Possession de véhicules	Part des ménages résidents disposant de véhicule touristique. Cet indicateur donne un aperçu sur le risque de pollution du sol, de sous-sol et de l'air causée par les véhicules en usage local. Le taux élevé témoigne du niveau de vie de population, mais aussi du degré du risque de pollution et de l'émission locale des GES.	ONS RGPH 2008
V4 Production des déchets	Quantité journalière totale de déchets solides tous types confondus produite et enlevée dans la commune, rapportée au nombre d'habitants. Les communes grandes productrices des déchets solides contribuent au réchauffement climatique et à la dégradation de la qualité des milieux naturels.	NETCOM + ExtraNet, wilaya d'Alger
V5 Cumul des risques majeurs	Nombre de risques auxquels est exposé le territoire de la commune, dans les quatre catégories relatives aux risques naturels (sismique, d'inondation, de subsidence et de glissement de terrain), risques technologiques (incendie et explosion), risques sanitaires (émissions toxiques), risque d'effondrement (IMR immeubles menaçant ruine). Le cumul des risques constitue un frein au développement local et aggrave la vulnérabilité de la commune.	PDAU 2009 Mission I, PDAU2011, CTC 2012, recherche GUEST
V6 Population fragile	Part de la population de tranches d'âge comprises dans l'intervalle entre 0 et 4 ans et plus de 70 ans, considérée comme la plus vulnérable face aux risques auxquels est exposée la commune. L'importance de la population fragile signifie la nécessité de la mise en place des moyens de secours importants et bien organisés, ce qui demande un effort financier et de management urbain qui peut influencer sur les performances économiques locales.	ONS RGPH 2008
V7 Exploitation des ressources en eau	Consommation moyenne de l'eau par jour et par habitant (selon le TOL de la commune). Cet indicateur exprime le niveau du besoin, indépendamment du caractère d'usage de l'eau, mais il témoigne en même temps du degré de l'économie d'usage de la ressource en rapport avec les standards admis de confort hydrique.	SEAAL 2012, SIG wilaya d'Alger 2011
V8 Consommation électrique non durable des ménages	Consommation moyenne annuelle de l'électricité par abonnés ordinaires (domiciles et non domiciles), indépendamment de leur taille et de leur type. Elle témoigne du degré d'usage de divers appareils (climatiseurs, chauffage, électroménager, informatique, etc.) et de la dépense locale d'électricité, dont la maîtrise est nécessaire dans la perspective de la crise énergétique éventuelle.	Sonelgaz 2009
V9 Présence des bidonvilles	Part du bâti précaire de type bidonville par rapport au parc résidentiel global. La présence de ce type d'habitat témoigne du gaspillage de la ressource en sol, en eau et en électricité (branchements illicites) et de pollution des milieux (décharges sauvages, assainissement insuffisant).	ONS RGPH 2008, CTC 2004
V10 Surexploitations des nappes phréatiques*	Malus, désigne les communes en situation de surexploitation par les forages ou par les stations de pompage, qui peut provoquer l'assèchement ou la salinisation de la nappe.	PDAU d'Alger 2009
V11 Immeubles menaçant ruine IMR*	Malus, désigne les communes où une partie importante du vieux tissu bâti est en situation de danger d'effondrement et nécessite une démolition après avoir subi les effets des catastrophes consécutives (séismes, inondations) et/ou n'ayant pas été convenablement entretenue. Si la démolition libère le foncier urbain, sa mise en œuvre aggrave la détresse sociale et engendre différentes pollutions des milieux.	PDAU 2011, CTC 2013

*Malus

Annexe B : Les nouvelles structures prévues pour la révision du PDAU

Source : le rapport d'orientation Parque EXPO, 2011.



Annexe C : Questionnaire au public présent sur place (usagers) :

Perception du paysage :

Q1 : Dns cet endroit, êtes-vous :

Habitant

Visiteur

Passager

Aspect esthétique

Q2 : Après les travaux de requalification, comment trouvez-vous le projet dans son ensemble ?

Très beau

Banal

Moche

Attribuez une note :

1 2 3 4 5

Q3 : Comment trouvez-vous la qualité des aménagements verts ?

Dégradés

Pas suffisant

Bien entretenus

Quelle note attribuez-vous :

1 2 3 4 5.

Représentation du lieu

Q4 : Quelles images aviez-vous en lien avec cet endroit ? Attribuez une note

- Un endroit pollué
- Moyennement propre
- Propre

1 2 3 4 5

Q5 : Trouvez-vous que cet endroit est sécurisé ?

- Oui
- Pas tous les temps
- Non

Quelle note attribuez-vous

1 2 3 4 5

Annexe D : Entretien semi-directifs auprès des gestionnaires impliqués

1. Comment évaluez-vous le nouveau paysage du cours d'eau ?

.....
.....
.....
.....

2. Quels sont les dispositifs adoptés pour la prise en charge des nuisances olfactives ? et comment évaluez-vous leur efficacité ?

.....
.....
.....

Très faibles Faible Moyennes Efficaces Très efficaces.

3. Pour le projet de la requalification d'Oued El-Harrach, et en terme de Résilience écologique. Quelles sont **les mesures d'adaptation** préconisées ? Et comment vous évaluez leur efficacité ?

.....
.....
.....

Faibles Moyennes Efficaces Très efficaces.

4. Quelles sont **les mesures d'atténuation** préconisées ? Et comment évaluez-vous leur efficacité ?

Faibles Moyennes Efficaces Très efficaces.

5. Oued El-Harrach, révèle souvent la vulnérabilité d'un territoire hydrique au cœur de la ville, y'a-t-il des solutions de drainage durable ?

6. Comment évaluez-vous les mesures adoptées contre les inondations ?

7. Le projet est de grande envergure, est-il doté des NTIC ?

OUI

NON

Oui, mais c'est insuffisant

Pourquoi.....

.....

8. Une vocation écologique pour le projet s'affiche de premier rang, est-il doté d'une stratégie climatique au préalable ?

.....

....

9. En tant que professionnel, pensez-vous que cette opération pourrait réellement contribuer à l'amélioration du cadre de vie et de ses usagers ?

10.

.....

.....

.....

Merci pour votre collaboration

Annexe E : Variations des données météorologiques de la ville d'Alger pendant l'année 2019.

