

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la technologie

Département : Architecture

Ref :



جامعة محمد خيضر بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم: الهندسة المعمارية

المرجع:

Thèse présentée en vue de l'obtention
Du diplôme de

Doctorat en sciences en : Architecture
Option : Architecture en milieux arides et semi-arides

**Le végétal urbain générateur de confort thermique
dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »**

Présentée par :

HANAFI ABDELHAKIM

Devant le jury composé de :

Pr. ZEMMOURI. N	Professeur	Président	U. BISKRA
Pr. ALKAMA. D	Professeur	Rapporteur	U. GUELMA
Dr. HAMOUDA. A	Maitre de Conférences 'A'	Examineur	U. BATNA 1
Dr. MAHIMOUD. A	Maitre de Conférences 'A'	Examineur	U. CONSTANTINE 3
Dr. SRITLI. L	Maitre de Conférences 'A'	Examineur	U. BISKRA

Année Universitaire : 2017 - 2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Sommaire

Table des matières
Table des illustrations
Liste des tableaux

Table des matières

Sommaire	VI
Table des matières	VII
Table des illustrations	XV
Liste des tableaux	XXIX

Introduction Générale (problématique)

Introduction Générale	01
Questions de recherche	05
Hypothèses	06
Objectifs de la recherche	07
Cadre d'étude	08
Déroulement de la recherche	08
Structure de la thèse	08

Chapitre I : Le végétal urbain

	Introduction	12
I.1.	Le végétal	13
I.2.	Du végétal à la végétalisation	13
I.3.	Le couvert végétal	14
I.4.	Catégories des végétaux et leurs descriptions	15
I.4.1.	Les succulentes	15
I.4.2.	Herbacées	16
I.4.3.	Grimpantes	16
I.4.4.	Palmiers	16
I.4.5.	Arbuste	17
I.4.6.	L'Arbre	17
I.5.	Le végétal urbain	18
I.5.1.	Typologie du végétal urbain	19
I.5.2.	Composition et forme par le végétal urbain	19
I.5.2.1.	Le végétal urbain / Massif et bosquet	19
I.5.2.2.	Le végétal urbain / Structure particulière	20
I.5.2.3.	Le végétal urbain / l'arbre en mail	20
I.6.	Le végétal et le milieu urbain	20
I.6.1.	Milieu nature / Milieu urbain ; pour le végétal	21
I.7.	L'arbre	21
I.7.1.	Structure (vocabulaire) de l'arbre	22
I.7.2.	Classification de l'arbre urbain	22
I.7.3.	Type d'arbre	23
I.7.4.	Dimensions des arbres / plus connus	24
I.7.5.	Effets, fonctions et utilités de l'arbre urbain	25
I.7.6.	Rôle thermique de la végétation	28
I.7.7.	Rôle du végétal urbain (l'arbre urbain)	29
I.7.8.	Effets du végétal urbain (l'arbre) dans les espaces publics	30
I.8.	L'arbre urbain	31

I.8.1.	Présence de l'arbre urbain en ville	31
I.8.1.1.	En structurant la voie	32
I.8.2.	L'agencement du végétal urbain (l'arbre urbain) dans l'espace public	32
I.8.2.1.	L'arbre isolé	32
I.8.2.2.	Les arbres en alignement	33
I.8.2.3.	Les arbres en groupe	33
I.9.	Le végétal / l'arbre, à la ville de Biskra	34
I.9.1.	L'Arbre, le ficus	35
I.10.	Végétal urbain / rayonnement solaire	37
I.10.1.	Échanges radiatifs en présence de végétation	37
I.10.2.	Effet de la densité du feuillage de l'arbre	37
I.10.3.	Taux radiatifs des arbres	39
I.10.4.	Température de surface du feuillage par rapport à la température de l'air	39
I.10.5.	Impact de la végétation sur les températures de l'air et de surface	40
I.10.6.	Site sans couvert végétal / Site avec couvert végétal	41
I.10.7.	L'arbre urbain et la géométrie (forme) de la couronne	42
I.10.8.	Température surfacique du sol sous différentes couvertures	43
I.10.9.	Densité du rayonnement entre plan, demi-sphère et arbre	44
I.11.	Critères du choix de l'arbre urbain	44
I.12.	Conclusion	45

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

	Introduction	48
II.1.	Le climat	49
II.1.1.	Les échelles du climat	50
II.1.2.	Le microclimat urbain	53
II.2.	Le confort	53
II.2.1.	Classement du confort	55
II.2.2.	Le confort thermique	55
II.2.3.	Le confort thermique (définition)	56
II.2.4.	Perception thermique	57
II.3.	Rapport, homme / environnement	57
II.3.1.	Échanges thermiques	58
II.3.1.1.	Température du sol	58
II.3.2.	Bilan thermique entre l'homme et son environnement	58
II.4.	Indices de confort thermique	59
II.4.1.	HEAT INDEX (HI)	59
II.4.2.	L'indice HUMIDEX	61
II.4.3.	L'indice UTCI	62
II.4.4.	L'indice de la température opérative ou la température résultante	63
II.4.5.	Température effective	64
II.4.6.	L'indice de la température standard effective	64
II.4.7.	L'indice DISC	65
II.4.8.	L'indice de température équivalente physiologique	66

II.4.9.	Vote moyen prévisible	67
II.4.9.1.	Echelle de confort relative au PMV	67
II.4.9.2.	Une autre échelle relative au PMV	68
II.4.9.3.	Actualisation de l'Echelle de PMV	68
II.4.10.	Pourcentage prévisible d'insatisfait	69
II.4.11.	La sensation thermique effective	70
II.5.	Paramètres relatifs à l'environnement	70
II.5.1.	La température de l'air	71
II.5.2.	L'humidité relative	71
II.5.3.	Vitesse de l'air	72
II.5.4.	Facteur de vue du ciel	74
II.5.5.	Ratio H / L	74
II.5.6.	L'Albédo	75
II.5.6.1.	Influence de l'albédo	77
II.5.6.2.	Matériaux / Emissivité	77
II.5.6.3.	Matériaux de façade ou de mobilier urbain / Albédo	78
II.5.6.4.	Matériaux du sol / Albédo	78
II.5.7.	Température moyenne radiante	79
II.6.	Transfert de chaleur	79
II.6.1.	Le Rayonnement	80
II.6.1.1.	Le rayonnement solaire	81
II.6.1.2.	Le bilan radiatif	82
II.7.	L'ombre	84
II.7.1.	Création de l'ombre	85
II.7.1.1.	Compacité de la forme urbaine	85
II.7.1.2.	L'orientation et l'étroitesse des rues	86
II.7.1.3.	L'encorbellement	86
II.7.1.4.	Le passage couvert	86
II.7.1.5.	L'implantation des arbres	87
II.8.	Conclusion	87

Chapitre III : Villes sahariennes contemporaines

	Introduction	90
III.1.	Le Sahara algérien	91
III.2.	Répartition administrative de l'Algérie	93
III.3.	Les portes du Sahara	95
III.4.	Biskra / Territoire de Wilaya	95
III.4.1.	La ville de Biskra	96
III.4.2.	Aperçue historique sur la ville de Biskra	96
III.4.2.1.	La période Coloniale	98
III.4.2.2.	Naissance du damier colonial	99
III.4.2.3.	Biskra, ville traditionnelle à la ville moderne	100
III.4.2.4.	Biskra après l'indépendance	104
III.4.2.5.	Biskra après 1974	105
III.4.2.6.	Biskra vers une ville saharienne contemporaine (d'aujourd'hui)	106
III.4.2.7.	Lecture sur l'urbain de la ville de Biskra de nos jours	106

III.4.3.	La végétation à Biskra	108
III.5.	Conclusion	109

Chapitre IV : Places publiques

	Introduction	112
IV.1.	L'espace urbain	113
IV.1.1.	Caractéristique de l'espace urbain	113
IV.1.2.	L'étalement de l'espace urbain	114
IV.2.	De l'espace collectif urbain à l'espace public	114
IV.3.	L'espace public	115
IV.3.1.	Type d'espace public	117
IV.3.2.	Liste des espaces et lieux publics (ou collectifs)	119
IV.3.3.	La société et l'espace public	119
IV.4.	La place publique (définition)	120
IV.4.1.	Type de Places Publiques	121
IV.4.2.	La place publique à travers l'histoire	123
IV.4.3.	Les formes et morphologie des différentes places (espace public)	126
IV.4.4.	Le rôle de la place ou placette	127
IV.4.5.	Fonctions que doit assurer la place publique	128
IV.4.5.1.	Mobilier urbain	128
IV.5.	Conclusion	131

Chapitre V : Cadre d'étude, places sélectionnées

	Introduction	134
V.1.	La ville de Biskra et contraintes climatiques	135
V.1.1.	Présentation de la wilaya de Biskra	135
V.1.2.	La ville de Biskra	136
V.1.2.1.	Topographie (relief) de Biskra	137
V.1.2.2.	Données socioéconomique	137
V.1.2.3.	Données physiques	137
V.1.2.4.	La température de l'air	139
V.1.2.5.	L'humidité relative	139
V.1.2.6.	Les vents	140
V.1.2.7.	L'insolation	141
V.1.2.8.	Rayonnement solaire	143
V.1.2.9.	Rayonnement solaire direct mensuel	143
V.1.2.10.	Rayonnement solaire global mensuel	143
V.2.	Biskra et l'aridité	144
V.3.	Détermination des isothermes de la ville de Biskra	147
V.4.	Espace urbain de la ville de Biskra	150
V.5.	Classification des tissus urbains de la ville de Biskra	151
V.5.1.	Classification chronologique des tissus urbains de la ville de Biskra	152
V.5.1.1.	Tissu urbain traditionnel	154
V.5.1.2.	Le Damier colonial	155

V.5.1.3.	Tissu urbain non planifié	156
V.5.1.4.	Tissu urbain planifié	156
V.5.1.4.1.	Quartier Hay El-Moudjahidine	157
V.5.1.4.2.	Quartier El-Alia	157
V.5.1.5.	Tissu urbain habitat collectif	158
V.6.	Jardins et espaces publics de la ville de Biskra	159
V.6.1.	Divers jardins publics de la ville de Biskra	160
V.6.2.	Les jardins publics après l'indépendance	161
V.7.	Ensemble des places publiques de la ville de Biskra	161
V.7.1.	Placette à Hai El Moudjahidine	164
V.7.2.	Placette Hai En-nasr	164
V.7.3.	Placette l'école primaire Chahid Amar l'Annabi	165
V.7.4.	Placette située à la rue Zaatcha	165
V.7.5.	Place de la révolution Biskra	166
V.7.6.	Place Laarbi Ben M'hidi	167
V.7.7.	Placette musée El Moudjahid / Biskra	169
V.8.	Choix des places pour l'étude	171
V.8.1.	Place Ben Badis / Biskra	171
V.8.1.1.	Analyse typo-morphologique de la place Ben Badis / Biskra	172
V.8.1.2.	L'assiette de la place avant l'aménagement	173
V.8.1.3.	L'état de la place	173
V.8.1.4.	Typologie urbaine de la place Ben Badis / Biskra	174
V.8.2.	Place Dhalaa / Biskra	174
V.8.2.1.	Mobilier urbain	179
V.8.2.2.	Typologie urbaine de la place Dhalaa / Biskra	180
V.8.3.	Place El-Houria / Biskra	180
V.8.3.1.	Localisation de la place	180
V.8.3.2.	Genèse de la place El-Houria, avant aménagement	181
V.8.3.3.	La place El-Houria après aménagement	182
V.8.3.4.	Typologie urbaine de la place El-Houria / Biskra	183
V.8.4.	Place Zouaka / Biskra	183
V.8.4.1.	L'assiette de la place Zouaka avant son aménagement	184
V.8.4.2.	Typologie urbaine de la place Zouaka / Biskra	185
V.8.5.	Place Hai Istiqlal / Biskra	186
V.8.5.1.	Typologie urbaine de la place Hai Istiqlal / Biskra	187
V.9.	Conclusion	188

Chapitre VI : Stratégies d'optimisation du confort thermique

	Introduction	191
VI.1.	Principes de conception et applications	192
VI.1.1.	Proposition 1	193
VI.1.2.	Proposition 2	193
VI.1.3.	Proposition 3	194
VI.1.4.	Proposition 4	194
VI.1.5.	Proposition 5	196

VI.1.6.	Proposition 6	196
VI.1.6. 1.	L'influence des surfaces d'eau sur la température	197
VI.1.6.2.	Facteurs influençant la température de l'air par la présence de l'eau	198
VI.1.7.	Proposition 07	199
VI.1.7. 1.	Enherber le sol	200
VI.1.8.	Proposition 08	201
VI.1.9.	Proposition 9	202
VI.1.9. 1.	L'introduction du végétal urbain	202
VI.1.9.2.	L'introduction de l'arbre urbain	203
VI.1.9.3.	Température moyenne radiante sous canopée d'un groupe des arbres	205
VI.1.9.4.	L'évolution de l'arbre (Rappel)	206
VI.1.9.5.	Différents stades du développement de l'arbre (Rappel)	207
VI.2.	Conclusion	208

Chapitre VII : Modélisations terrains d'étude / Simulation

	Introduction	211
VII.1.	Modèles de recherches en climatologie urbaine	213
VII.2.	Modèles de modélisations / simulations	213
VII.2.1.	Téledétection	213
VII.2.2.	CSUMM	213
VII.2.3.	SURFEX	214
VII.2.4.	TEB	214
VII.2.5.	SHIM	215
VII.2.6.	URBAN 3	215
VII.2.7.	SOLWEIG	216
VII.2.8.	SOLENE	216
VII.2.8.1.	Scène géométrique de Solène	217
VII.2.9.	ENVI-met	217
VII.2.10.	TUF	219
VII.2.11.	SM2-U	219
VII.2.12.	LUMPS	220
VII.3.	Modèle d'analyse (méthode de travail)	221
VII.4.	Choix de l'outil de modélisation numérique	222
VII.4.1.	Présentation du logiciel de modélisation / simulation : RayMan.	224
VII.4.2.	Mode de calcul du modèle 'RayMan'	227
VII.4.3.	Principe du travail du modèle RayMan	227
VII.5.	Mesures paramètres climatiques in situ	232
VII.5.1.	Formes des places / Points de mesures	232
VII.5.2.	Classification des matériaux en fonction de leur albédo (Rappel)	235
VII.5.3.	Paramètres climatiques mesurés	235
VII.6.	Instrument de mesures	234
VII.6.1.	Description de l'instrument	234
VII.7.	Méthodologie et déroulement des campagnes de mesures	236
VII.7.1.	Journées et moments de prises des mesures	236

VII.7.2.	Déroulement des campagnes de mesures	236
VII.7.3.	Parcours des mesures microclimatiques urbaines	237
VII.8.	Interprétation graphiques des campagnes de mesures	237
VII.8.1.	Place Ben Badis / Biskra	238
VII.8.2.	Place Hai Istiqlal / Biskra	240
VII.8.3.	Place Dhalaa / Biskra	242
VII.8.4.	Place El-Houria / Biskra	244
VII.8.5.	Place publique Zouaka / Biskra	245
VII.8.6.	Comparaison des variations des paramètres climatiques entre toutes les places	247
VII.9.	Simulation / optimisation du confort thermique	249
VII.9.1.	Place Ben Badis / Biskra	249
VII.9.1.1.	Simulation Place Ben Badis / Biskra	250
VII.9.2.	Place Hai Istiqlal / Biskra	251
VII.9.2.1.	Simulation Place Hai Istiqlal / Biskra	251
VII.9.3.	Place Dhalaa / Biskra	252
VII.9.3.1.	Simulation Place Dhalaa / Biskra	252
VII.9.4.	Place El-Houria / Biskra	253
VII.9.4.1.	Simulation Place El-Houria / Biskra	253
VII.9.5.	Place Zouaka / Biskra	254
VII.9.5.1.	Simulation Place Zouaka / Biskra	254
VII.10.	Conclusion	255