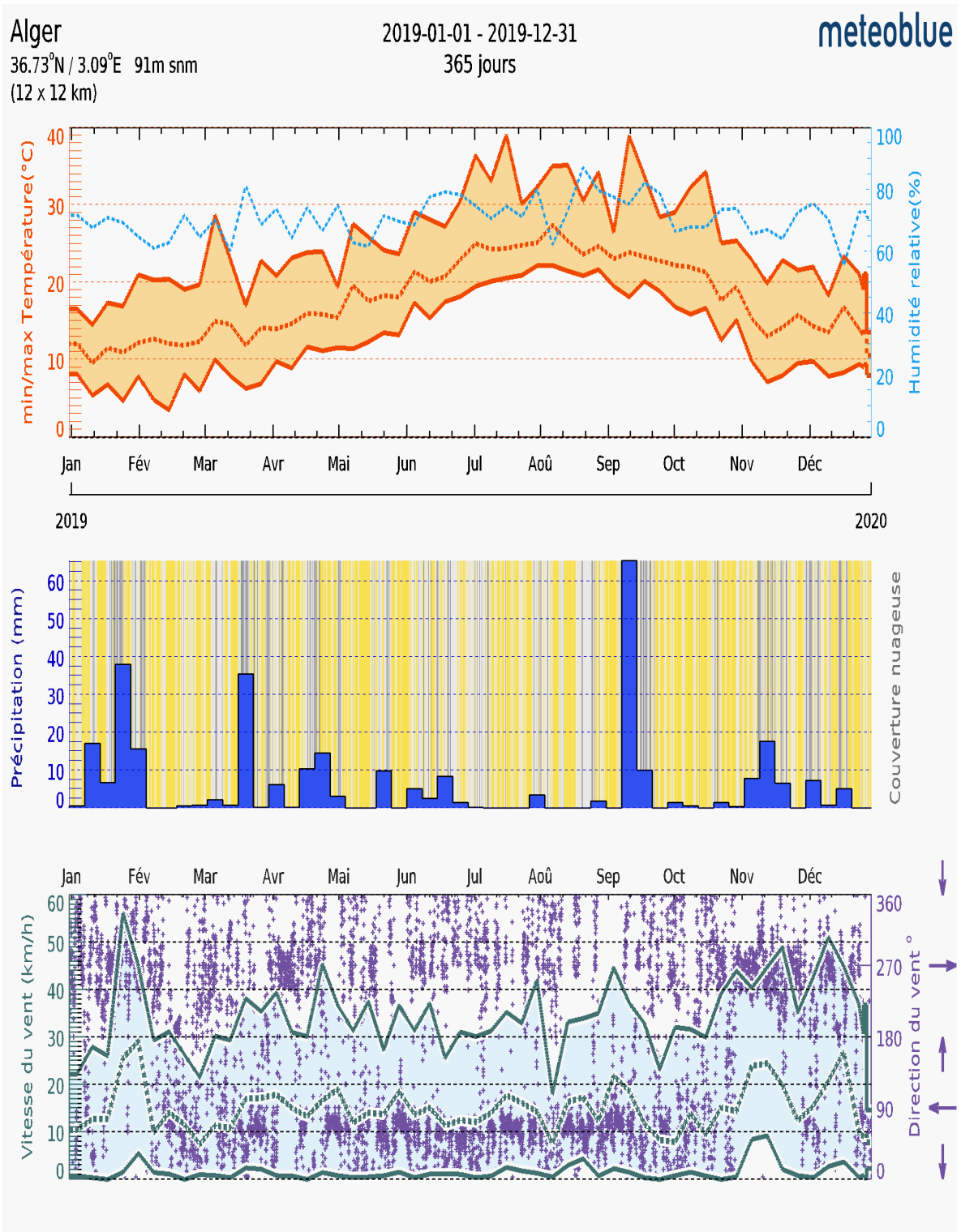
Source : https://www.meteoblue.com/fr/meteo/archive/export/alger_alg%C3%A9rie_2507480?fcstlength=1y&year=2019&month=7

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	No- vembre	Dé- cembre
Température moyenne (°C)	11	11.2	13.5	15.9	19	23.3	26.5	26.9	23.8	20.6	15.2	12.2
Température minimale moyenne (°C)	7.3	7.2	9	11	13.8	17.4	20.5	21.3	19.1	16.2	11.6	8.7
Température maximale (°C)	15.5	15.7	18.4	20.8	24.1	29	32.4	32.7	29.2	26	19.6	16.4
Précipitations (mm)	84	72	69	66	52	9	2	10	34	60	90	79
Humidité (%)	76%	74%	73%	71%	70%	61%	57%	59%	65%	67%	72%	75%
Jours de pluie (free)	9	7	6	7	5	1	0	1	5	6	9	8
Heures de soleil (h)	6.9	7.6	8.8	10.0	11.1	12.4	12.4	11.4	10.2	8.9	7.4	6.9

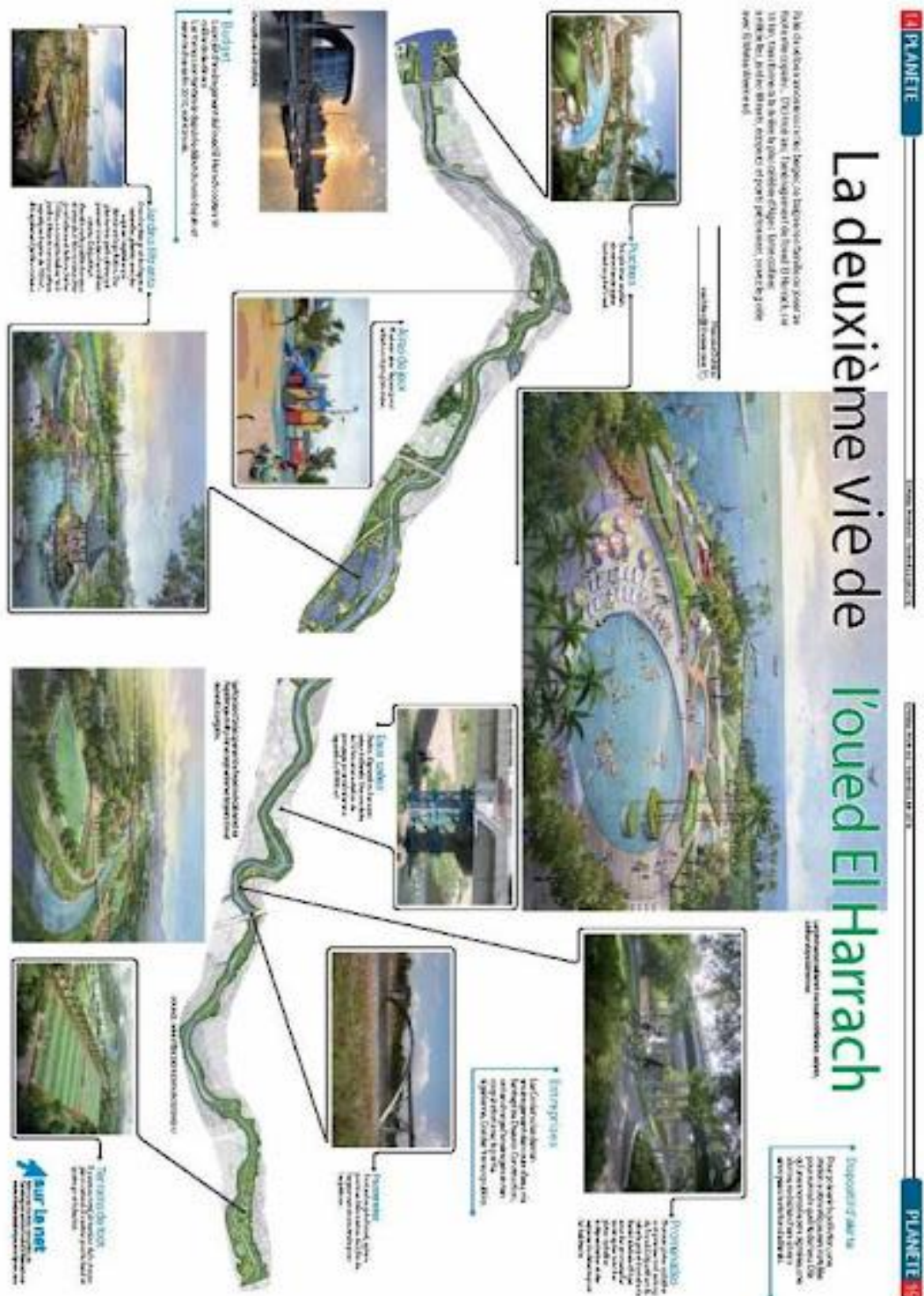
Data: 1991 - 2021 Température minimale moyenne (°C), Température maximale (°C), Précipitations (mm), Humidité, Jours de pluie. Data: 1999 -

2019: Heures de soleil

Annexe E



Annexe F : Retour en images sur les principales mutations paysagères d'Oued El-harrach.



Les principaux tronçons de la requalification Source : (Mohamed Srir, 2014)

Annexe F : Retour en images sur les principales mutations paysagères d'Oued El-harrach.





BLUE AND GREEN INFRASTRUCTURES AS A RESILIENT CLIMATE STRATEGIES IN RIVER URBAN REDEVELOPMENT PROJECT

A. Benbrahim S. Abdou

Faculty of Architecture and Urban Planning, Constantine 3 University of Salah Boubnider, Constantine, Algeria, alaben612@gmail.com, saliha.abdou@univ-constantine3.dz

Abstract- Controlling the climatic constraint becomes a major fact consider for architectural and urban compositions. Studying water and vegetation impacts on adaptive greening measures is necessary to strengthen ecological resilience and human well-being in urban context. This paper aims to study and assess how Blue and Green Infrastructure (BGI) can be optimized to mitigate climate change effect, and to enhance local microclimate conditions for users in an urban regeneration project of the banks of the main river in Algiers. Measurements were carried out in eight (08) monitoring points presenting different site characteristics, followed by a simulation phase using ENVI-Met 3.1 Software. Three scenarios were performed A: the current land use, B: without water body and C: more dense vegetation cover by increasing the number of trees. Results were as follow: the maximal temperature estimations were registered in no vegetation areas, the downwind area had significant role for evacuation of hot waves where temperature variations reached 6.7 °C in proximity to water body. The combined binomial presented a cooling effect for air temperature which also decreases the relative humidity till 12%.

Keywords: Thermal Comfort, Outdoor Spaces, Vegetation, WaterBody, Ecological Resilience, ENVI-Met.

1. INTRODUCTION

Environmental concerns become a major part in official speeches and urban design policies; due to the degradation of the urban thermal environment [1], the vulnerability of ecological balance caused by an uncontrolled urbanization process. Over 55% of the planet's population are housed in densely populated zones, a percentage that's looked forward to attain 68% by 2050 [2]. Consequently, more constructions and mineral surfaces that lead to the lack of green surfaces, increasing intensity and frequency of heat waves, combined with the urban heat island effects and could have serious implications for human health. Intending to fulfill a prosperous conversion to a livable, resilient and sustainable city [3], saucerful urban design implies the best uses and exploitations of site's natural components, like green belts and water bodies, that could be effective regulating tools at local microclimate scale conjointly for urban planners and decision makers.

Blue and Green spaces are one of the most important areas in sustainable cities, where users can take part in social life, accommodate pedestrian traffic and participate in recreational activities. Even more, the outdoor environment quality affects the livability and the use of these areas [4]. It has been found that renaturing urban Plans has a favorable social and environmental effect in cities, and makes effective possibilities for adaptation to alterations and climate change [5], therefore raising urban resilience to risks, like shortages in water supply, floods and heat waves, along with other possibilities for small-scale climate mitigation [6]. In fact, more than being beautiful places, natural spaces in cities have to be considered as urban infrastructures to be planned, engineered and maintained [7].

Modern architecture and urban planning confronts various threats to demonstrate their ability for adaptation to sustainable development and safekeeping of environment's demands [8]. An assessment of environmental repercussions makes it necessary to relate multidisciplinary knowledge of ecology, geography environmental sciences, biology, and Earth sciences [9].

Several researches focused on the importance of creating comfortable and suitable environments. Where The control of microclimatic conditions directly impacts the thermal comfort, which contributes to the well-being of its users. This state requires deep knowledge of climatic features, and adaptive measures to put in to deal with the constantly developing climate changes risks as planned vegetation, trees as well as larger green networks in combating the phenomenon consequences.

According to [10], strategic implantation of trees allows a reduced air temperature from 2 °C until 8 °C. Mainly the heat waves and relative humidity as important natural cooling elements. Vegetation plays a determinant role in the global cities' temperature regulations [11]. From a human-biometeorological point of view, shading by tree canopies is most important [12], particularly in urban open spaces, where trees present advantageous skills to mitigate hot waves through evaporation-sweat mechanism, Decrease air temperature and particularly prevent streets from receiving direct solar variation by providing shading and cooling skills [13].

Water bodies have also been ascertained to be effective methods for mitigating air temperatures in urban contexts. However, in scientific literature the water body effect on thermal urban climate has not been thoroughly studied and assessed as the vegetation impacts. While it can be considered as a major natural cooling element in urban environments. According to [14], a water body has the ability for getting around 2 °C to 6 °C lower in the surrounding area mainly in hot and humid summer days.

In Algiers, a major urban regeneration project at El-Harrach water-front is supported by the Algiers 2029' strategic plan, introducing adaptation and mitigation measures for the water body, and planting more vegetation in surroundings, to create more comfortable green open spaces, better use of the river and urban resilient territories.

The current study explored how do the binomial: water body and vegetation impacts the thermal comfort, especially the variations of temperature and relative humidity, by integrating in-situ measurements and numerical simulations based on modeling approach, by simulating and evaluating interactions potentials between natural components, local environment and climate innovations, in bioclimatic architecture and green urbanism to achieve resilient goals and enhance human wellbeing conditions [3].

2. SITE INVESTIGATION

The current study was conducted in 'Prise d'eau' park at the center of Algiers (Algeria) situated at 36.42 Nord and 3.07 Est, 4 km from the Mediterranean Sea, characterized by a Mediterranean climate; cool and wet in winter, dry and hot in summer, with average maximum temperature of 36 °C occurring at 3 pm and high levels of humidity that can reach 90% in summer. The wind comes relatively from North / North-East in summer, with annual average speed of 4.2 m/s at meteorological station.