Chapitre VIII : Résultats et interprétations

	Introduction	258
VIII.1.	Présentation des résultats de simulation	259
VIII.1. 1.	Place Ben Badis / Biskra	259
VIII.1. 2.	Place Hai Istiqlal / Biskra	267
VIII.1. 3.	Place Dhalaa / Biskra	274
VIII.1. 4.	Place El-Houria / Biskra	281
VIII.1. 5.	Place Zouaka / Biskra	291
VIII.2.	Conclusion	297

Conclusion générale

	Conclusion générale	301
	Limites et Perspectives	312

Références bibliographiques

	Références bibliographiques	314
--	-----------------------------	-----

Annexes

Annexe : A	grille relative aux données relevées in situ pour chaque place.	341
Annexe : B	Mesures des paramètres climatiques, place Ben Badis / Biskra	342
Annexe : C	Mesures des paramètres climatiques, place Dhalaa / Biskra.	343

Sommaire

Annexe : D	Mesures des paramètres climatiques, place Zouaka / Biskra.	344
Annexe : E	Mesures des paramètres climatiques, place El-Houria / Biskra.	345
Annexe : F	Mesures des paramètres climatiques, place Hai Istiqlal / Biskra.	346
Annexe : G	classes de la perception thermique et le niveau du stress physiologique	347
Annexe : H	Terminologie et fonctionnement de l'arbre.	348
Annexe : I	Terminologie et mécanisme de l'arbre.	349
Annexe : J	Grilles d'arbres.	350
Annexe : K	Recommandation de plantation. La vie de l'arbre entre milieu naturel / milieu urbain.	351

Résumés

Résumé en langue française	353
Résumé en langue arabe	354
Résumé en langue anglaise	355
Résumés / avec les trois langues	356

Table des illustrations

Chapitre I : Le végétal urbain

Figure I.01	différents types d'arbre selon leurs tailles	14
Figure I.02	types du couvert végétal.	15
Figure I.03	différentes plantes succulentes.	15
Figure I.04	différentes fleurs.	16
Figure I.05	différentes plantes grimpantes	16
Figure I.06	différentes types de palmiers	16
Figure I.07	arbustes d'ornement	17
Figure I.08	Arbres	17
Figure I.09	différentes situations de l'arbre à travers les saisons.	17
Figure I.10	exemple d'usage du végétal avec ses types	18
Figure I.11	(a) alignement des arbres ; Boulevard St Etienne. (b) Séparation par haie. (c) végétalisation de façades par plantes grimpantes	19
Figure I.12	(a) Toiture végétale ; université de Nantes. (b) Terrasse végétalisée. (c) végétalisation de façades par plantes grimpantes photo (d) Logements sociaux Tower flower	19
Figure I.13	(a) croquis d'un massif de végétation (b) massif de végétation.	20
Figure I.14	(a) croquis d'une pergola. (b) et (c) différentes pergolas avec plantes grimpantes et sarmenteuses.	20
Figure I.15	(a) croquis plantation des arbres par mail (trame) (b) plantation des arbres par mail (trame)	20
Figure I.16	Structure de l'arbre	22
Figure I.17	Type d'arbre, classé selon sa forme	23
Figure I.18	Type d'arbre, classé selon sa forme	23
Figure I.19	Type d'arbre, classé selon sa forme	23
Figure I.20	(a) arbre à port fastigé ; (b) arbre à port érigé	23
Figure I.21	(a) arbre (Prunus) à port rampant. (b) : arbre (saule) à port pleureu	24
Figure I.22	(a) arbre à port en boule (b) arbre (Tilleul à petites feuilles) à port pyramidal	24
Figure I.23	Dimensions des arbres les plus connus	24
Figure I.24	Dimensions des arbres les plus connus	24
Figure I.25	Dimensions des arbres les plus connus	25
Figure I.26	Effets, fonctions et utilités de l'arbre urbain	25
Figure I.27	Schéma relatif aux effets, fonctions et utilités de l'arbre urbain	26
Figure I.28	schéma relatif aux effets, utilités et fonctions de l'arbre urbain	26
Figure I.29	schéma relatif au rôle thermique de la végétation et de l'arbre	28
Figure I.30	schéma relatif au rôle du végétal urbain (l'arbre urbain)	29

Figure I.31	schéma relatif aux effets du végétal urbain (l'arbre) dans les espaces publics	30
Figure I.32	(a) et (b) présence de l'arbre en milieu urbain	32
Figure I.33	(a) Arbre de type «Cèdre» par sa présence singulière toute une avenue bien au-delà du site de son plantation. (b) et (c) : présence d'arbre isolé, le marquage d'un lieu ou d'un repère	32
Figure I.34	(a) et (b) plantation d'arbres par alignement simple ou doublé, selon besoin et utilité ; circulation des passants sous les arbres ou bien à leurs côtés	33
Figure I.35	(a) : Agencement des arbres par alignement (forme linéaire) ; (b) et (c) : alignement simple ou en double, en soulignant par exemple un axe routier	33
Figure I.36	plantation en groupe soit par mail régulière ou irrégulière selon utilité	33
Figure I.37	(a), (b) et (d) exemples d'agencement des arbres en groupe, forme de trame, régulière ou irrégulière.	34
Figure I.38	Différentes composantes du bilan radiatif solaire d'un couvert végétal. Source : rayonnement solaire absorbe ou intercepte par un couvert végétal.	37
Figure I.39	transmission solaire ; (a) en été et (b) en hiver	38
Figure I.40	absorption, transmission et réflexion de la radiation par le feuillage	38
Figure I.41	mesure thermographie infrarouge d'un arbre	39
Figure I.42	Grace au processus d'évapotranspiration la température du feuillage reste basse	40
Figure I.43	l'effet de piégeage de la lumière entre couvert végétal hétérogène et autre homogène	41
Figure I.44	lecture entre deux sites ; site sans couvert végétal / Site avec couvert végétal	41
Figure I.45	tache d'ombre entre large et grande couronne d'arbre	42
Figure I.46	graphe relatif aux températures surfaciques de revêtement de sol (carreaux de béton) sous différentes couvertures	43
Figure I.47	densité du rayonnement entre un plan, demi-sphère et arbre	44
Figure I.48	relative aux critères du choix de l'arbre urbain	44

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Figure II.01	différents types de climat	49
Figure II.02	Echelle 'MESO' ; Les différentes échelles climatiques	50
Figure II.03	Echelle 'LOCALE' ; Les différentes échelles climatiques	50
Figure II.04	Echelle 'MICRO' ; les différentes échelles climatiques	51
Figure II.05	schéma pour différentes échelles du climat d'un lieu et ses types	52
Figure II.06	schéma pour les climats secs et leurs caractéristiques	52
Figure II.07	classement du confort	55
Figure II.08	zones de confort	56

Figure II.09	Echelle de sensation thermique	57
Figure II.10	Echelle de sensation thermique de l'ASHRAE	57
Figure II.11	description fonctionnelle de la biophysique du microclimat	57
Figure II.12	Les différents types d'échanges thermiques	58
Figure II.13	graphe relatif aux valeurs de Heat Index (HI) en fonction de la température et de l'humidité relative	60
Figure II.14	schéma de la légende du diagramme d'HUMIDEX	61
Figure II.15	diagramme d'HUMIDEX	62
Figure II.16	Correspondance entre le PMV et le PPD	70
Figure II.17	Humidification de l'air par une fontaine	71
Figure II.18	Variation de la vitesse du vent selon la hauteur et la rugosité du site	72
Figure II.19	représente différents types d'espace et avec différents 'H/L' et son rapport avec les rayons solaires	74
Figure II.20	Schéma représente le rayonnement solaire incident dans différents types d'espace et avec différents 'H/L'.	75
Figure II.21	Albédo de surface en milieu urbain	76
Figure II.22	graphe relatif au facteur d'émissivité de différents matériaux	77
Figure II.23	description simplifié du plan orbital du système terre-soleil	80
Figure II.24	l'inclinaison de l'axe de rotation nord-sud de 23°27' par rapport au plan écliptique explique les cycles saisonniers	80
Figure II.25	Vue d'une onde électromagnétique	81
Figure II.26	Les composantes du rayonnement solaire	82
Figure II.27	L'énergie interceptée par la terre	83
Figure II.28	le rayonnement solaire	83
Figure II.29	Différentes intensités de rayonnement direct (sur une surface verticale orienté au sud) en fonction de types de ciel	84
Figure II.30	Construction de l'ombre à partir d'un polygone représentant un bâtiment	84
Figure II.31	(a) : l'ombre relative aux formes géométriques. (b) : l'ombre d'une facette. (c) : tache d'ombre dans la nature. (d) : l'ombre d'une terrasse	84
Figure II.32	(a) : vue sur Béni Isguen, Ghardaïa. (b) : vue sur Ghardaïa	85
Figure II.33	différentes vues sue des rues de la ville de Ghardaïa	86
Figure II.34	différentes vues sur la casbah d'Alger qui représentent les encorbellements	86
Figure II.35	différentes vues sur la place du marché de Ghardaïa ; les vues représentent les passages couverts	87
Figure II.36	création de l'ombre par la végétation (arbres, plantes grimpantes ...etc.)	87
Chapitre III : Villes sahariennes contemporaines		
Figure III.01	Carte géographique de l'Algérie 2001	91
Figure III.02	Carte géographique d'Algérie	91

Figure III.03	Carte d'Algérie ; atlas tellien et saharien	92
Figure III.05	Carte du milieu physique de la wilaya de Biskra	95
Figure III.06	croquis de Biskra avant l'arrivé des français	96
Figure III.07	les sept villages de Biskra	97
Figure III.08	(a), (b) et (c) carte de la ville de Biskra	98
Figure III.09	l'extension du damier colonial ; Biskra 1860	99
Figure III.10	l'extension du damier colonial	100
Figure III.11	carte du damier colonial Biskra	101
Figure III.12	diverses vues des habitations au Damier colonial qui ont pu conservées leur cachet	101
Figure III.13	Carte de Biskra avant l'indépendance	103
Figure III.14	carte de la ville de Biskra(1972)	104
Figure III.15	(a)Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque turque II, 1680 – 1844.	108
	(b)Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque coloniale I, 1844 – 1865.	
	(c)Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque coloniale I, 1865 – 1932	
Figure III.16	(d)Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque coloniale II, 1932 - 1962.	108
	(e) Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque indépendance I, 1962 – 1977.	
	(f) Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque indépendance II, 1977 – 1986.	
Figure III.17	Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque indépendance III, 1986 à nos jours	109

Chapitre IV : Places publiques

Figure IV.01	Schéma résumé type d'espace public	117
Figure IV.02	(Suite)schéma résumé type et dénomination d'espace public	118
Figure IV.03	Place Jema'a El-Fnaa / Marrakech / Maroc	120
Figure IV.04	La place Saint-Pierre à Rome, conçue juste pour mettre en évidence 'la Basilique'	121
Figure IV.05	schéma résumé les types des places selon la classification de CHOAY,F et al (1988)	122
Figure IV.06	schéma relatif aux Types des places selon la classification de CLOQUET, L (1984)	122
Figure IV.07	schéma relatif à La place publique à travers l'Histoire	124
Figure IV.08	(suite) schéma relatif à La place publique à travers l'Histoire	125
Figure IV.09	différentes formes des espaces publics	126
Figure IV.10	schéma relatif aux rôles de la place publique	127
Figure IV.11	schéma relatif aux diverses fonctions inséréesdont la place publique	128
Figure IV.12	schéma relatif au mobilier urbain	129
Figure IV.13	suite schéma relatif au mobilier urbain	130
Figure IV.14	suite schéma relatif au mobilier urbain	131

Chapitre V : Cadre d'étude, places sélectionnées

Figure V.01	image par satellite de Biskra	135
Figure V.02	wilaya de Biskra et ses communes	136
Figure V.03	image par satellite du site de Biskra	136
Figure V.04	Coupe topographique de Biskra	137
Figure V.05	Carte pluviométrique de la Wilaya de Biskra	138
Figure V.06	graphe des moyennes mensuelles des températures de l'air de la période du 1967 à 2005	139
Figure V.07	moyennes mensuelles d'Humidités relatives de la période 1975 -1984	140
Figure V.08	moyennes mensuelles des vitesses du vent de la période 1967-2005	140
Figure V.09	Direction et valeurs mensuelles et annuelles des vitesses du vent (1975- 1984)	141
Figure V.10	Graphe de la durée moyenne d'insolation quotidienne de la ville de Biskra	142
Figure V.11	Graphe relatif à la durée moyenne d'insolation mensuelle de la ville de Biskra	142
Figure V.12	Graphe du rayonnement (rayonnement direct mensuel) incident sur un plan horizontal par heure d'un jour d'ensoleillement moyen pour chaque mois de Biskra	143
Figure V.13	Graphe du rayonnement (rayonnement global mensuel) incident sur un plan horizontal par heure d'un jour d'ensoleillement moyen pour chaque mois de Biskra	143
Figure V.14	Schéma relation entre l'indice d'aridité et type du climat	144
Figure V.15	zones climatiques d'été en Algérie	145
Figure V.16	Carte des zones climatiques d'hiver en Algérie	146
Figure V.17	Isothermes indiquant les différentes périodes de confort	147
Figure V.18	carte de la ville de Biskra avec ses différents quartiers	150
Figure V.19	carte relative à la classification des tissus urbains de la ville de Biskra	151
Figure V.20	carte chronologique des tissus urbains de la ville de Biskra	152
Figure V.21	carte du tissu urbain contemporain de la ville de Biskra	153
Figure V.22	quartier M'Cid / Biskra, avec différentes hauteur des enveloppes bâties	154
Figure V.23	Quartier Star Melouk / Biskra, avec différentes hauteur des enveloppes bâties	154
Figure V.24	Damier colonial / Biskra	155
Figure V.25	image par satellite du Tissu urbain non planifié, quartier Djouala, Star mlouket Dhalaa / Biskra	156
Figure V.26	image par satellite du quartier Hay El-Moudjahidine / Biskra	157
Figure V.27	image par satellite de la Z.H.U.N Est de Biskra cité 500 et 300 logements	157
Figure V.28	image par satellite de la Z.H.U.N Ouest de Biskra cité 1000 logements	158

Figure V.29	image par satellite de la Z.H.U.N Est de Biskra cité 500 et 300 logements	158
Figure V.30	image par satellite relative aux jardins et espaces publics de la ville de Biskra	159
Figure V.31	(a) plan de situation du Jardin public 5 juillet. (b)Jardin public 5 juillet	160
Figure V.32	(a) plan de situation jardin public London (b) Jardin public London	160
Figure V.33	(a) plan de situation Jardin public 20 août. (b) Jardin public 20 août	160
Figure V.34	(a) Jardin 1 ^{er} November (b) plan de situation Jardin public 1 ^{er} November	161
Figure V.35	(a) plan de situation Jardin Bachir public Ben Nacer (b) Jardin Bachir public Ben Nacer	161
Figure V.36	(a) plan de situation Jardin public Zidane Brahim (b) Jardin public Zidane Brahim	161
Figure V.37	légende de l'ensemble des places publiques de la ville de Biskra	162
Figure V.38	ensemble des places publiques de la ville de Biskra	163
Figure V.39	(a) et (b) images par satellite de placette à Hai El Moudjahidin	164
Figure V.40	(a) et (b) photographies de la placette Hai El Moudjahidin	164
Figure V.41	(a) image par satellite de la placette Hai En-nasr. (b) plan de situation de la placette Hai En-nasr	164
Figure V.42	Vue sur la placette Hai En-nasr	164
Figure V.43	(a) plan de situation de la placette l'école primaire Chahid Amar l'Annabi / Biskra. (b) image par satellite de la placette l'école primaire Chahid Amar l'Annabi / Biskra	165
Figure V.44	Vue sur la placette l'école primaire Chahid Amar l'Annabi / Biskra	165
Figure V.45	(a) plan de situation de la placette située à la rue Zaatcha / Biskra. (b) image par satellite de la placette située à la rue Zaatcha / Biskra	165
Figure V.46	Vue sur la placette située à la rue Zaatcha	166
Figure V.47	(a) image par satellite de la place de la révolution. (b) Plan de situation de la place de la révolution	166
Figure V.48	Plan de masse de place de la révolution Biskra	166
Figure V.49	(a) et (b) photographies relatives à la place de la révolution Biskra	167
Figure V.50	plan de situation de la Place Larbi Ben M'hidi / Biskra	167
Figure V.51	image par satellite de la Place Larbi Ben M'hidi / Biskra	167
Figure V.52	Plan de masse la place Larbi Ben M'hidi	168
Figure V.53	(a) et (b) Vues sur la place Larbi Ben M'hidi / Biskra	168
Figure V.54	(a) vue sur la place Larbi Ben M'hidi / Biskra en 2001. (b) vue sur la place Larbi Ben M'hidi / Biskra	168
Figure V.55	image par satellite de la placette musée El Moudjahid / Biskra	169