This site with varied natural potential was chosen due to several considerations: As an important watercourse in the capital and a part of large urban regeneration project of El-Harrach River in Algiers, where the authorities decided to develop the park for creating more recreational areas, by improving the social and environmental conditions. Characterized by water body as a central element, surrounded by vegetation on west side, small high-rise residential buildings on east side, and street canyons with asphalt (Figure 1). The percentage of blue spaces is 12.5%, vegetation cover is mostly low containing lawn and trees. This variety aims to explore how adapted blue and green infrastructure can improve ecological resilience and enhance local climatic conditions.

3. MATERIALS AND METHODS

Measurements were carried out in eight (08) monitoring points presenting different site's characteristics: vegetation degree, opening site and compact residential area (Figure 1). Each of the selected measurement points presented different characteristics compared to the other points according to a variety of parameters (microclimatic, physical, natural) summarized in Table 1.

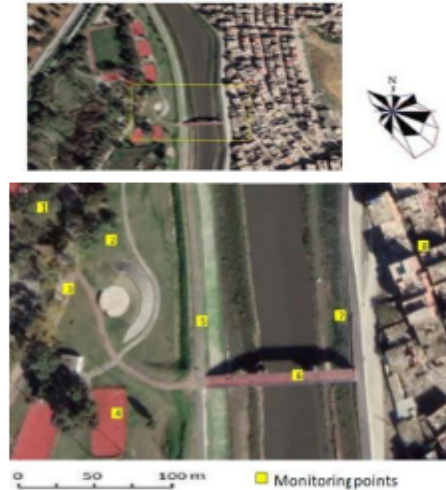


Figure 1. Site investigation 'Prise d'eau park' Algiers [15]

Table 1. Characteristics of monitoring points

Position	Site features	Objective / Impact
P1	Trees shade	Tree's typology
P2	Grass without trees	Trees impact / Green surface
P3	Mineral area	High-Albedo material
P4	Asphalt area	Material-albedo
P5	Left bank	Water body impact
P6	On the bridge	Interaction: water vegetation / Opening site
P7	Right bank	Water proximity
P8	Compact residential block	Urban morphology

3.1. Site Measurement

Various techniques have been usually used to study the vegetation's effect on thermal urban surrounding: simulations, field measurements and also thermal remote sensing [3]. At this stage, we want to highlight the impact of water body and vegetation in improving thermal comfort on micro scale through two phases:

Site measurements were performed during July 5, 2019 a typical hot season day, where relative humidity, air temperature, and wind speed were the major microclimatic parameters recorded at a height of 1.5 m for four times intervals along the day from 9 a.m. until 7 p.m., the period in which people more likely to participate in outdoor activities in summer season. The measurements were carried out using digital instruments (Multifunction instrument (LM800)).

3.2. Modeling and Simulation Phases

To assess the effect of the binomial water body-vegetation on the study area, series of simulations were done by ENVI-met 3.1. Three scenarios were generated: the first Scenario A: was the current study case, in the second scenario B: the water body was excluded from the study area, while in the third scenario C: both water body and intensive vegetation (lawn and more number of trees) were included. The aim is to assess and compare the binomial performance and their impact on the thermal environment.

The simulation date was the same July 5, 2019. The meteorological parameters required by ENVI-met were measured in the study area to be used as input for simulation model. Simulation starting time was at 8 a.m. running 12 h. The mesh size was 1×1 m and a total of 240×140×30 m grid was set up. Required data for the configuration file of the ENVI-met Software are summarized in Table 2.

Table 2. Data for the configuration file of ENVI-met model [16]

Input category and parameter	Value(s) used
Start simulation day	05.07.2019
Start simulation at time (HH:MM:SS)	08:00:00
Total simulation time in hours	12:00
Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]	4.8
Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..)	45
Roughness Length z0 at Reference Point	0.1
Initial Temperature Atmosphere [K]	301.15
Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air]	5
Relative Humidity in 2m [%]	60%

3.3. Measurement Phase Results

Figure 2 shows the Air temperature, wind speed and relative humidity evolution during measurement phases in eight monitoring points along the day from 9 a.m. to 7 p.m. According to these graphs and by crossing recorded data, the characteristics of each point and its interactions impact differently the microclimatic parameters as Figure 2.

Regarding the wind speed variations diagram as well as orientation (N-NE in summer), urban morphology plays a decisive role, it can be stated that the large opening site is a favorable area for high wind speed that directly influences drop air temperatures as (P6, P3) and reaches variations up to -6.7 °C. Moreover, the wind path mechanism, introduces vertical ventilation [17]

As shown in Figure 2, the vegetation cover and the location of the trees significantly affect the temperature degree, the P4 point without trees recorded the highest temperature of 39.2 °C. also, Air temperature variation between vegetated area and artificial urban materials are important, as P1 recorded the lower values of temperature, and the difference of 4.4 °C lower was recorded between P1 and P4 at 12 p.m.

The presence or proximity of water body modifies the microclimate, particularly in terms of air relative humidity, which exceeds 70%, unlike air temperature degrees which remain relatively lower due to the effect of plant's evaporation-sweat mass and interactions with the surrounding climate conditions.

4. SIMULATION

4.1. Validation of ENVI-Met Model

Envi-Met is a large used simulation software presenting interactive tools that can seeks different aspects of complex microclimate parameters. In our study case, a 3D microclimate model designed to reproduce the vegetation-air-outdoor spaces interactions in the study area, presenting typical resolution down to 0.5 m in space and 1-5 s in time [16]. Enables a deep understanding and fine analyze for some climatic parameters including wind speed, relative humidity, air temperature impacts at local microclimate.

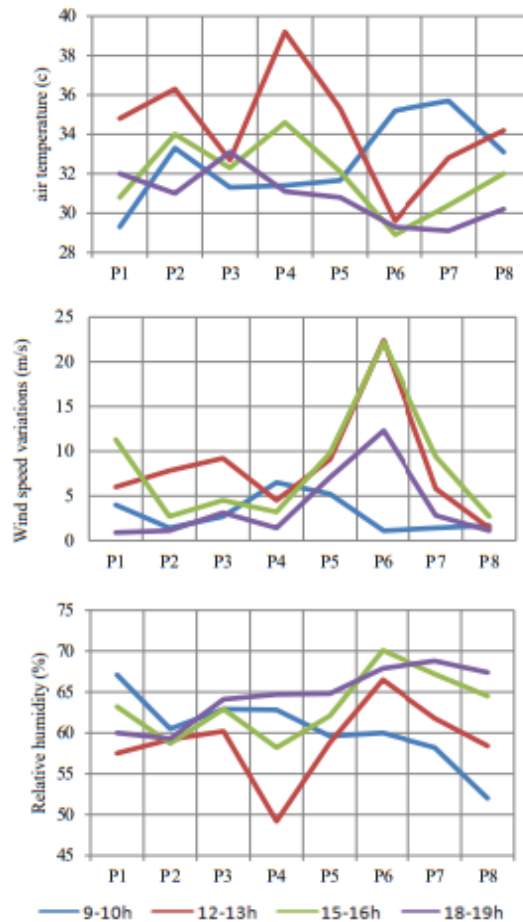


Figure 2. variations of measurement phase: Air temperature, wind speed and relative humidity

The Rootmean Square Error (RMSE) used by Yang et al. (2013)[18], presenting estimation interval error between the measured value and the simulated value. For our case, the RMSE of monitoring points 1-8 is 0.56. A minim value, and then the introduced microclimatic data may be well forecasted.