Figure V.56	plan de situation de la placette musée El Moudjahid / Biskra	169
Figure V.57	Croquis du plan de masse de la placette	169
Figure V.58	(a) vue sur le Casino à l'époque coloniale, de nos jours le musée El-Moudjahid. (b) vue sur le musée El-Moudjahid ; après réhabilitation les années 90.	170
Figure V.59	image par satellite de la place Ben Badis / Biskra	171
Figure V.60	plan de situation de la place Ben Badis / Biskra	171
Figure V.61	vues sur la place Ben Badis / Biskra	172
Figure V.62	plan de masse de la place Ben Badis / Biskra	172
Figure V.63	l'assiette de la place Ben Badis avant l'aménagement	173
Figure V.64	monument central de la place Ben Badis / Biskra	173
Figure V.65	(a) et (b) vues exposent l'état de l'espace vert de la place Ben Badis / Biskra	173
Figure V.66	plan de masse de la place Ben Badis / Biskra	174
Figure V.67	plan de situation de la place Dhalaa / Biskra	174
Figure V.68	image par satellite de la place Dhalaa / Biskra	175
Figure V.69	place Dhalaa, la partie (a), aménagée des arrêts de bus	175
Figure V.70	plan de masse (vue par satellite) de la place Dhalaa avant son aménagement	175
Figure V.71	(a) et (b) vues sur la place Dhalaa, partie A	176
Figure V.72	la place Dhalaa avec ses diverses parties	176
Figure V.73	croquis de la place Dhalaa démontre les voies qui desservent les différentes parties de la place	177
Figure V.74	Plan de masse de la place Dhalaa / Biskra après aménagement	177
Figure V.75	Plan de masse de la place Dhalaa (la partie C) / Biskra après aménagement	178
Figure V.76	Plan de masse de la place Dhalaa (la partie B) / Biskra après aménagement	178
Figure V.77	Plan de masse de la place Dhalaa (la partie A concernée par l'étude)	179
Figure V.78	(a), (b) et (c) différentes prises de photos relatives à la place Dhalaa. (Partie concernée par l'étude)	179
Figure V.79	Vues sur le jet d'eau et la fontaine à la place Dhalaa	179
Figure V.80	Vues sur les pergolas installées aux différents passages de la place Dhalaa	180
Figure V.81	Plan de masse de la place publique Dhalaa	180
Figure V.82	(a) : Plan de situation de la place El-Houria. (b) : image par satellite de la place El-Houria	181
Figure V.83	l'assiette (le terrain) de la place El-Houria avant l'indépendance	181
Figure V.84	relative à l'assiette (terrain) de la place El-Houria avant son aménagement dont le terrain de la place c'était un centre de formation professionnelle	182
Figure V.85	plan de masse de la place El-Houria / Biskra	182
Figure V.86	Plan de masse de la place publique El-Houria	183
Figure V.87	(a) Plan de situation de la place Zouaka. (b) : image par satellite de la place Zouaka	183

Figure V.88	la place Zouaka l'assiette avant son aménagement	184
Figure V.89	Plan de masse de la place publique Zouaka, espace vert / espace minéral	185
Figure V. 90	(a) et (b) vues sur la place Zouaka	185
Figure V. 91	Plan de masse de la place publique Zouaka	186
Figure V. 92	image par satellite de la Place Hai Istiqlal	186
Figure V. 93	Plan de situation de la Place Hai Istiqlal	186
Figure V. 94	Vue sur la place Hai Istiqlal	186
Figure V. 95	Plan de masse de la place Hai Istiqlal	187
Figure V. 96	Plan de masse de la place publique Hai Istiqlal	188

Chapitre VI : Stratégies d'optimisation du confort thermique

Figure VI.01	Des panneaux employés pour créer de l'ombre et canaliser le courant d'air	193
Figure VI.02	les passages couverts (les arcades) le long d'une zone piétonne peuvent offrir de l'ombre	193
Figure VI.03	espaces publics (place publique) semi-enterrés, pour offrir de l'ombre aux usagers	194
Figure VI.04	Vue en perspective de pergola au sein d'une place publique	194
Figure VI.05	(a) coupe de pergola au sein d'une place publique (b) détail des lames	195
Figure VI.06	(a) coupe sur pergola au sein d'une place publique (b) détail des lames	195
Figure VI.07	schéma relatif au détail ; angles des lames composant une pergola	196
Figure VI.08	l'usage de l'auvent amovible comme masque aux rayons solaire	196
Figure VI.09	influence des surfaces d'eau sur la température de l'air. (a) Humidification de l'air par une fontaine. (b) Exposition universelle à Séville en 1992. (c) Place et rue de la République à Lyon.	197
Figure VI.10	schéma relatif aux facteurs influençant la température de l'air par l'eau	198
Figure VI.11	quelques valeurs de « l'albédo » de revêtements de façades et sol d'une rue	199
Figure VI.12	Schéma résume les différents types de revêtements perméables et leurs utilisations	200
Figure VI.13	Schéma du sol enherbé (surface perméable)	201
Figure VI.14	Schéma de l'humidification de l'air par l'arbre urbain	202
Figure VI.15	(a) et (b) exemples des pergolas couvertes par des plantes grimpantes	203
Figure VI.16	des arbres à feuilles caduques offrent de l'ombre en été ; et en hiver ils permettent l'exposition du site au soleil	203
Figure VI.17	Schéma modification de l'environnement par l'arbre urbain	204

Figure VI.18	Schéma de modification de l'atmosphère par l'arbre urbain	205
Figure VI.19	Graphe de la corrélation entre T_{mrt} mesurée et celle simulée par le modèle 'RayMan'	206
Figure VI.20	Schéma de l'évolution de l'arbre	206
Figure VI.21	Schéma des différents Stades du développement de l'arbre	207

Chapitre VII : Modélisations terrains d'étude / Simulations

Figure VII.01	Schéma des modèles de recherches en climatologie urbaine	213
Figure VII.02	(a) vue de SURFEX. (b) la grille d'information	214
Figure VII.03	résume le processus du TEB	215
Figure VII.04	Schéma de différentes grandeurs et divers phénomènes simulés par le logiciel Solène	217
Figure VII.05	(a) un ilot et des rues alentour en Modèle 3D. (b) Maillage du modèle Solène	217
Figure VII.06	Schéma de différentes simulations exécutées par envi-met	218
Figure VII.07	Exemple de visualisation des résultats du modèle ENVI-met avec le logiciel Leonardo	220
Figure VII.08	(a) modèle TUF-3D ; assemblage des cellules rectangulaires (b) modèle TUF-3D ; une cellule	219
Figure VII.09	(a) modèle de bilan d'énergie et hydrique de SM2-U	220
Figure VII.10	Graphe de corrélation de la PET et la T_{air} de la FREIBURG (Sud Ouest de l'Allemagne), journée ensoleillée, 17,18 et 24 juillet 2001	221
Figure VII.11	Graphe de corrélation la PET et la T_{mrt} de la FREIBURG (Sud Ouest de l'Allemagne), journée ensoleillée, (17,18 et 24 juillet 2001	222
Figure VII.12	fenêtre principale du modèle RayMan Pro	224
Figure VII.13	rayonnement solaire important pour la détermination de la température moyenne radiante (T_{mrt})	225
Figure VII.14	Graphe de la corrélation entre T_{mrt} mesurée et celle simulée par le modèle 'RayMan'. Recherche établie à la ville de Freiburg / Allemagne, du 16 au 19 juillet 2006	226
Figure VII.15	Graphe de la corrélation entre T_{mrt} mesurée et celle évalué par le modèle 'RayMan'. Le coefficient $r^2 = 0.9318$. Recherche établie sur la ville de Lisbonne (cité Telheiras) en Portugal	226
Figure VII.16	Schéma de la structure de la biométéorologique-humaine du model RayMan	227
Figure VII.17	la boîte de démarrage du logiciel : RayMan	228
Figure VII.18	La fenêtre principale du logiciel RayMan	228
Figure VII.19	fenêtre relative au 'Input' constructions et arbres	229
Figure VII.20	fenêtre pour introduire les constructions	229
Figure VII.21	fenêtre pour introduire les arbres	229
Figure VII.22	fenêtre pour introduire les arbres de forme conifère	230
Figure VII.23	(a) exemple d'un site urbain (quartier à Freiburg) modélisé par RayMan. (b) exemple d'un site urbain (quartier à Freiburg) modélisé avec ombrage par RayMan	230

Figure VII.24	fenêtre relative au 'Input' diagramme polaire	231
Figure VII.25	fenêtre relative au 'Input' dessin et photographie fish eye	231
Figure VII.26	schéma de classification des matériaux selon leurs 'albédo'	233
Figure VII.27	(a) et (b) Appareil de mesure LM 8000A	234
Figure VII.28	Descriptions de l'instrument	235
Figure VII.29	Schéma de spécificité de l'instrument	235
Figure VII.30	Carte des points de mesures par rapport au parcours des places ;ville de Biskra	237
Figure VII.30	Carte des points de mesures par rapport au parcours des places ;ville de Biskra	237
Figure VII.31	Schéma du parcours des mesures / distances et durées	237
Figure VII.32	graphe de la température de l'air, place publique Ben Badis / Biskra	238
Figure VII.33	graphe de l'humidité relative, place publique Ben Badis / Biskra	239
Figure VII.34	graphe de la vitesse de l'air, place publique Ben Badis / Biskra	239
Figure VII.35	graphe la température de l'air, place publique Hai Istiqlal / Biskra	240
Figure VII.36	graphe de l'humidité relative, place publique Hai Istiqlal / Biskra	241
Figure VII.37	graphe de la vitesse de l'air, place publique Hai Istiqlal / Biskra	241
Figure VII.38	graphe de la température de l'air, place publique Dhalaa / Biskra	242
Figure VII.39	graphe de l'humidité relative, place publique Dhalaa / Biskra	242
Figure VII.40	graphe de la vitesse de l'air, place publique Dhalaa / Biskra	243
Figure VII.41	graphe de la température de l'air, place publique El-Houria / Biskra	244
Figure VII.42	graphe de l'humidité relative, place publique El-Houria / Biskra	244
Figure VII.43	graphe de la vitesse de l'air, place publique El-Houria / Biskra	245
Figure VII.44	graphe de la température de l'air, place publique Zouaka / Biskra	245
Figure VII.45	graphe de l'humidité relative, place publique Zouaka / Biskra	246
Figure VII.46	graphe de la vitesse de l'air, place publique Zouaka / Biskra	246
Figure VII.47	graphe des températures de l'air, places publiques sélectionnées pour l'étude	247
Figure VII.48	graphe d'humidité relative, places publiques sélectionnées pour l'étude	248
Figure VII.49	graphe des vitesses de l'air, places publiques sélectionnées pour l'étude	248
Figure VII.50	image par satellite de la place Ben Badis / Biskra	249
Figure VII.51	plan de situation de la place Ben Badis / Biskra	249
Figure VII.52	Schéma relatif à la simulation Place Ben Badis / Biskra pour différentes situations	250
Figure VII.53	image par satellite de la Place Hai Istiqlal	251
Figure VII.54	Plan de situation de la Place Hai Istiqlal	251

Figure VII.55	Schéma relatif à la simulation Place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations	251
Figure VII.56	plan de situation de la place Dhalaa / Biskra	252
Figure VII.57	image par satellite de la place Dhalaa / Biskra	252
Figure VII.58	Schéma relatif à la simulation Place Dhalaa / Biskra pour différentes situations	252
Figure VII.59	(a) Plan de situation de place El-Houria. (b) image par satellite de la place El-Houria	253
Figure VII.60	Schéma relatif à la simulation Place El-Houria / Biskra pour différentes situations	253
Figure VII.61	(a) Plan de situation de la place Zouaka. (b) image par satellite de la place Zouaka	254
Figure VII.62	Schéma relatif à la simulation Place Zouaka / Biskra pour différentes situations	254

Chapitre VIII : Résultats et interprétations

Figure VIII.01	graphe du rayonnement direct de la place Ben Badis / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).	261
Figure VIII.02	graphe du rayonnement diffusé de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).	262
Figure VIII.03	graphe du rayonnement global de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	262
Figure VIII.04	graphe de la température du sol (T_s) de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	263
Figure VIII.05	graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	264
Figure VIII.06	codification perception thermique / stress physiologique	264
Figure VIII.07	graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	265

Figure VIII.08	graphe de la température physiologique équivalente (PET), de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	266
Figure VIII.09	graphe du rayonnement direct de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	269
Figure VIII.10	graphe du rayonnement diffusé de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	269
Figure VIII.11	graphe du rayonnement global de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	270
Figure VIII.12	graphe de la température du sol (T_s) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	270
Figure VIII.13	graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	271
Figure VIII.14	codification perception thermique/stress physiologique	271
Figure VIII.15	graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	272
Figure VIII.15	graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	272
Figure VIII.16	graphe de la température physiologique équivalente (PET) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	273
Figure VIII.17	graphe du rayonnement direct de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	276
Figure VIII.18	graphe du rayonnement diffusé de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	277
Figure VIII.19	graphe du rayonnement global de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	277
Figure VIII.20	graphe de la température du sol (T_s) de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	278

Figure VIII.21	graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	278
Figure VIII.22	codification perception thermique / stress physiologique	279
Figure VIII.23	graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	279
Figure VIII.24	graphe de la température physiologique équivalente (PET) de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	280
Figure VIII.25	graphe du rayonnement direct de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	285
Figure VIII.26	graphe du rayonnement diffusé de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	285
Figure VIII.27	graphe du rayonnement global de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	286
Figure VIII.28	graphe de la température du sol (T_s) de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	287
Figure VIII.29	graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	288
Figure VIII.30	codification perception thermique/stress physiologique	288
Figure VIII.31	graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	289

Figure VIII.31	graphe du vote moyen prévisible (PMV)de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	289
Figure VIII.32	graphe de la température physiologique équivalente (PET)de la placeEl-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	290
Figure VIII.33	graphe du rayonnement direct de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	293
Figure VIII.34	graphe du rayonnement diffusé de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	293
Figure VIII.35	graphe du rayonnement global de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	294
Figure VIII.36	graphe de la température du sol de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	294
Figure VIII.37	graphe de la température moyenne radiante (Tmrt) de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	295
Figure VIII.38	codification perception thermique/stress physiologique	296
Figure VIII.39	graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	296
Figure VIII.40	graphe de la température physiologique équivalente (PET) de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l’insertion des arbres (l’état de lieu), après l’insertion des arbres (proposition du concepteur), après l’insertion des arbres (proposition) et après l’insertion des arbres (proposition optimale)	297

Liste des tableaux

Chapitre I : Le végétal urbain

Tableau I.01	caractéristiques milieu naturel / milieu urbain	21
Tableau I.02	rapport espace urbain / végétal urbain	34
Tableau I.03	l'arbre le ficus et ses types	36
Tableau I.04	Les propriétés radiatives des feuilles de l'arbre	38
Tableau I.05	relatif au taux radiatifs des arbres en sein des forêts	39
Tableau I.06	lecture entre deux sites : site sans couvert végétal et site avec couvert végétal	41
Tableau I.07	tache d'ombre entre large et grande couronne	42
Tableau I.08	relatif à la légende du graphe relatif aux températures surfaciques de revêtement de sol (carreaux de béton) sous différentes couvertures avec photos	43
Tableau I.09	relatif à la densité du rayonnement entre un plan, demi-sphère et arbre	44