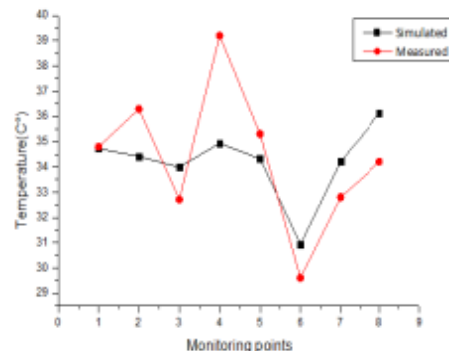
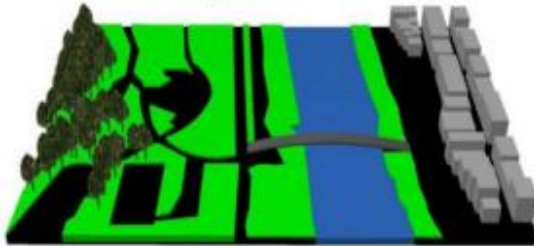


Figure 3. RMSE graph comparing simulated and measured temperatures in 1-8 points at 10 a.m. [18]

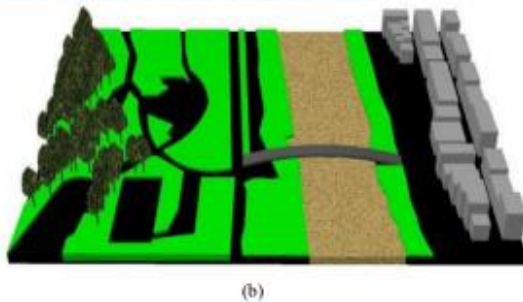
4.2. Simulation Scenarios

To examine interaction effect of water bodies and vegetation, three scenarios were selected as Figure 4.

Scenario A: current situation (presence of trees and water body)



Scenario B: canceling the water body from Scenario A



Scenario C: presence of the binomial but introducing the green pathway on the both river banks

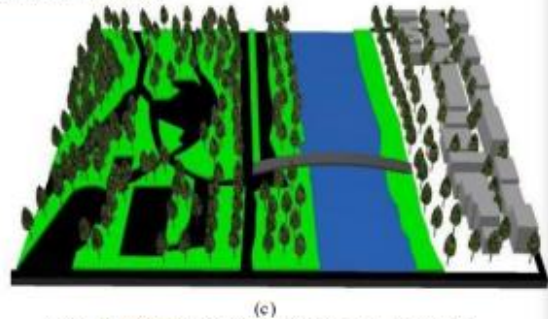


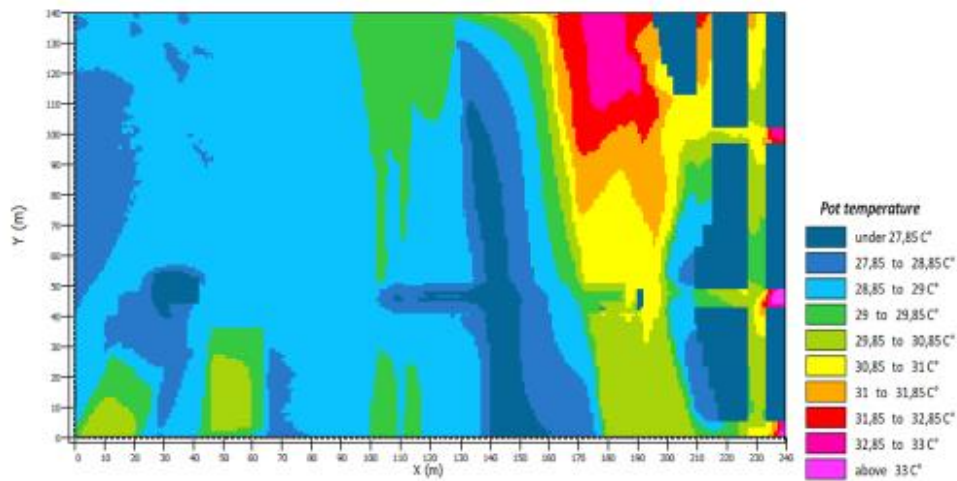
Figure 4. Different configurations for simulation scenarios.

4.3. Simulation results

In this section, the variation results for different scenarios of air temperature and Relative Humidity simulations are receptively presented, using spatial maps (contour maps) in the study area. (Figures 5 and 6) were set up utilizing LEONARDO software, a presentation section is involved in ENVI-met. Which exposes the results of the simulated variables in color-coded ranges [12].

4.3. Simulation Results

4.3.1. Simulation Results for Different Scenarios (Air Temperature Variations)



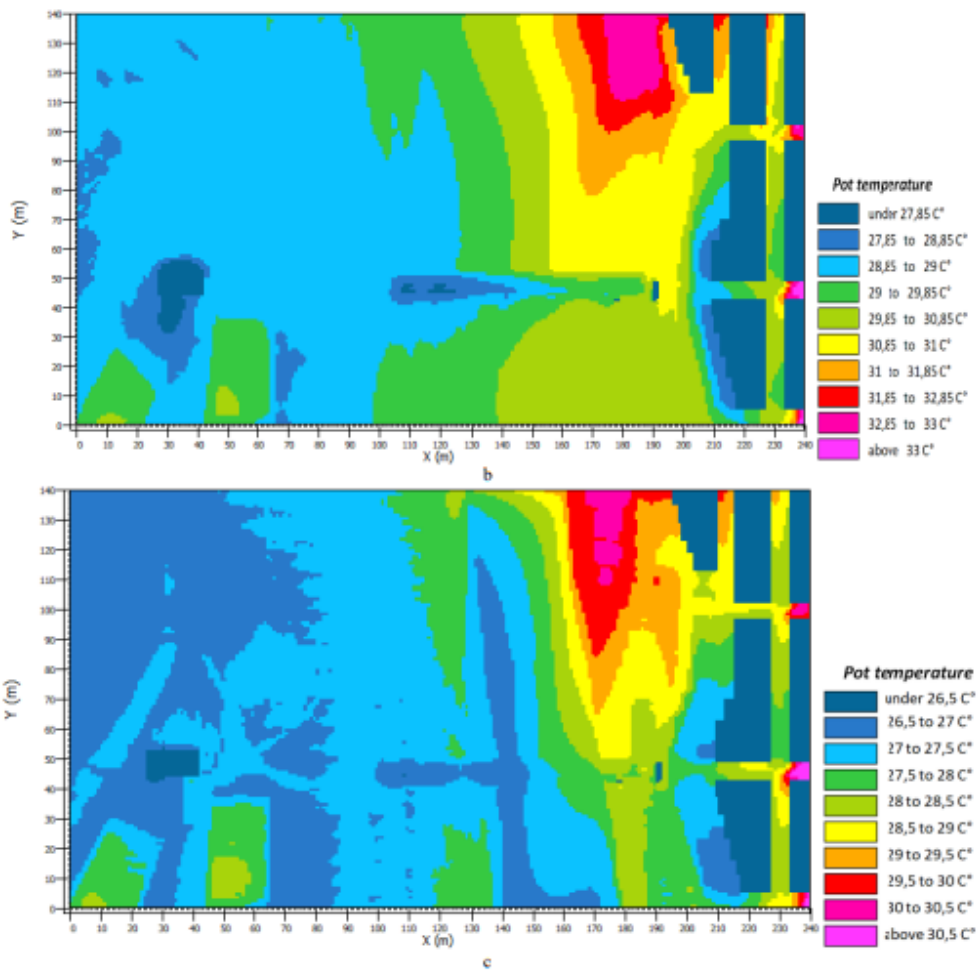
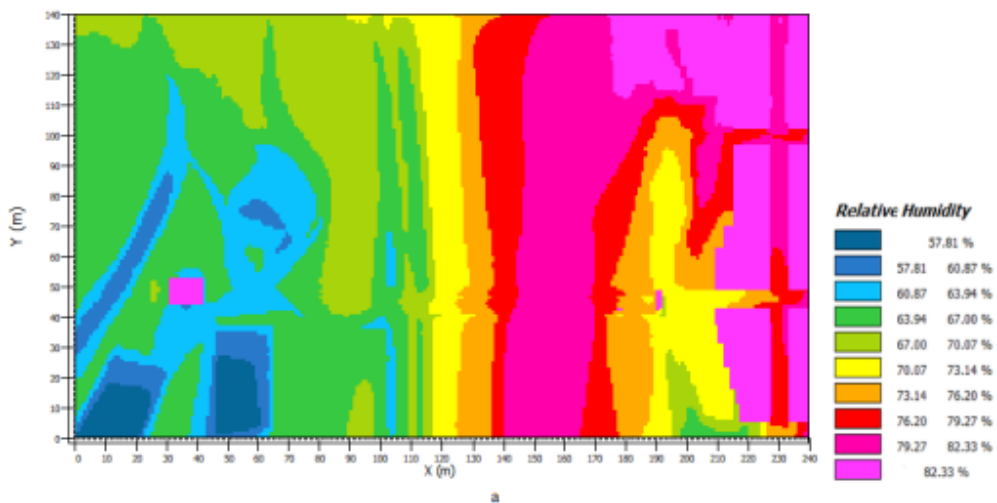


Figure 5. Simulation results for different scenarios (Air temperature variations) a: Scenario A current land use, b: Scenario B without water body, c: Scenario C Green pathway + water body

4.3.2. Simulation results for different scenarios (Relative humidity variations)



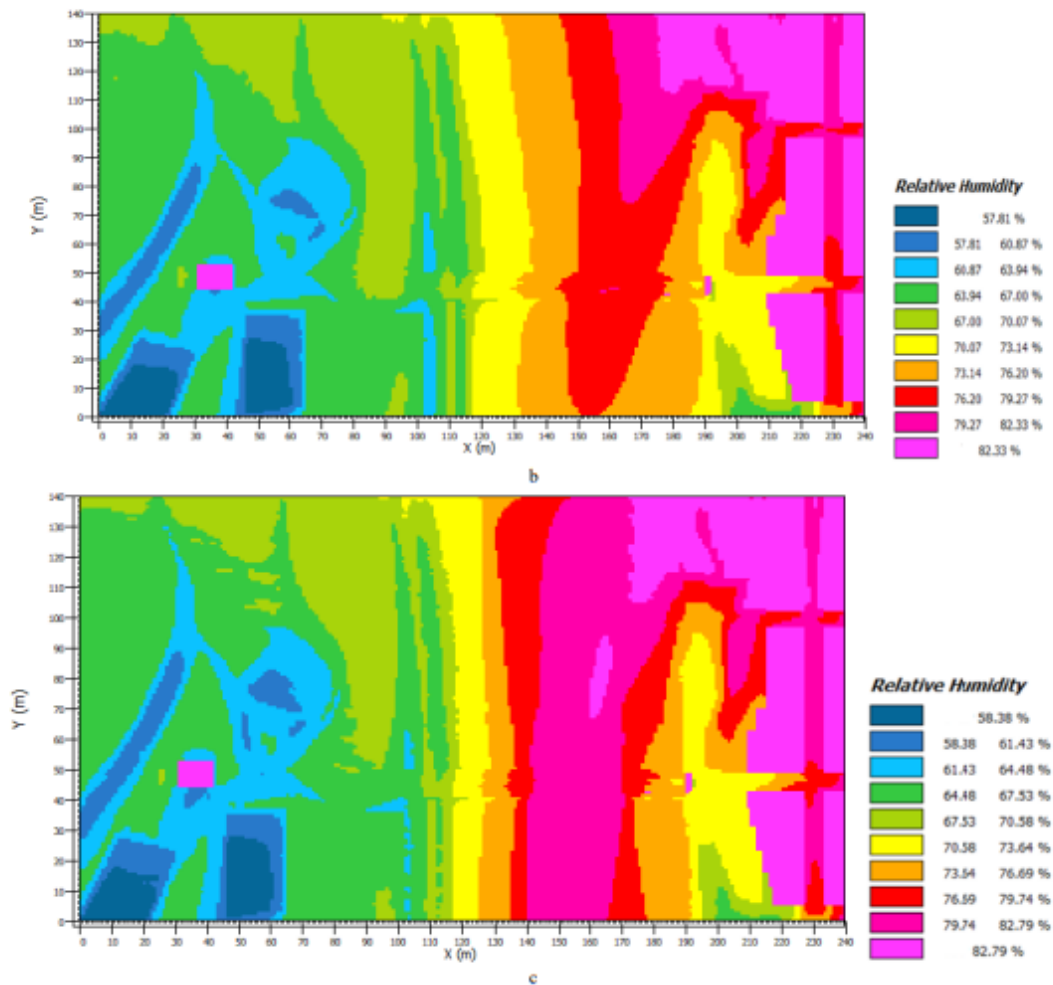


Figure 6. Simulation results for different scenarios (Relative Humidity variations) a: Scenario A current land use, b: Scenario B without water body, c: Scenario C Green pathway + water body

5. DISCUSSION

5.1. Current Land Use Configuration

Simulation results of air Temperature as well as relative humidity are respectively shown in (Figures 5-6) via spatial variations of the study area in three different scenarios.

The spatial variations of temperature can be observed in three major sections of the site: the compact urban canyon, the waterbody surrounding area and the vegetated area. In the right river bank, superior temperatures are observed, while were lower in the vegetated area, which explains that trees moderates air temperatures in the surrounding areas. The difference is caused not only by the vegetation cover but also due to the proximity of the water body.

The variety of temperature rates in scenario (a) was 27-33°C, representing the highest range comparing to other scenarios. The highest temperature (3.85 °C) this result is due to reflection of building materials and the absence of vegetation in the east area.