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Tableau II.01	différentes échelles climatiques	51
Tableau II.02	échelle de valeurs de l'indice UTCI et sensations thermiques	63
Tableau II.03	Correspondance entre SET, état physiologique et la sensation	65
Tableau II.04	échelle par sensations de l'indice DISC	65
Tableau II.05	échelle par zones de confort de l'indice DISC	66
Tableau II.06	Echelle de confort par rapport au PMV	68
Tableau II.07	Echelle de PMV avec la sensation thermique et la charge Thermophysiological	68
Tableau II.08	Echelle de PMV	69
Tableau II.09	l'échelle de Beaufort	73
Tableau II.10	quelques valeurs pour l'albédo de matériaux typiques de façades et du mobilier urbain	77
Tableau II.11	quelques valeurs de l'albédo pour revêtements de sol typiques	78
Tableau II.12	quelques valeurs de l'albédo pour revêtements de sol typiques	78
Tableau II.13	classement des radiations électromagnétiques selon leur longueur d'onde	81

Chapitre V : Cadre d'étude, places sélectionnées

Tableau V.01	croissance de la population de Biskra	137
Tableau V.02	données climatiques de la ville de Biskra	138
Tableau V.03	moyennes mensuelles des températures de l'air de la période du 1967 à 2005	139
Tableau V.04	moyennes mensuelles des Humidités relatives de la période 1975 -1984	139
Tableau V.05	moyennes mensuelles des vitesses du vent de la période 1967-2005	140

Tableau V.06	durée moyenne d'insolation quotidienne de la ville de Biskra	141
Tableau V.07	durée moyenne d'insolation mensuelle de la ville de Biskra	142

Chapitre VII : Modélisations terrains d'étude / Simulations

Tableau VII. 01	diverses recherches ont utilisé et validé le logiciel 'RayMan'.	222
Tableau VII. 02	suite, diverses recherches ont utilisé et validé le logiciel 'RayMan'.	223
Tableau VII. 03	Classification des matériaux en trois catégories en fonction de leur albédo.	232

Chapitre VIII : Résultats et interprétations

Tableau VIII.01	l'ombrage de la place Ben Badis / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan	259
Tableau VIII.02	Suite ; l'ombrage de la place Ben Badis / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan	260
Tableau VIII.03	l'ombrage de la place Hai Istiqlal / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan	267
Tableau VIII.04	Suite ; l'ombrage de la place Hai Istiqlal pour différentes situations : avant l'insertion des arbres et après l'insertion des arbres (la proposition optimale) ; Simulation par RayMan	268
Tableau VIII.05	l'ombrage de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan	274
Tableau VIII.06	Suite ; l'ombrage de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan	275
Tableau VIII.07	l'ombrage de la place El-Houria / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	281

Tableau VIII.08	suite ; l'ombrage de la place El-Houria / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale)	282
Tableau VIII.09	Suite ; l'ombrage de la place El-Houria / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).	283
Tableau VIII.10	l'ombrage de la place Zouaka / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan	291
Tableau VIII.11	Suite ; l'ombrage de la place Zouaka / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan	292

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Introduction Générale

Introduction générale (problématique) :

On observant la ville à travers une image de satellite, en premier coup d'œil on remarque que l'espace public (les voies, les rues, les avenues, les places...) organise cette dernière. Il la forme, la règle et lui donne une lecture, il est la cause et la conséquence dans sa création, sa croissance, son modelage et remodelage ; dont il recoudre un tissu pour réunir des espaces hétérogènes, de rétablir une certaine continuité dans la trame urbaine. Où « *L'espace public a toujours joué un rôle névralgique dans la construction de la ville et dans la pensée architecturale, mais chaque époque où chaque courant lui a fait jouer un rôle dans le processus de conception des formes bâties* » (Annick, G ; 2002).

L'espace public est un concept qui porte plusieurs définitions ; celui d'espace immatériel et celui de lieu concret ; le premier, espace public immatériel, virtuel par sa nature, où il constitue des éléments du débat propre à la vie démocratique, d'assemblage, de connaissance et le second espace public matérialisé, concret et habité ; support formel ou informel d'une quelconque vie sociale ; rassemblement, rencontre, loisir, jeux...etc.

Selon ANDRE, J-L (Mai 1994) les villes vont devoir faire preuve d'originalité et exhiber leurs racines en liaison avec le traitement de l'histoire et du site par l'aménagement des espaces publics qui devraient être l'occasion de distinguer la ville.

Chaque époque où chaque courant a fait jouer l'espace public un rôle différent dans le processus de la conception des formes bâties. Sachant que Le Corbusier et Camillo Sitte, n'ont pas le même regard sur l'espace public. L'époque du XX^e siècle avait vu une négligence et lacune tangible dans l'étude de la production des espaces publics que les parcs et les jardins dont la conception restrictive de l'architecture avait conduit à s'intéresser surtout aux styles des édifices ainsi qu'aux tracés des villes et ses espaces. Avec le courant postmoderne ; l'architecture entretient autour des vertus¹ sociales de l'espace public où ils le voyaient comme un lieu de réconciliation² sociale. Aujourd'hui l'espace public se retrouve au cœur d'un enjeu social majeur qui a pour nom la fragmentation des sociétés contemporaines.

¹ Vertus : qualités ; conduite conforme aux lois édictées par la morale et prônant le bien par opposition au mal ; propriété ou qualité typiques ; conduite marquée de pureté, de droiture et de sagesse.

² Réconciliation : concorde ; rétablissement de l'entente.

Introduction générale

N'oubliant pas que les espaces publics soudent la communauté, tandis que la technologie s'est révélée impuissante à souder la communauté, le dialogue par téléphone mobile, Internet...etc. n'est qu'un lien immatériel qui rapproche provisoirement deux solitudes, par contre dans l'espace public chacun est simultanément spectateur et spectacle, individu isolé et élément de foule en même temps qu'il soit enfant, jeune, vieux, riche ou pauvre, du centre ou banlieue,

le citadin ne côtoie vraiment son voisin que sur une place publique, trottoir ou une rue...etc. c'est là que se concrétise pour tous une identité partagée. C'est donc la qualité de ses espaces publics que s'explique sa capacité à rassembler la communauté.

Parmi les types d'espace public on mentionne 'la place' dont KRIER, R. (1975) ; nous annonce que la place est sûrement le premier type d'espace urbain inventé par l'homme. Elle résulte du regroupement des maisons autour d'un espace libre, cette forme de regroupement autour d'une cour souvent chargée d'un contenu symbolique fut choisie comme type de construction pour de nombreux lieux de culte : agora, forum, cloître (couvent) et cour de mosquée. Elle n'est pas un espace délimité, fermé par des parois architecturées, ni un espace résiduel ; ni un vide fonctionnel occupé par le marché ou la circulation du carrefour, elle est un lieu public découvert constitué par l'ensemble d'un espace vide et des bâtiments qui l'entourent, un cadre architectural avec un décor d'une scène où le riverain est constitué en acteur et le passant en spectateur. La place publique est un lieu qui assure les échanges sociaux, culturels, de festivités, de commémorations, d'interaction, de transmission des nouvelles, de communication et des échanges commerciaux, (fonction du commerce compatible avec la fonction de loisir et récréation) ; aménagé d'un mobilier et décors urbain comme une scène de théâtre où le citadin acteur et observateur en même temps dont les artistes multiplient les effets visuels.

La place publique, est à la fois un espace « convergent » c'est-à-dire : ayant des éléments internes susceptibles d'attirer les citadins, et un espace « divergent » qui impose une certaine relation aux structures urbaines alentour. Pour BERTRAND, J. M et al (1984) ; La place publique est un support des fonctions « *L'histoire des places est double fonctionnelle et formelle ; née de la nécessité de se rassembler devant le siège du pouvoir, devant le temple ou dans les lieux du commerce ; la place devient un support des fonctions essentielles de la cité : l'échange, la rencontre au sens le plus large du mot* ».

Introduction générale

L'importance de l'espace public et surtout la place publique dans la ville tant que élément structurant et support de la vie sociale, nous a poussé à l'aborder comme sujet de recherche au mémoire de magistère ; intitulé : Les espaces publics entre la logique de la conception et l'usage quotidien / Cas des places et placettes de la ville de Biskra / Algérie. Cette recherche a visé le problème du déphasage entre la conception et la pratique des espaces publics et en particulier les places dans les milieux arides et semi arides et particulièrement dans la ville de Biskra / Algérie. Et encore, dégager des recommandations qui aident les concepteurs à mieux concevoir les places publiques pour réanimer, relancer et raviver le mouvement associatif qui peut être le sémillant l'expression vivante de l'utilisateur qui lui permettra de vivre et habiter ces espaces comme il se doit.

Alors que la place publique est avant tout un espace vécu, toujours investi d'une vie qui lui donne un sens ; c'est pourquoi l'espace urbain ou architectural ne peut pas être étudié en dehors de sa signification pour ceux qui le vivent, l'utilisent, le pratiquent et l'habitent. De nos jours, la place publique est vidée de son contenu et privée de son rôle d'espace majeur, elle devenue une notion seulement nominative. On détermine l'usage et la pratique de la place publique qui est censé être projection de son rôle dans la ville ; traduit à des activités exercées par les individus selon leurs cultures au sein de son espace. néanmoins les places de la ville de Biskra, El-Houria, Ben Badis, Zouaka et autres enregistrent un vide d'usage, un espace déserté de ses usagers la majorité du temps et dans les meilleurs des cas occupés et utilisées occasionnellement ou exploitées comme terrasses des cafétérias de sa proximité et leurs usages sont relatifs aux fonctionnements de ces dernières. A la fin de la recherche, différentes recommandations ont été dégagées relatives à la conception de la place publique, relatives à la tâche du concepteur, relatives aux compétences des concepteurs et la fin des recommandations opérationnelles, relatives à la ville de Biskra / Algérie et aux zones arides et semi-arides en général.

Puisque la place publique est un espace pour le repos, la relaxation, la pause, la détente, le loisir... ; parmi autant de recommandations on mentionne celles qui sont relatives au confort et au bien-être des usagers, dont le concepteur doit chercher des solutions aux excès de la nature par un traitement souple et doux tel que l'insertion du végétal urbain et sans que la place perde son identité et se transforme à un autre projet, square par exemple. Car c'est évident que

Introduction générale

la pensée profonde au confort des usagers est incontournable et cherchant des solutions performantes, renforce autant l'usage des places publiques tout le temps.

En général, le confort de l'antiquité et du Moyen Age était celui de l'espace et de l'abri aux excès de la nature. Le confort de l'ancien régime était celui de l'ornement et de prestige, aujourd'hui atteindre le niveau du confort des usagers de la place publique en particulier et de le présenter et de l'offrir dans tous ses types au sein de la place publique :

Confort thermique : diminution des radiations solaires l'été.

Confort sonore : la protection contre les bruits.

Confort visuel : maîtrise dans la lumière naturelle, l'éclairage et la luminance.

Confort olfactif : protection contre les odeurs désagréables et l'évacuation de cette dernière par la ventilation.

Ajoutant aussi, le confort psychologique qui est au juste le meilleur perçoit de son lieu, de la place publique dans notre sujet. Le confort physique veut dire ; satisfaire les usagers par toutes les composantes physiques de la place publique, mobilier urbain, décor urbain...etc.

Parler juste du confort thermique c'est évoqué 'le climat' avec ces composants, ce dernier est une ambiance atmosphérique constituée par la série des états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle ; ces manifestations sont principalement : la température, la précipitation, l'humidité de l'air, le vent (force et direction), la nébulosité, l'insolation. (CHOAY, F ; 1988). D'autres observent le climat d'une manière de le décrire et de préciser les caractéristiques et les phénomènes atmosphériques, tels que : la température, la pluviosité (sous forme de liquide), l'ensoleillement, les vents et la composition de l'air. Pour TEYAR, A. (1996) : le climat est l'ensemble des conditions atmosphériques, dont au niveau de l'environnement extérieur, il est influencé par la densité de la radiation solaire se trouvant sur la surface de la terre. En outre il est influencé par la grande variété de relief que présente la terre (montagnes, vallées...etc.) qui constituent un obstacle majeur contre la circulation des vents.

Dont le confort thermique peut être défini dans le sens négatif, comme l'absence de la gêne ou d'inconfort à la chaleur ou au froid et dans le sens positif, comme un Etat engendrant le bien-être. Le confort n'est pas également une notion absolue ; c'est une sensation subjective de bien-être qui est appréciée différemment selon la société et pour une société suivant les individus.

Introduction générale

Selon GIVONI, B.(1994) le confort est « *Le maintien de l'équilibre thermique entre le corps humain et l'environnement est l'une des principales exigences pour la santé, le bien-être et le confort* » GIVONI. B³. Pour LIEBARD, A. et DE HERDE, A. (2005) :

Le confort thermique est défini comme état de satisfaction vis-à-vis de l'environnement thermique, il est l'équilibre dynamique établi par l'échange thermique entre le corps et son environnement. Il est comme étant la condition dans laquelle aucune contrainte significative n'est imposée aux mécanismes thermorégulateurs du corps humain.

C'est ainsi, la création d'une ambiance qui évite au corps de réagir aux conditions extérieures et d'économiser de l'énergie de son métabolisme. Il est le bilan équilibré entre les échanges thermiques du corps humain et de l'ambiance environnante.

En outre, le confort est tout ce que contribue au bien-être, à la commodité de la vie matérielle de l'homme. Et d'après DARD Philippe.(2000)« *rapporté à l'usage confort est la capacité de choisir quelle utilisation l'on souhaite faire des techniques dont on dispose* »

A l'intérieur des locaux la température de l'air est le plus important facteur déterminant le confort, cependant ce n'est pas le seul, la sensation du confort est influencée par la combinaison de quatre facteurs environnementaux : Température de l'air, l'humidité, la radiation solaire et la vitesse du vent. En plus deux autres, sont la tenue vestimentaire et l'activité menée par la personne. Par contre à l'extérieur des locaux le rayonnement solaire direct est le paramètre le plus important et le vent vient en deuxième position ; dont plusieurs recherches le confirme.

Donc avoir de l'ombre dans l'espace extérieur (public) par l'insertion du végétal urbain(l'arbre urbain) améliore le confort thermique aux zones chaudes et sèches ; puisqu'il diminue l'effet des radiations solaires et cela favorise les gens à exploiter l'espace extérieur ou public des villes sahariennes la période estivale.

Aborder le sujet du confort au milieu urbain ou plutôt le confort aux espaces publics dans sa globalité ; le confort thermique, le confort sonore, le confort visuel, le confort olfactif, le confort psychologique et le confort physique, nous envoie aux données numériques, ce qui est difficile ou impossible de le faire pour la globalité du confort.

³ GIVONI, B. d'après : recommandations architectures ; Ministère de l'habitat 1994

Introduction générale

Donc on se limitera dans cette recherche au niveau du confort thermique dans l'espace public, et précisément au facteur le plus influençant de ce dernier, le rayonnement solaire direct, selon : SACRE. C. (1983) et IZARD. J.L. (1997) de quel moyen peut-on réduire son ampleur sur la température surtout à la saison d'été.

Questions de recherche :

- ❑ **Comment** choisir et implanter le végétal urbain dans le but de créer un nouvel espace public ou bien une place publique à la ville de Biskra qui peut assurer le confort thermique des usagers ?
- ❑ **Comment rendre** le traitement et les éléments architecturaux : pergolas, fontaines d'eau, plantes grimpantes ...etc. conçus par les concepteurs au sein des places publiques de la ville de Biskra comme des modèles pour faire face aux excès climatiques de cette région pour retrouver le confort thermique recherché par la population ?

Hypothèses :

Biskra est une ville saharienne connue par la culture des dattes ; la palmeraie et les seguias ont constitué le centre mythique de ces petits établissements humains, qui étaient conçus sous formes de groupements compacts ordonnés le long du *z'gag* (Ruelle étroite) et des seguias (Cours d'eau) irriguant les jardins. Cette intégration de l'habitat avec la palmeraie a créé un microclimat modéré pour les habitants de cette ville. Mais ce microclimat local a disparu sous la pression de la croissance anarchique de la ville aux dépens de la palmeraie.

1^{ère} hypothèse :

- La maîtrise du végétal urbain avec notamment un choix approprié des plantes, et la combinaison du végétal avec des stratégies architecturales et urbaines efficaces peut assurer le confort surtout au sein des places publiques de la ville de Biskra / Algérie. D'un autre côté, l'amélioration du confort thermique dans les places publiques peut attirer et encourager les gens à fréquenter ces lieux par tout les temps.

2^{ème} hypothèse :

- L'insertion et l'intégration du végétal urbain dans les places et dans l'espace public en général, est susceptible de faire retrouver à la ville saharienne contemporaine son microclimat traditionnel.

Objectifs de la recherche :

Notre recherche vise à réduire et à diminuer l'effet des rayonnements solaire aux seins des places publiques de la ville de Biskra / Algérie. Par une recherche à des solutions urbaines, architecturales et spatiales. Sachant que les places publiques sont des espaces découverts, minéraux, ouverts à tous et pour tous, donc il n'y a pas question de les faire perdre leurs aspects déjà cités. Les solutions trouvées doivent respecter la notion de cette dernière. C'est-à-dire, sans qu'elle se dissimule dans l'espace vert ou se transforme à un espace couvert, clos ou devenir une rue. Pour cela, notre recherche se focalise sur le rôle du végétal urbain dans la réduction des rayonnements solaire par la création de l'ombre aux places publiques.

Donc, chercher à ;

- Trouver la stratégie adéquate et faisable pour introduire la végétation dans l'espace public (les places) ; comme élément améliorant le confort thermique dans les espaces extérieurs par l'atténuation du rayonnement solaire et la diminution de l'ouverture au ciel.
- Déterminer le type du végétal urbain qui répond aux objectifs de la recherche et il s'adapte à la région saharienne (climat chaud, zone aride).
- Assurer une conception optimale de la végétation.
- Vérifier le niveau du confort thermique par les indices du confort thermique et d'autres paramètres.

Cadre d'étude :

Notre recherche se focalise sur les places publiques de la ville de Biskra, qui est une ville saharienne par sa situation géographique et son climat. Elle s'insère dans un contexte spécifique, soit naturel, urbain ou climat.

Nous espérons ainsi vérifier nos hypothèses de départ et essayons de trouver la confirmation ou bien l'infirmité du rôle du végétal urbain dans l'amélioration du confort thermique au niveau des places publiques d'une ville saharienne contemporaine.

Déroulement de la recherche :

Le déroulement de la recherche était par une combinaison entre les mesures des facteurs climatiques nécessaires «un travail in situ » et la simulation par le biais d'un logiciel. Donc une investigation « in situ » qui a touché la dimension climatique ; température ambiante, humidité, l'ensoleillement, rayonnement solaire ...etc. Et l'insertion du végétal urbain (par simulation) comme masque contre les rayons solaires.

Méthodologie :

On entame la recherche en climatologie urbaine par deux grands modèles le premier : une profonde lecture et comparaison sur les données et les mesures des paramètres climatologiques ; la seconde lecture et interprétation des résultats des simulations numériques ; dans notre recherche on va se basé sur les deux méthodes.

Structure de la thèse :

Le travail de recherche rapporté dans ce manuscrit se présente en huit (08) chapitres.

Le premier chapitre : d'une part, il cerne la notion du végétal urbain et de la végétation en général et d'autre part, il explore l'existence de la nature dans la ville ou plutôt dans l'espace urbain et toutes les formes du végétal urbain et de la végétation tant qu'élément qui offre le confort avec ses types aux citoyens. Ce chapitre il est pour délimiter les types du végétal urbain et les formes de composition et comment elles peuvent être exploitées comme masque contre les rayons solaires. En plus, passer à sa fonction et son rôle social, esthétique, technique, écologique et surtout le côté climatique. Veut dire, les avantages trouvés de la part

Introduction générale

du végétal urbain et en particulier l'arbre urbain contre l'excès des conditions climatiques, notamment les rayons solaires et la chaleur.

Le deuxième chapitre : consacré pour mettre au clair la notion du confort et pour pouvoir analyser et maîtriser ce dernier dans les espaces extérieurs (espaces publics). Chercher les éléments influençant ce dernier soient les facteurs climatiques surtout le rayonnement solaire avec ses types, ou bien ceux relatifs à l'environnement. En plus comment et de quelle manière évalué le confort thermique pour pouvoir l'améliorer par des moyens architecturaux.

Le troisième chapitre : On vise dans ce chapitre l'étude du Sahara algérien et les villes sahariennes contemporaines ; on s'est penché sur la ville de Biskra comme échantillon, sa genèse, sa croissance, son développement dans tous ses types : socioéconomique, urbain ...etc. à travers le temps et l'espace ; les différentes mutations et changements qu'elle a subi surtout au niveau de son espace urbain. Tout en analysant son couvert végétal, son type, sa nature ...etc.

Le quatrième chapitre : On essaiera dans ce chapitre de bien comprendre la notion de l'espace urbain, passant par l'espace public, jusqu'arrivant à la place publique comme élément structurant la ville et savoir leurs développements, ses types, ses formes, son décor, ses mobiliers tout en passant au rôle jouait par 'la place' à travers l'histoire. En plus on verra dans ce chapitre le devenir de la 'place publique' et les causes qui les ont mené à l'état actuel, vu que cette dernière est vidée de son contenu et privée de son rôle et de sa fonction initiale.

Le cinquième chapitre : On présente dans ce chapitre la ville de Biskra qui va contenir le cadre d'étude 'le corpus' de notre recherche qui sont les différentes places publiques de cette ville. On abordera dans ce chapitre une analyse des places publiques choisies pour l'étude. En plus, on exposera les données socioéconomiques, physiques et climatiques de la ville de Biskra. Nous espérons à travers le choix de cette ville, voir la confirmation ou l'infirmité de nos hypothèses lancées au départ de notre sujet.

Le sixième chapitre : avant d'entamer la discussion sur le contenu de ce chapitre on rappelle que notre recherche est sur les villes sahariennes, où ses gens sont touchés par 'le stress thermique', vu le manque de la fraîcheur et de l'ombre. Pour cela on cherche dans ce chapitre les différents moyens pour la création de l'ombre et mettre un masque contre les

Introduction générale

rayons solaires dans le but d'optimiser le confort thermique des places publiques de la ville de Biskra.

Le septième chapitre : on a indiqué lors de la problématique que notre recherche se compose de deux volets, un travail 'in situ' et l'autre une 'simulation numérique'. Et dans le chapitre précédent (cadre d'étude / places sélectionnées) suite à des critères précis on a choisi les places concernées par l'étude.

En effet, dans ce chapitre on fera le choix du modèle numérique puis la simulation, le choix de l'appareil de mesures et la campagne de mesures, le choix des points de prises de mesures pour chaque place et la représentation graphique des paramètres mesurés ...etc.

Le huitième chapitre : on présentera dans ce chapitre l'interprétation des résultats obtenus par la simulation. Mettre en évidence l'effet positif du végétal urbain (l'arbre urbain) dans l'optimisation du confort thermique des places publiques de la ville de Biskra tant que ville saharienne contemporaine.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Chapitre I

Le végétal urbain

« La ville étant l'un de nos sites privilégiés d'intervention, il est normal d'étudier les arbres dans l'un des milieux qui leur est le plus hostile, le milieu urbain. »

GILLIG Charles-Materne

Introduction :

Le végétal urbain, la végétation, la végétalisation ... vraiment c'est un sujet aussi vaste et difficile à l'englober dans une approche unique ; vu l'interférence de ce dernier avec multiples dimensions de la ville en général et l'espace urbain en particulier ; la dimension sociale, esthétique, technique, paysage ...etc.

En plus cerner le rôle, l'utilité et la fonction du végétal urbain dans la ville, mérite une analyse et une connaissance profonde de ce dernier et de ses types, de ses formes, de ses ports et de ses couleurs, pour pouvoir l'utiliser et l'exploiter d'une manière correcte et adéquate.

Ce chapitre est consacré dans l'objectif de connaître le végétal urbain et le cerner dans ses composants, son utilisation et sa place dans l'espace urbain.

En plus, essayé de savoir sa fonction et son rôle social, esthétique, technique, écologique et surtout le côté climatique. Veut dire, les avantages trouvés de la part du végétal urbain et en particulier l'arbre urbain contre l'excès des conditions climatiques, notamment les rayons solaires et la chaleur.

I.1. Le végétal :

D'après le dictionnaire français en ligne⁴ les végétaux sont des organismes autotrophes⁵ fixés au sol, ce qu'ils rendent très dépendants des conditions de leur environnement. En plus ils synthétisent les composants organiques à partir de sels minéraux puisés dans le sol et d'énergie solaire.

L'existence de la nature dans la ville au plutôt dans l'espace urbain fait référence à la terre, à l'air, à l'eau, au sol, au relief et tous les mécanismes dynamiques qui caractérisent ces éléments. La nature se présente dans toutes les formes de végétal : l'arbre, la prairie, les espèces cultivées, les fleurs, la pelouse ; quidonnent le confort avec ses types aux citadins. (BANZO, M ; 2011)

I. 2. Du végétal à la végétalisation :

Le végétal est relatif au plante et à son végété⁶ ; c'est un élément qui compose la végétation et la végétalisation ; d'après MAGALI, P (2011) « *Le végétal y est un instrument, un outil technique de composition, recomposition d'un paysage. Intégré dans un système de végétalisation de façade ou de toiture* ». Toujours selon MAGALI, P (2011) « *La végétalisation est un terme couramment employé dans le milieu de l'architecture et de l'urbanisme pour signifier une couverture verticale ou horizontale composée de végétaux souvent cultivés en hydroponie, c'est-à-dire hors-sol.* ».

En effet l'utilisation du végétal était toujours pour atteindre le confort avec ses composants.

Selon le dictionnaire français Larousse le mot végétation fait un lien au verbe végéter. Ce mot remonte au latin : vegetatio « action de croître (en parlant d'une plante) » en plus il désigne la vie des végétaux. De nos jours, la végétation désigne l'ensemble des végétaux, cultivés ou non, poussant dans un milieu considéré.

⁴ www.le-dictionnaire.com

⁵ En biologie l'autotrophe qualifie un organisme qui élabore sa matière organique à partir de composés inorganiques simples, comme les plantes, les bactéries...etc.

⁶ Végéter : Pousser ; produire des organes végétatifs. En parlant d'une plante, croître et différencier des organes végétatifs. Dictionnaire français Larousse.

Chapitre I : Le végétal urbain

Selon MENOZZI, M J et al (2011) ; « *La végétation, Ce terme possède un sens précis en écologie, il correspond au regroupement d'une flore spécifique qui compose une formation végétale, caractérisée par la dominance d'un type biologique* ». Et d'après le même auteur, En 1983, une définition est donnée à la végétation urbaine : « *l'ensemble des formations végétales spontanées et cultivées des villes* ».

De nos jours la végétation se présente dans l'espace urbain sous plusieurs formes. Elle peut être un aménagement comme espace vert, un traitement dans un espace public sous forme de pergola, de séparateur, d'écran, d'argument ...etc. Pour l'architecte-paysagiste HONEYMAN, M (2010) « *l'exclusion de la végétation dans des zones urbaines suscite des réactions psychologiques négatives chez l'homme qui augmentent le stress* » et que « *l'implantation de la végétation dans l'environnement urbain à une incidence psychologique positive* ».

I.3. Le couvert végétal :

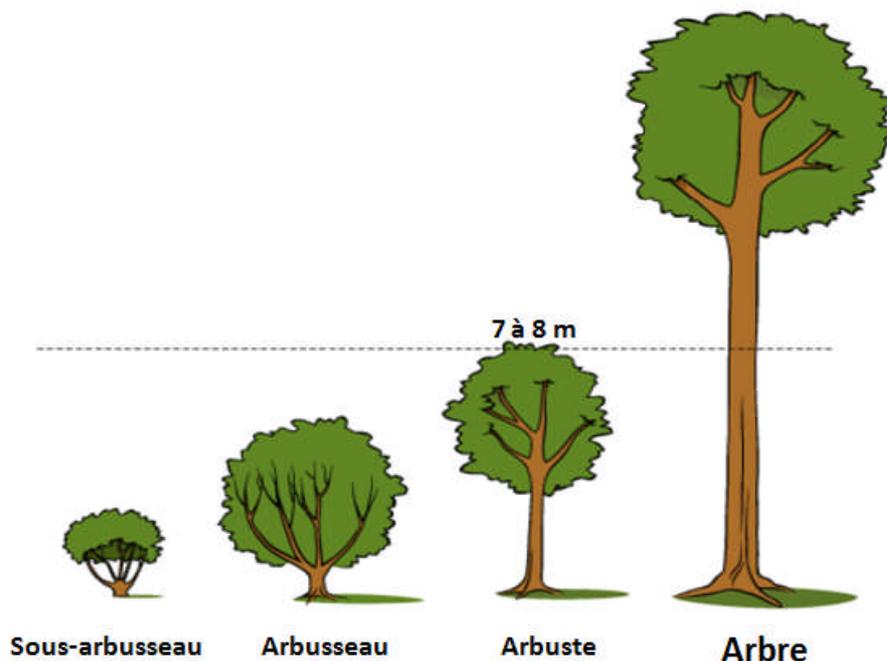
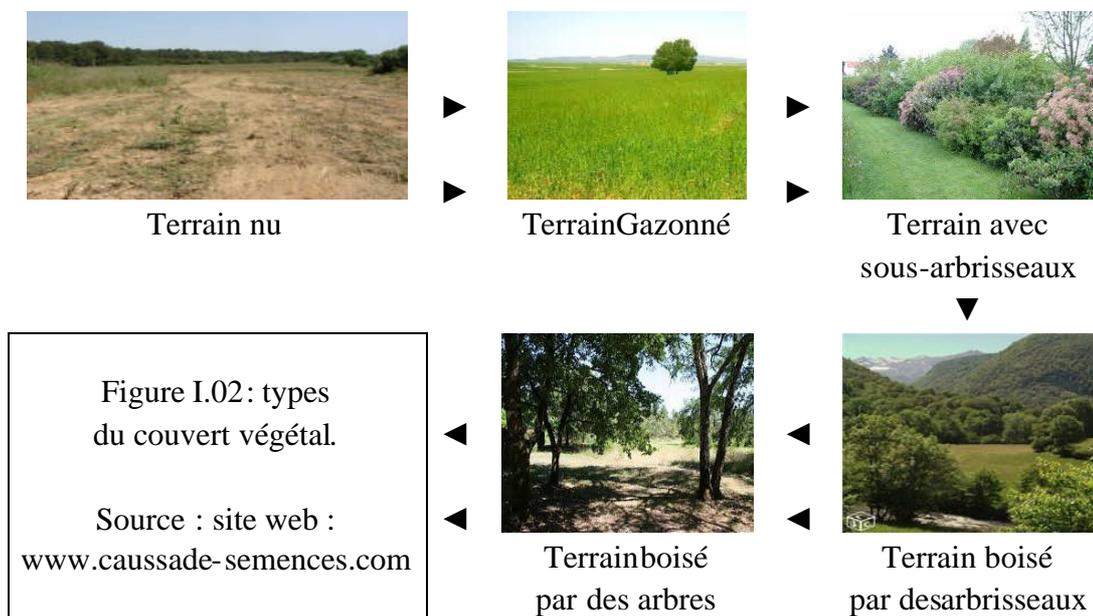


Figure I.01: différents types d'arbre selon leurs tailles ; source : www.afdld.org.
Cité in : MAAOUI, M ; (2014)

En général le couvert végétal désigne toute couverture verte (naturelle) du sol avec tous ses types. (Voir figure I.02) Commenant par les herbes (gazon ou pelouse), les sous-arbrisseaux (haies), arbrisseaux et arbres. De nos jours le couvert végétal fait lien à l'espace boisé. (Voir figure I.01) Ce dernier pour but de la protection de l'atmosphère et du climat d'une

Chapitre I : Le végétal urbain

région, d'une ville ou d'un espace urbain. Ces espaces se présentent sous forme d'espaces verts, des parcs, jardins, squares.