5.2. Water body effect

As Figure 2 shows in the second scenario, when water body was excluded; the mean temperature is getting higher and the cooled area shows a decreasing trend (39.1 % for 26-28 °C temperature range), what explains the significant cooling effect of waterbody on the surrounding area, The effects are larger above the water surface than in the other levels and confirm its greatest effect on temperature reduction. According to K.R. Gunawardena et al. (2017)[19], the waterbody's characteristics as well as its interactions with local microclimatic conditions are influential factors for the capacity to decrease local air temperatures.

5.3. The effect of Green Pathway and Water Body

The different segments of simulation field have demonstrated that the left river bank presents the greatest cooling effect, this is mainly due to the raised number of vegetation cover. In scenario C, by adding the green pathway on the left side, and a row of trees on the right one, the range of lower temperature (less than 27.5 °C) was

expanded to 35.7% of the total area, mainly in the left river bank with increased vegetation. On the one hand, because of the direct overshadowing of solar emissions by trees located on vegetated areas [12], on the other hand, the photosynthesis mechanism significantly helps to lower and evacuate heat in surrounded area [20]. It also confirms that trees submit better shading efficiency compared to other cooling processes [21].

To further compare the cooling effect of each greening scheme scenario, Figure 7 shows a proportions histogram of different temperature variation grades for simulation scenarios. In scenario 2, the temperature range (26-28 °C) was 39.1%, and then expanded to 68.7% in scenario (water body + green pathway) where the percentage of lower temperature values had definitely increased. The proportion of other temperature range (above 30 °C) had gradually decreased conjointly with the rise of other proportions (22.8% to 26.4 to 13.5%) respectively from Scenarios 1, 2 to 3.

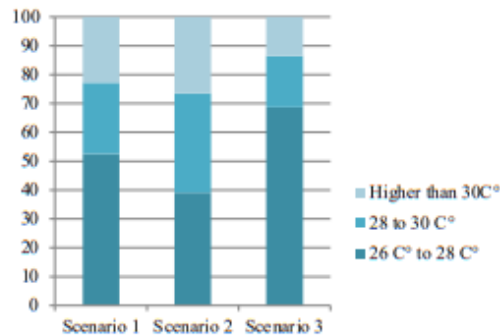


Figure 7. Proportional distribution of temperature range variations

Different scenarios did not seem to exert a significant impact on relative humidity, higher values were observed in all simulation scenarios. In the right river bank, values were more important than in the left one and exceed 82%, it can be ensured that introducing more number of trees did not enhance relative humidity values in significant way; nevertheless it can effectively decrease the air temperature values (Figure 7). What confirm the statement of Herath et al (2018) [20] that augmentation of existant water and vapor in air can increase the relative humidity, resulting in reversed lower air temperatures in the site.

5.4. The Wind Flow Effect

Wind, other fundamental cooling factor in the waterbody surrounding areas, its direction and strengthens can modify the proportions of the cooled surfaces [22]. The maximum cooling value observed -6.7 °C when the downwind directly impact the green pathway in the left river bank, what explain that interactions between evaporation-sweat and wind velocity impact, it's a key factor to moderate the high air temperatures. Also confirm that wind flow provides major assets for the high rates of humidity, since it helps to evacuate the saturated air. Furthermore, wind velocity can also positively affect the leaf boundary-layer and improve the water potential gradient[23].

The variables discussed above revealed that greening scheme must consider wind flow interactions with air temperature and relative humidity as efficient cooling mechanism.

5.5. Urban Design Implications

Recently, a few analyses take into account the complementary role for both blue and greenspaces, acting as integrated infrastructure networks able to provide comfortable solutions mainly for environmental requirements. In external urban environments, where different complex buildings and contrasting surface materials, vegetation and water bodies should be considered as efficient alternative for mitigating Urban Heat Island. On the one hand, because effect of the moderate heat transfer effect between water and vegetation (combining shading, evaporation and ventilation interventions), on the other hand, it has recently considered as imperative occasion to promote resilient greening schemes [7] which can settle urban and ecological issues discussed above, and must take part in various figures of urban greening plans to provide better performance design [12].

6. CONCLUSIONS

This paper has highlighted the importance of blue and green infrastructures combination in urban redevelopment project of Oued El-Harrach in Algiers, as a natural process in combating urban heat effects. During the three scenarios, different cooling effects were observed, in air temperature degrees and also the size of cooled area as follows:

The results showed that the combination of vegetation and water body is more effective in mitigating air temperature, offering better cooling ranges among different sections which enhance the thermal environment than other scenarios.

In Mediterranean climate, the downwind direction and wind velocity are important factors that affect positively the microclimates conditions, mainly the high rates of relative humidity.

Vegetated spaces via trees showed a synergistic cooling effect, where shading, evapotranspiration and ventilation are natural key processes and explain the average differences in different sections of the case study. Yet like other urban sustainability approaches, Blue and Green infrastructure considered as 'nature based solutions' can be a good efficient strategy to support urban climate change resilience, not only to improve the thermal environment conditions, to promote social, economic and wellbeing sides [7], but it may be efficient strategy which consider all aspects of livability and sustainability in the urban environment.

ACKNOWLEDGEMENTS

The investigating tools were supported by Bioclimatic Architecture and Environment Laboratory, Constantine 3 University, Algeria with the cooperation of the Ph.D. thesis's supervisor that spent a valuable part of her time for the paper.