I.4. Catégories des végétaux et leurs descriptions :

Selon MAAOUI, M ; (2014) il existe cinq grandes catégories des végétaux : Succulentes, Herbacées, Grimpantes, Palmiers, Arbuste et Arbres. Les autres ce sont des sous-catégories rentrantes dans l'une de ces dernières.

I.4.1. Les succulentes :

Ce sont des végétaux adaptés aux zones sèches, veut dire ces plantes résistent à la sécheresse. (MAAOUI, M ; 2014) (Voir figure I.03)

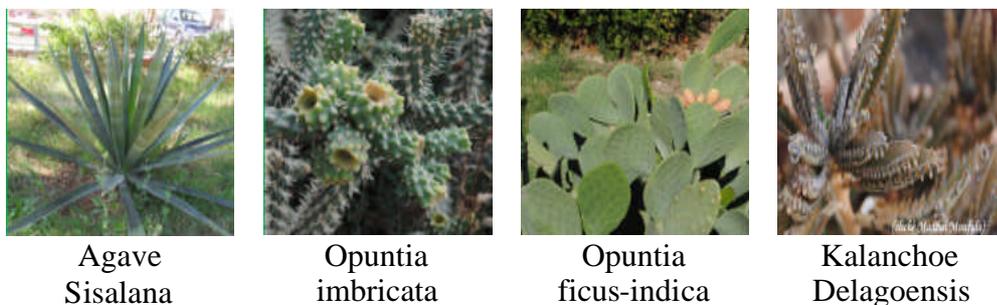


Figure I.03: différentes plantes succulentes. Source : MAAOUI, M ; (2014).

Chapitre I : Le végétal urbain

I.4.2. Herbacées :

Ce sont des plantes avec des tiges tendres et périt. Exemples : les fleurs. (Voir figure I.04)



Calendula
officinalis



Tagetes
erecta



Zinnia
elegans



Juncus
maritimus Lam

Figure I.04: différentes fleurs. Source : MAAOUI, M ; (2014)

I.4.3. Grimpantes :

Ce sont des plantes trop souples pour se tenir d'elles-mêmes. Ces dernières forment des tiges allongées ;elles peuvent s'appuyer sur une pergola, un poteau, un arbre ou un mur. (MAAOUI, M ; 2014) (Voir figure I.05)



Parthenocissus
Quinquefolia



Tecomaria
capensis



Lablab
purpureus

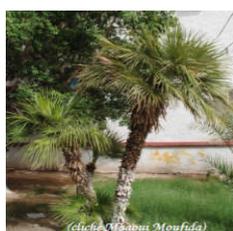


Lablab
purpureus

Figure I.05: différentes plantes grimpantes. Source : MAAOUI, M ; (2014)

I.4.4. Palmiers :

Par définition : les palmiers, palmacées (*Palmae*) ou arécacées (*Areaceae*) ; les deux noms sont reconnus former une famille de plantes monocotylédones. Facilement reconnaissables à leur tige non ramifiée, le stipe, surmonté d'un bouquet de feuilles pennées ou palmées, les palmiers symbolisent les déserts chauds, les côtes et paysages tropicaux. (MAAOUI, M ; 2014) (Voir figure I.06)



Chamaerops
Humilis Palmier nain



Latania lontaroides
Latanier rouge



Washingtonia filifera
le palmier à jupon



Phoenix canariensis
Palmier des Canaries

Figure I.06: différents types de palmiers. Source : MAAOUI, M ; (2014)

Chapitre I : Le végétal urbain

I.4.5. Arbuste :

C'est une plante ligneuse d'une taille inférieure à 8 m et à tronc de 20 à 30 cm. (MAAOUI, M ; 2014) (Voir figure I.07)



Betula utilis



Catalpa bignonioides
'Boule'



Carpinus betulus
'Fastigiata'



Acer platanoides
'Globosum'

Figure I.07: arbustes d'ornement. Source : ARBRES ET ARBUSTES D'ORNEMENT, 2016 ; Les jardins des athénées ; d'après le site web : <http://www.eplea-nevers.educagri.fr/lycee-horticole-de-plagny/le-jardin-des-athenees.html>.

I.4.6. L'Arbre :

Par définition, ce sont des végétaux vivaces qui vivent plusieurs années, de forme ligneux, rameux, atteignant au moins 7 m de hauteur et ne portant de branches durables qu'à une certaine distance du sol. (Voir figure I.08) Comme on distingue deux types des arbres, les feuillus et les conifères, les premiers ont des feuilles et les seconds des aiguilles. (Voir figure I.09)



Ceratonnia siliqua,
Caroubier



Ficus retusa



Ulmus americana,
Orme d'Amérique



Eucalyptus camaldulensis,
Eucalyptus rouge

Figure I.08: Arbres. Source : MAAOUI, M ; (2014)



Figure I.09: différentes situations de l'arbre à travers les saisons. Source : VINET, J ; (2000).

Chapitre I : Le végétal urbain

I.5. Le végétal urbain :

Penser le végétal en l'associant à l'urbain est une pratique ancienne ; soit aux jardins publics du XIX siècle à Paris, ou par les cités jardins au début du XX siècle et puis la cité radieuse de la période moderne ; de nos jours on se retrouve à un nouveau cadre celui du développement durable. (LIEBARD, A. et al ; 2005) En ville, le végétal urbain compose plusieurs formes de la végétation ; dont on trouve le couvre-sol tel que la pelouse, les fleurs, les plantes grimpantes, les arbres avec ses types englobés dans un espace urbain tel que square, jardins publics, parc ... etc. (Voir figure I.10) le végétal urbain est devenu un acteur incontournable dans la cité ; ce dernier offre aux citadins la nature, le paysage, la détente ...etc. en effet un espace vert bon à vivre. (SAINT-MARC, P ; 1971)

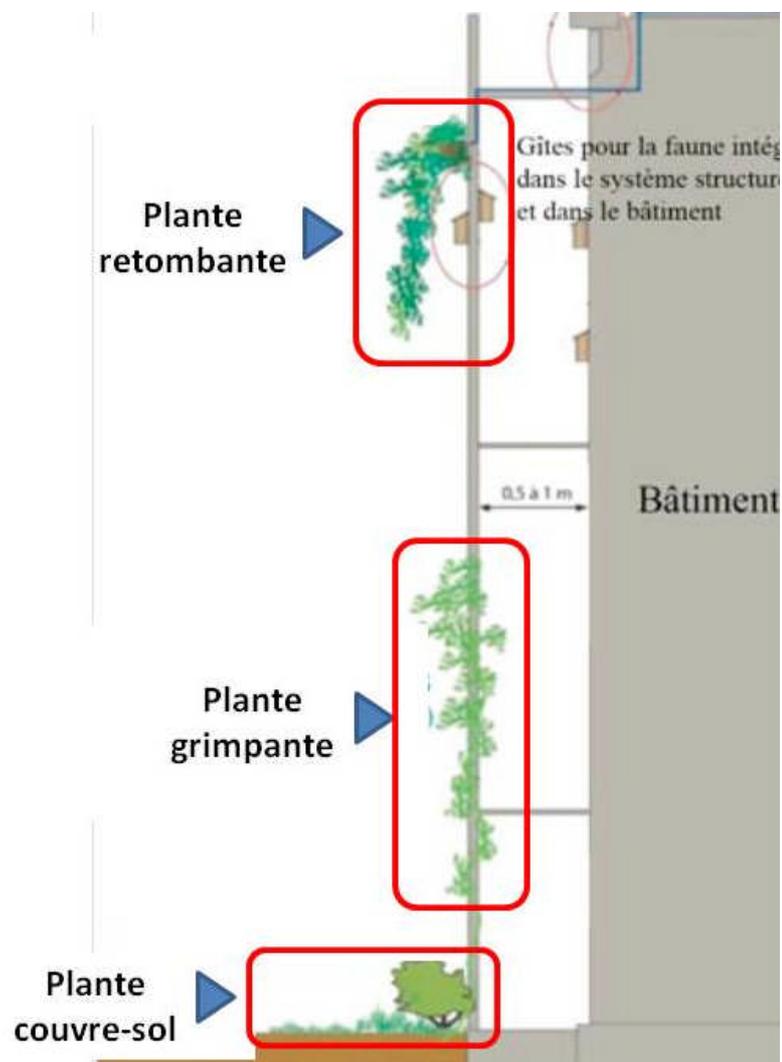


Figure I.10: exemple d'usage du végétal avec ses types, couvre sol (herbe), plantes grimpantes et plantes retombantes. (MAGALI, P ; 2011)

Chapitre I : Le végétal urbain

I.5.1. Typologie du végétal urbain :

Guillaume, P et al ;(2014)annonce qu'on peut résumer quatre dispositifs de végétation : les surfaces enherbées, les toitures et façades végétalisées, les arbres et les techniques de gestion des eaux pluviales qui utilisent le végétal. (Voir figure I.11)

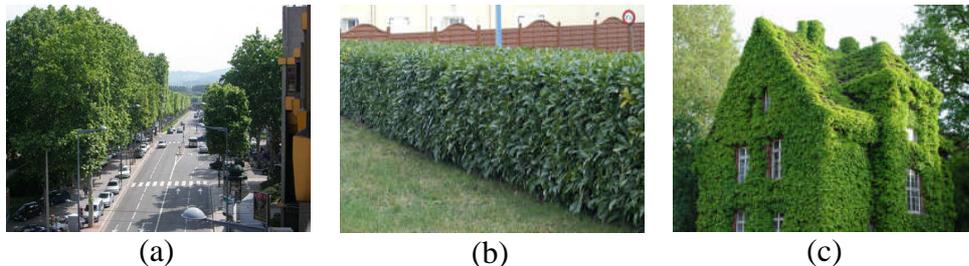


Figure I.11: (a) alignement des arbres ; Boulevard St Etienne.
(b) Séparation par haie. Site web : Google.com
(c) végétalisation de façades par plantes grimpantes ;Grünes Haus, Gießen, Allemagne. Source : GUILLAUME, P ; et al (2014)

Selon PECK et al ; (1999) si on végétalise 5 % de tous les toits et les murs d'une ville (Voir figure I.12), on obtiendrait un climat urbain sain. (PECK et al ; 1999)



Figure I.12 : (a)Toiture végétale ; université de Nantes.
(b) Terrasse végétalisée. Site web : Google.com
(c) végétalisation de façades par plantes grimpantes photo : Yann Vergriete
(d) Logements sociaux Tower flower ; Paris. (PECK et al ; 1999)

I.5.2. Composition et forme par le végétal urbain :

I.5.2.1. Le végétal urbain / Massif et bosquet :

C'est un groupement d'arbres ou d'arbustes qui porte une forme naturelle ; disposés d'une manière aléatoire et rarement composée d'un seul espace. En effet, l'utilisation de ces masses pour remplir les espaces vides en périphérie des agglomérations et les espaces libres. (Voir figure I.13)



Figure I.13 : (a) croquis d'un massif de végétation. (GUY, D et al ; 1993).

(b) massif de végétation. Source :site web : google.com

I.5.2.2. Le végétal urbain /Structure particulière:

Elle prend la forme de pergola et de treille par des espèces grimpantes et sarmenteuses. (Voir figure I.14) Elle sert à la décoration des espaces publics et pour ombrager les façades des constructions.

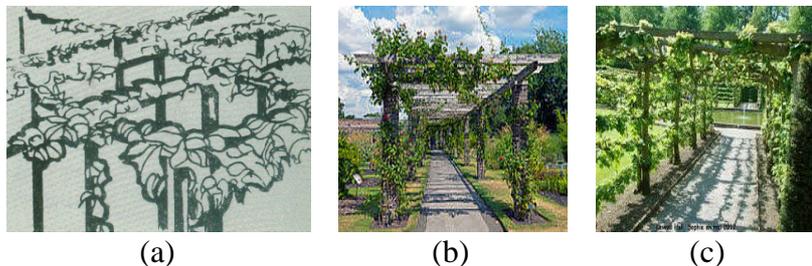


Figure I.14: (a) croquis d'une pergola. (GUY, D et al ; 1993)

(b) et (c) : différentes pergolas avec plantes grimpantes et sarmenteuses.

Source: site web: Google.com

I.5.2.3. Le végétal urbain / l'arbre en mail :

Groupement des arbres formant un couvert végétal. (GUY, D et al ; 1993) (Voir figure I.15)

Il est pour rôle de produire de l'ombre, délimitation d'espace, création d'espace vert, de repos et de loisir.

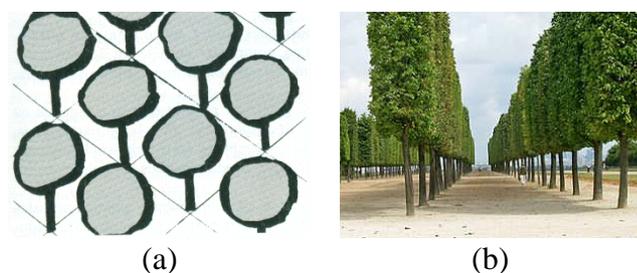


Figure I.15 : (a) croquis plantation des arbres par mail (trame) ; (GUY, D et al ; 1993)

(b) plantation des arbres par mail (trame). Source: site web: google.com.

Chapitre I : Le végétal urbain

I.6. Le végétal et le milieu urbain :

Pour le végétal le milieu urbain désigne l'opposé du milieu naturel. (Voir tableau I.01) Puisque le végétal se développe dans son climat et son site d'origine. Par contre le milieu urbain se caractérise par de nouvelles conditions de vie pour le végétal qui peuvent lui donner la vie ou diminué son développement. L'essentiel dans le milieu pour le végétal c'est bien « le sol ». (Voir figure I.11 et figure I.12) Il est le support des plantations ; il alimente le végétal en air, en eau et en éléments minéraux nécessaires pour son développement. Ses propriétés dépendent de ses constituants et de leurs interactions. Selon BOURGERY, C et al (1993) « *Le milieu urbain peut se définir comme l'ensemble des facteurs chimiques, physiques, biologiques et anthropiques qui interagissent sur le territoire de la ville* » (BOURGERY, Cet al ; 1993).

I.6.1. Milieu nature / Milieu urbain ; pour le végétal :

Milieu nature(pour le végétal)	Milieu urbain(pour le végétal)
Sols favorable	Sols imperméables
Air favorable	Air plus chaud
Air pur	Air pollué (polluants atmosphériques, gaz)
Hygrométrie normale	Hygrométrie basse
Luminosité normale	Luminosité réduite (par effet d'ombrage des bâtiments)
Vent sans changement	L'effet du vent modifié.

Tableau I.01: caractéristiques milieu naturel/milieu urbain. (LE GOURRIEREC, S ; 2012)

I.7. L'arbre :

C'est une plante à longue durée de vie, ses conditions lui permettent d'atteindre plusieurs décennies ; enfin c'est un végétal ligneux, qui peut atteindre une hauteur dépassant les sept mètres, il se forme d'un troncet d'une couronne formée de branches. (VIATTE, P ; 2002). (Voir figure I.16)

I.7.1. Structure (vocabulaire) de l'arbre :

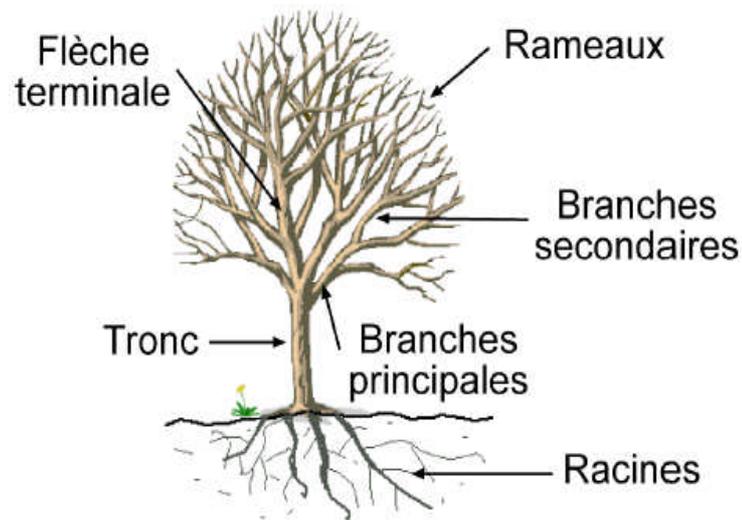


Figure I.16 : Structure de l'arbre. Source : MEYER, A ;(2001).