REFERENCES

- [1] Z. Liu, S. Zheng, L. Zhao, "Evaluation of the ENVI-Met Vegetation Model of Four Common Tree Species in a Subtropical Hot-Humid Area", *Atmosphere (Basel)*, vol. 9, No. 5, 2018.
- [2] Population Division of the UN Department of Economic and Social Affairs (UN DESA), "Smart Cities", 2018.
- [3] R. Bozovic, C. Maksimovic, A. Mijic, K.M. Smith, I. Suter, M. Van Reeuwijk, "Blue Green Solutions: A Systems Approach to Sustainable, Resilient and Cost-Efficient Urban Development", *Imp. Coll.*, no. March, p. 52, 2017.
- [4] D. Lai, D. Guo, Y. Hou, C. Lin, Q. Chen, "Studies of Outdoor Thermal Comfort in Northern China", *Build. Environ.*, vol. 77, pp. 110-118, 2014.
- [5] T. Elmqvist, "The Urban Planet: Challenges and Opportunities for Sustainability", *City Policies and the European Urban Agenda*, Springer International Publishing, pp. 173-193, 2019.
- [6] EC, European Commission, Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on "Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities", 2015.
- [7] G. Dall'O, E. Bruni, "Sustainable Rating Systems for Infrastructure", 2020.
- [8] H.S. Drissi, A.M. Cherif, "Algerian Urban Heritage Between Traditional Solutions and Urban Sustainability", *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, issue 26, vol. 8, no. 1, pp. 17-23, March 2016.
- [9] N.E. Samadova, R.B. Rustamov, "Geospatial Database in the Natural Disaster Management", *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE)*, issue 30, vol. 9, no. 1 pp. 30-36, March 2017.
- [10] M. Vaz Monteiro, K.J. Doick, P. Handley, A. Peace, "The Impact of Greenspace Size on the Extent of Local Nocturnal Air Temperature Cooling in London", *Urban For. Urban Green.*, vol. 16, pp. 160-169, 2016.
- [11] P. Murage, S. Kovats, C. Sarran, J. Taylor, R. McInnes, S. Hajat, "What Individual and Neighborhood-Level Factors Increase the Risk of Heat-Related Mortality? A Case-Crossover Study of Over 185,000 Deaths in London Using High-Resolution Climate Datasets", *Environ. Int.*, vol. 134, No. October, p. 105292, 2020.
- [12] H. Lee, H. Mayer, L. Chen, "Contribution of Trees and Grasslands to the Mitigation of Human Heat Stress in a Residential District of Freiburg, Southwest Germany", *Landsc. Urban Plan.*, Vol. 148, pp. 37-50, 2016.
- [13] L.V. de Abreu-Harbach, L.C. Labaki, A. Matzarakis, "Effect of Tree Planting Design and Tree Species on Human Thermal Comfort in the Tropics", *Landsc. Urban Plan.*, vol. 138, pp. 99-109, 2015.
- [14] G. Manteghi, H. Bin Limit, D. Remaz, "Water Bodies an Urban Microclimate: A Review", *Mod. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 6, pp. 1-12, 2015.
- [15] Google Earth, "Water Price, Algiers", 2021.
- [16] M. Bruse, H. Fleer, "With a Three-Dimensional Numerical Model", vol. 13, pp. 373-384, 1998.
- [17] Y. Jiang, D. Song, T. Shi, X. Han, "Adaptive Analysis of Green Space Network Planning for the Cooling Effect of Residential Blocks in Summer: A Case Study in Shanghai", *Sustain.*, vol. 10, no. 9, 2018.
- [18] X. Yang, L. Zhao, M. Bruse, Q. Meng, "Evaluation of a Microclimate Model for Predicting the Thermal Behavior of Different Ground Surfaces", *Build. Environ.*, vol. 60, pp. 93-104, Feb. 2013.
- [19] K.R. Gunawardena, M.J. Wells, T. Kershaw, "Utilising Green and Blue Space to Mitigate Urban Heat Island Intensity", *Sci. Total Environ.*, vol. 584-585, pp. 1040-1055, Apr. 2017.
- [20] H.M.P.I.K. Herath, R.U. Halwatura, G.Y. Jayasinghe, "Evaluation of Green Infrastructure Effects on Tropical Sri Lankan Urban Context as an Urban Heat Island Adaptation Strategy", *Urban For. Urban Green.*, vol. 29, no. March 2017, pp. 212-222, 2018.
- [21] D. E. Bowler, L. Buyung Ali, T.M. Knight, A.S. Pullin, "Landscape and Urban Planning Urban greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of the Empirical Evidence", *Landsc. Urban Plan.*, vol. 97, no. 3, pp. 147-155, 2010.
- [22] I.Z.M.S.A. Dimoudi, "Monitoring the Effect of urban Green Areas on the Heat Island in Athens", pp. 275-292, 2009.
- [23] M. Santamouris, "Cooling the cities - A Review of Reflective and Green Roof Mitigation Technologies to Fight Heat Island and Improve Comfort in Urban Environments", *Sol. Energy*, vol. 103, pp. 682-703, 2014.

BIOGRAPHIES

Ala Eddine El Mahdi Ben Brahim was born in Batna, Algeria, 1988. He received the B.Sc. and M.Sc. degrees in the field of Environmental Quality, Architecture and Landscapes (2017) from Polytechnic High School of Architecture and Urbanism in Algiers, Algeria and preparing his Ph.D. degree in the field of Bioclimatic Architecture and Environment with specialization in Cities and sustainable Environment at Constantine 3 University Salah Boubnider, Constantine, Algeria. His research activities are in urban sustainability, cities and the environment.



Saliha Abdou graduated from Department of Architecture, Constantine University, Algeria. She received the M.Phil. degree (CARDO) from University of Newcastle, England in 1987, and Ph.D. degree in Bioclimatic Architecture from Constantine 3 University, Algeria in 2004. Currently, she is a full Professor and permanent member in 'Bioclimatic Architecture and Environment Laboratory' at the same university. Her research interests are urban sustainability, heat island, thermal comfort, outdoor and indoor simulations vegetation impact.

Nom et Prénom : BENBRAHIM Ala Eddine El Mahdi



Titre : Evaluation multicritères du Bien-être dans la Requalification d'Oued El-Harrach
à Alger

Thèse en vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat en
Sciences en Architecture

Résumé

Les villes en constante évolution connaissent une croissance dynamique dans leurs tissus urbains. Les efforts actuels pour la modernisation de la ville se manifestent par des projets de réaménagement urbain visant à améliorer la qualité de vie des habitants tout en prenant en compte les défis sociaux et environnementaux. Ces défis mettent en évidence la nécessité de concilier les territoires vulnérables et de favoriser l'intégration des individus dans une perspective de résilience écologique et sociale

Dans ce sens, les opérations de requalification urbaine et environnementale offrent une opportunité de réduire les dysfonctionnements des territoires urbains, à l'image Oued El-Harrach à Alger, un site précédemment vulnérable aux problèmes environnementaux, considéré comme un lieu emblématique pour certains et une source de désagrément pour d'autres. A partir de cela, la wilaya d'Alger a engagé une importante opération de requalification de ce cours d'eau pour transformer cette zone. L'objectif principal de cette initiative est de créer une zone riveraine attractive, propre et valorisant le potentiel naturel de ce territoire. Un aménagement qui s'inscrit dans l'espace urbain visant de faire d'Alger une ville écologique, à travers le plan stratégique d'Alger 2030.

Cette recherche explore comment l'évaluation de différents aspects de la qualité environnementale dans ce site peut impacter le bien-être humain. Elle propose une évaluation multicritère qui prend en compte les critères et indicateurs influençant le confort et le bien-être des utilisateurs d'un espace public naturel (le parc de Prise d'eau), faisant partie d'une opération de requalification. En introduisant une triangulation d'outils d'investigation ; Des mesures in-situ pour les facteurs microclimatiques, une phase de simulation via le logiciel ENVI-Met 3.1, ainsi qu'une enquête auprès des utilisateurs du parc et les acteurs impliqués dans ce projet.

L'évaluation multidimensionnelle de cette recherche a identifié quatre dimensions, dix critères et 21 indicateurs qui caractérisent le bien-être des utilisateurs dans ce site. Les conclusions ont permis de soulever des points forts ainsi que des faiblesses enregistrées dans cette opération, et d'élaborer des recommandations pour des stratégies d'aménagement durables et résilientes.

Mots clés : Requalification urbaine, bien-être, évaluation multicritère, confort, résilience, cours d'eau

Directrice de thèse: Saliha ABDOU Université Salah Boubnider, Constantine 3

Année universitaire : 2022-2023