L'arbre	▶ Racines	▶ Rôle de transport la sève, rôle de stockage de la matière nutritive.
	▶ Tronc	▶ C'est l'axe principal de l'arbre.
	▶ Flèche terminale	▶ C'est la pousse qui détermine la structure du tronc et des branches.
	▶ Branches principales	▶ Elles partent du tronc.
	▶ Branches secondaires	▶ Elles se situent entre les branches principales et les rameaux.
	▶ Rameaux et brindilles	▶ L'ensemble des rameaux forme la couronne de l'arbre.

Légende de la figure I.16 : structure de l'arbre.

- Pour terminologie et fonctionnement de l'arbre ; voir Annexe H
- Et pour toute terminologie et mécanisme de l'arbre ; voir Annexe I

I.7.2. Classification de l'arbre urbain :

Selon VADON Catherine ; (sans date) ; la classification établie par les naturalistes, les végétaux sont répartis en catégories hiérarchisées : classes, ordres, familles, genres, espèces et variétés.



Figure I.21 : (a) arbre (Prunus) à port rampant. (b) : arbre (saule) à port pleureur.
Source : GUY, D ; (1993)

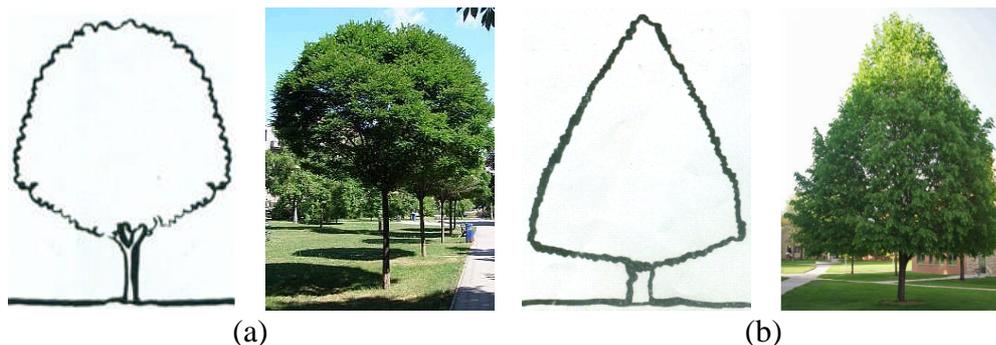


Figure I.22 : (a) arbre à port en boule ; (b) : arbre (Tilleul à petites feuilles) à port pyramidal
Source : GUY, D ; (1993)

I.7.4. Dimensions des arbres / plus connus :



L'arbre : érable
Hauteur maximum : 14 m
Hauteur du tronc : 2 m



L'arbre : Marronnier
Hauteur maximum : 25 m
Hauteur du tronc : 5 m



L'arbre : Peuplier
Hauteur maximum : 20 m
Hauteur du tronc : 3 m



L'arbre : Châtaignier
Hauteur maximum : 25 m
Hauteur du tronc : 2 m

Figure I.23 : Dimensions des arbres les plus connus. Source : VINET, J (2000).



L'arbre : Micocoulier
Hauteur maximum : 13 m
Hauteur du tronc : 3 m



L'arbre : Cyprès
Hauteur maximum : 20 m
Hauteur du tronc : 2.5 m



L'arbre : Magnolia
Hauteur maximum : 18 m
Hauteur du tronc : 1.5 m



L'arbre : Pin parasol
Hauteur maximum : 20 m
Hauteur du tronc : 8 m

Figure I.24 : Dimensions des arbres les plus connus. Source : VINET, J (2000).

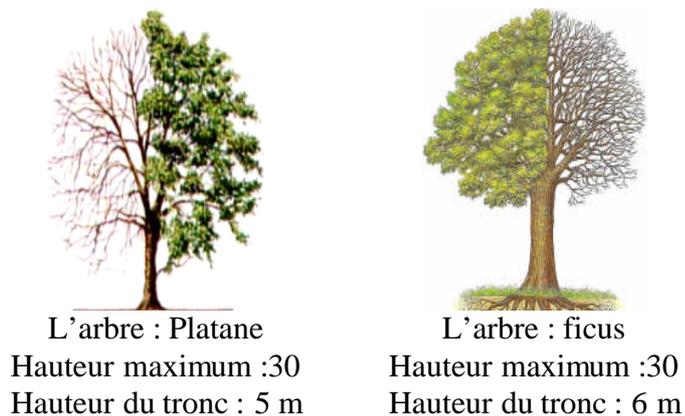


Figure I.25 : Dimensions des arbres les plus connus. Source : VINET, J (2000).

I.7.5. Effets, fonctions et utilités de l'arbre urbain : (Voir Figure I.27 et Figure I.28)

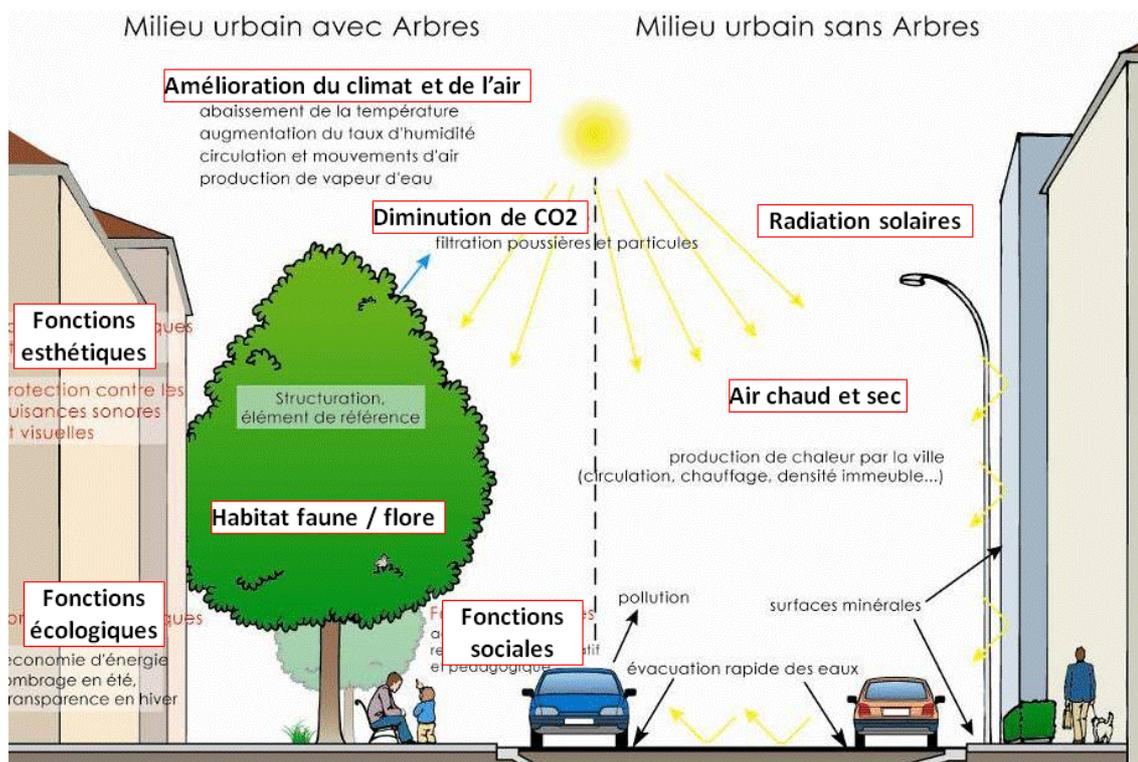


Figure I.26 : Effets, fonctions et utilités de l'arbre urbain. Source : GILLIG, C.M et al ; (2008).

Chapitre I : Le végétal urbain

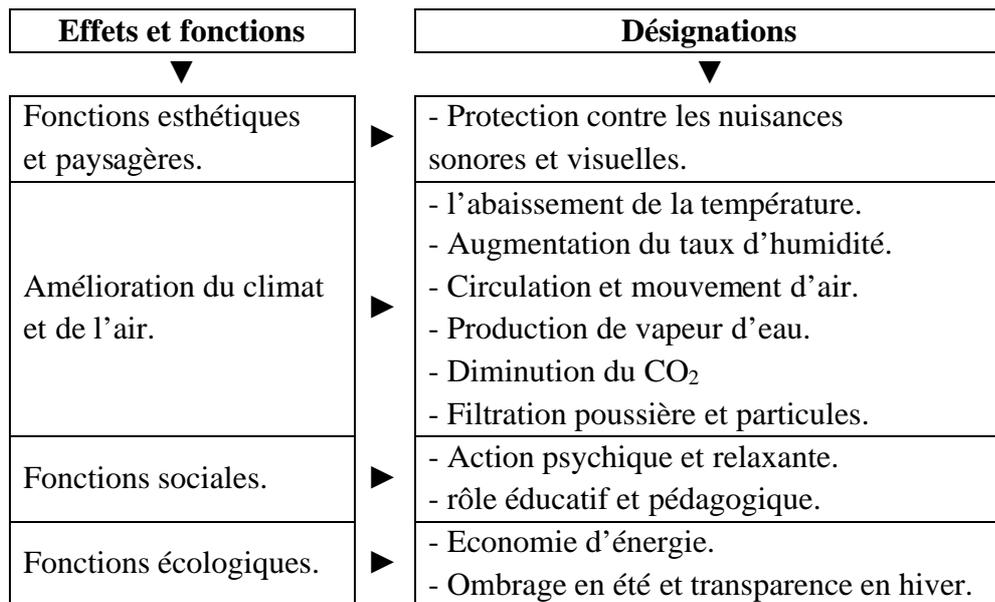


Figure I.27 : Schéma relatif aux effets, fonctions et utilités de l'arbre urbain. Source : GILLIG, C.M et al ; (2008).

En effet selon LECOMTE, J et al ; (2005) « *la nature, agit sur l'âme, elle peut y éveiller des émotions, des idées qui nous reposent ou nous agitent et provoquent la tristesse, la gaieté* ». Le végétal a des effets, des fonctions et utilités ; on note des effets sur la psychosensorielle, sur la santé, sur le social, sur l'économie, sur l'écologie et sur le domaine culturel. (Voir figure I.26)

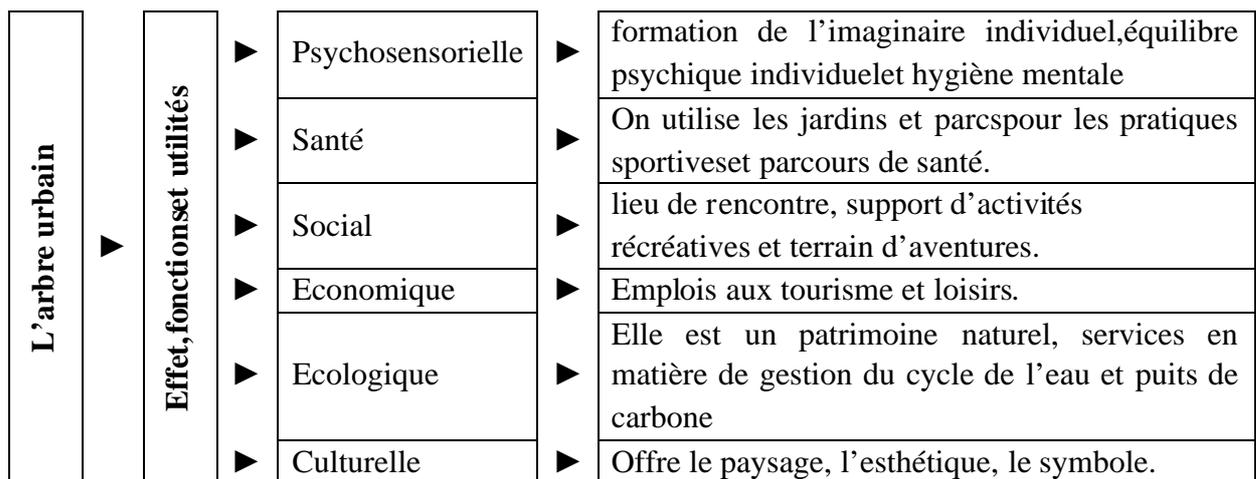


Figure I.28 : schéma d'effets, utilités et fonctions de l'arbre urbain. Traité par l'auteur, source : LECOMTE, J et al ; (2005)

Chapitre I : Le végétal urbain

Dans notre sujet on se penchera sur le rôle thermique de la végétation en général et l'arbre en particulier (voir figure I.30):

Dont «les arbres contribuent à rafraichir l'air des villes et à limiter certaines pollutions comme les poussières ; ils augmentent le taux d'humidité et abaissent globalement la température suite à production de la vapeur d'eau ... »GILLIG, C.M et al ; (2008) (voir figure I.27,figure I.28 etfigure I.29)

En plus, les plantes respirent et rejettent la vapeur d'eau ce qu'on l'appelle le phénomène *évapotranspiration*⁷ ; *l'Une de ses principales conséquences est l'effet réfrigérant. Et on note que « la température d'un terrain couvert de gazon peut être jusqu'à 10°C inférieur à celle l'asphalte »* JOHNS et BEARD, (1985)

⁷ Evapotranspiration : en BOTANIQUE ; Phénomène d'évaporation de l'eau par les végétaux terrestres, grâce auquel la sève peut circuler dans les plantes vasculaires. (Petit Larousse, 2009)

I.7.6. Rôle thermique de la végétation :

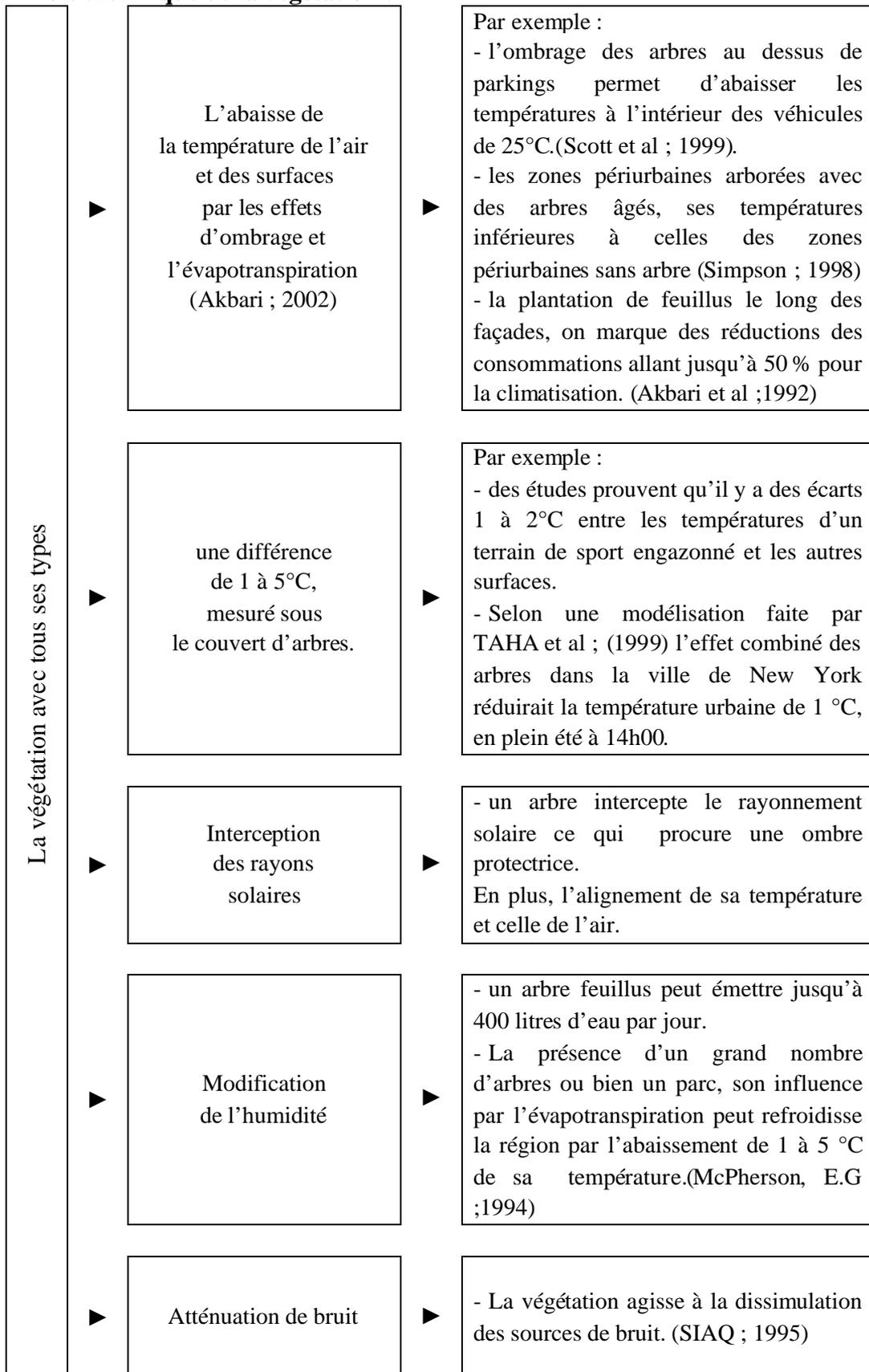


Figure I.29 : Schéma rôle thermique de la végétation et de l'arbre. Source : BOUTEFEU, E ; (2011)

I.7.7. Rôle du végétal urbain (l'arbre urbain):

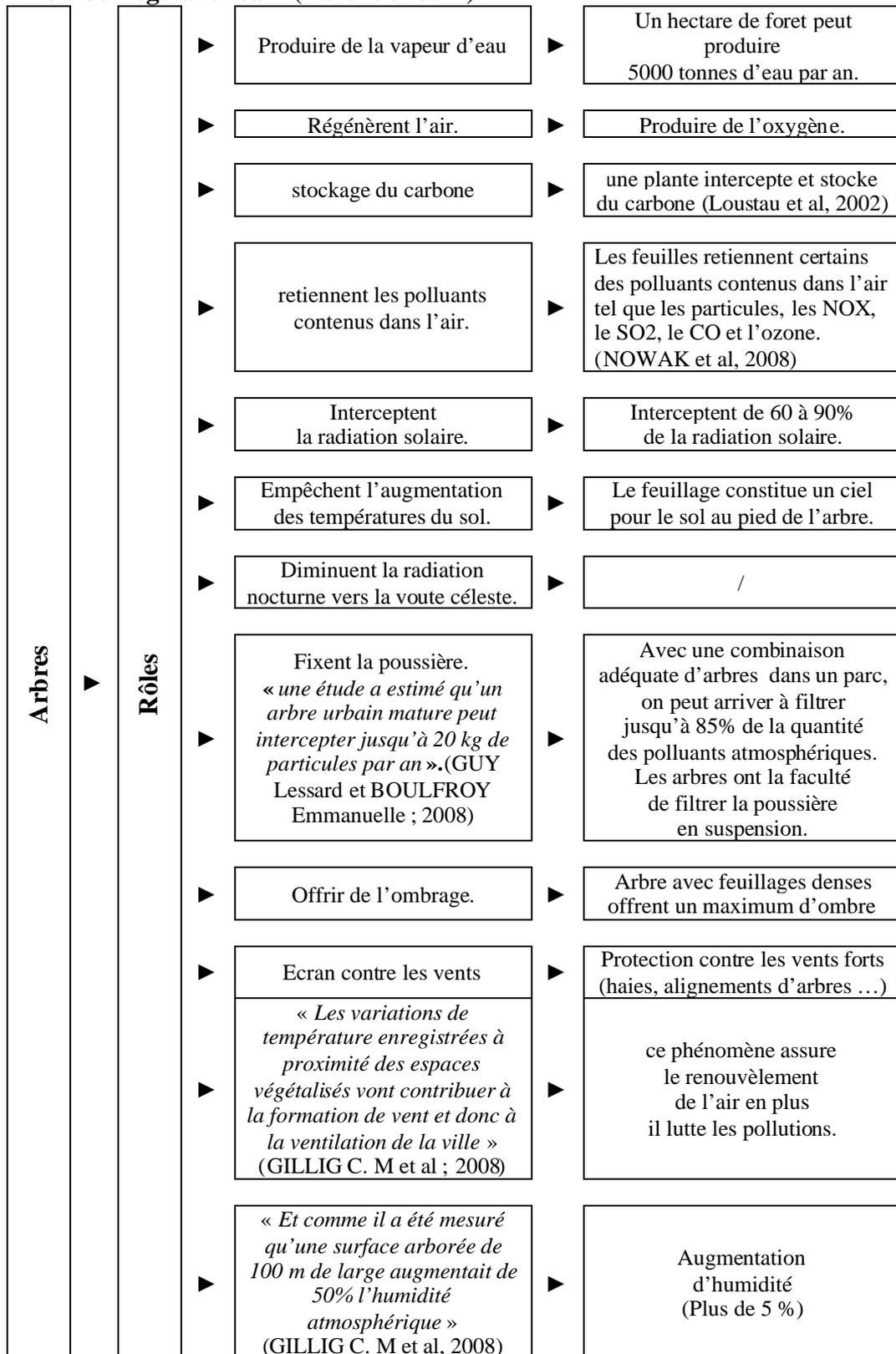


Figure I.30: schéma relatif au rôle du végétal urbain (l'arbre urbain). Source : LIEBARD, A et al ; 2005)

I.7.8. Effets du végétal urbain (l'arbre) dans les espaces publics :

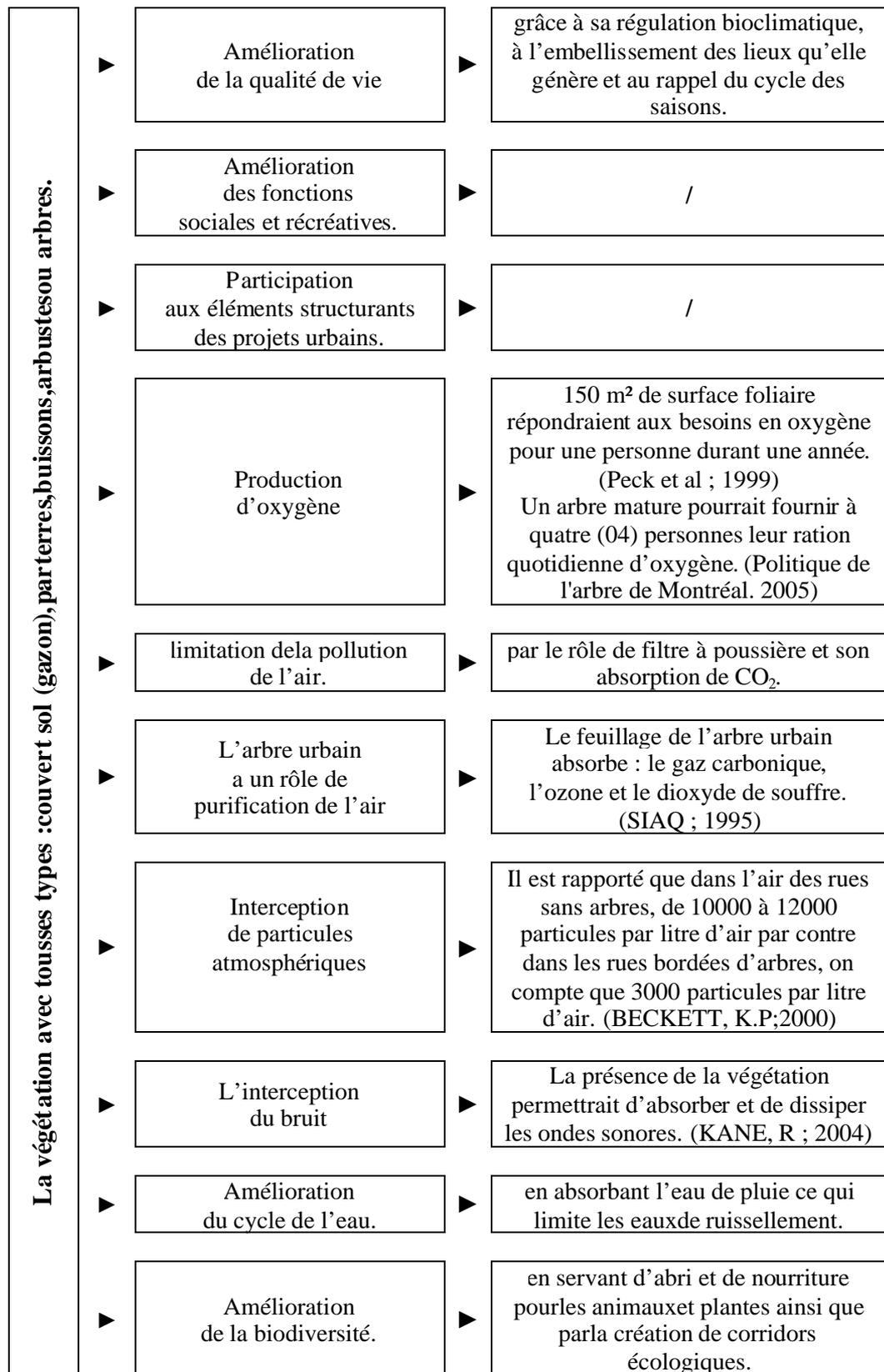


Figure I.31 : schéma relatif aux effets du végétal urbain (l'arbre) dans les espaces publics. Traité par l'auteur ; source : REITER, S ; 2007.

Chapitre I : Le végétal urbain

Il est à noter que le rôle de la végétation est essentiellement par la réflexion des rayons solaires dont JOHNSTON. J et al ;(2004) annoncent que « *L'effet de la végétation sur les îlots de chaleur se fait donc de façon directe par la réflexion dans l'atmosphère d'une partie du rayonnement solaire ainsi que par l'ombre qu'elle projette sur les surfaces environnantes. La réflexion et les radiations émises par les rues et les édifices sont, elles aussi, partiellement interceptées par les arbres, ce qui renforce leur rôle s'ils sont plantés proche des bâtiments*» JOHNSTON. J et al;(2004)(voir figure I.31)

En plus l'albédo d'une surface couverte par des arbres égal à 0,15 à 0,18, et une surface gazonnée est de 0,25 à 0,30, par contre une surface asphaltée il est de 0,05 à 0,20. (GUAY, F et al ; 2003)

Selon WESTPHAL, L.M. (2003) « *les arbres reposent la vue et l'esprit, ils apaisent les tensions et améliorent la santé psychologique des gens. La végétation affecte en effet les émotions des gens et leurs réactions vis-à-vis des zones urbaines*» (Westphal, L.M 2003) en revanche une autre étude citée par BOLUND et HUNHAMMAR ; (1999) « *démontre que des personnes placées sous stress expérimental voient leur niveau de stress baisser rapidement lorsqu'elles sont dans un environnement naturel alors que dans un environnement urbain, le stress demeure élevé* ». (BOLUND, P et HUNHAMMAR, S ; 1999)

Toutefois, en compte la fonction esthétique jouée par la végétation (l'arbre) dont cette dernière est utile pour fournir une diversité de couleurs, de textures et de formes organiques aux citadins (KUCHELMEISTER, G. et al ; 1993) et d'adoucir les lignes architecturales et elle brise la monotonie des structures minérales. (PRICE, C; 2003)

I.8. L'arbre urbain :

C'est un arbre essentiellement planté pour ornement, agrément et parfois pour décor ; il est utilisé pour introduire le végétal en ville ; dans le but d'embellir la ville et non pas pour production de bois ni de fruits pour l'industrie ou l'agroalimentaire. (Le GOURRIEREC, S ; 2012)

I.8.1. Présence de l'arbre urbain en ville :

Le végétal urbain et en particulier l'arbre urbain se présente tant que guide visuel, perspective, élément de décor et d'esthétique, articulation l'espace, barrière et masque soit visuel ou contre les rayons solaire. ROBINETTE, G. (1972) (Voir figure I.32)

Chapitre I : Le végétal urbain

I.8.1.1. En structurant la voie :

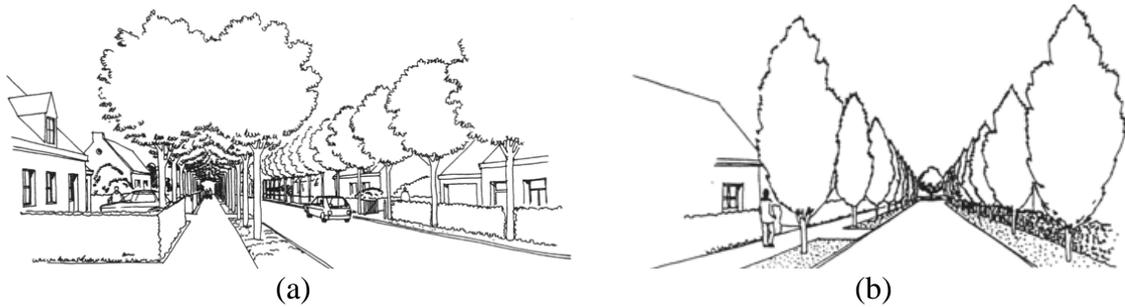


Figure I.32 : (a) et (b) présence de l'arbre en milieu urbain. Source : LARUE, D ; (1996)

I.8.2. L'agencement du végétal urbain (l'arbre urbain) dans l'espace public :

«Les végétaux, même défoliés, constituent des volumes comparables aux structures architecturales ... Les frondaisons constituent des voûtes qui définissent des espaces intérieurs aux caractéristiques parfois très architecturales ... Les limites et trames végétales participent à la structure de l'espace urbain. Elles peuvent introduire une continuité, souligner un ordonnancement bâti, relier des volumes disparates ou structurer des espaces désorganisés. Elles confrontent et précisent les trames urbaines... L'environnement végétal qui accompagne presque toujours l'architecture assure la transition avec son environnement. Lorsque le bâtiment et son décor immédiat ont un caractère précieux, la végétation constitue un écrin ... Un arbre ou un ensemble végétal, remarquables par leur taille, leur architecture, leur floraison contribuent à l'orientation et au repérage ... La végétation grimpante ou suspendue transforme sensiblement l'apparence des constructions surtout si les conditions nécessaires à leur croissance ont été intégrées au parti architectural. »(STEFULESCO, C ; 1993) (Voir figure I.10, Figure I.11 et figure I.12)

I.8.2.1. L'arbre isolé :

Généralement on trouve le végétal urbain (l'arbre) isolé dans les places publiques comme arbre monumental, ancien et seul dans sa région et l'histoire d'un lieu ou bien il fait rappeler à une vieille époque. Enfin ce dernier constitue un élément de référence pour les citoyens.



Figure I.33 : (a) Arbre de type «Cèdre» par sa présence singulière toute une avenue bien au delà du site de son plantation. Source : GUY, D et al ; (1993)

(b) et (c) présence d'arbre isolé, le marquage d'un lieu ou d'un repère. Source : site web : Google.com

Chapitre I : Le végétal urbain

I.8.2.2. Les arbres en alignement:

Ce dernier est un ensemble des arbres plantés suivant un axe et à distance régulière. (GILLIG,C.M; 2008). Et selon HADDAD, Y; (1997) les arbres en forme d'alignement se mettant

le long des rues et les boulevards, sont autant appréciés par les gens et ils participent plus à l'amélioration de la qualité de vie urbaine. (HADDAD, Y ; 1997)(Voir figure I.32, figure I.34 et figure I.35)

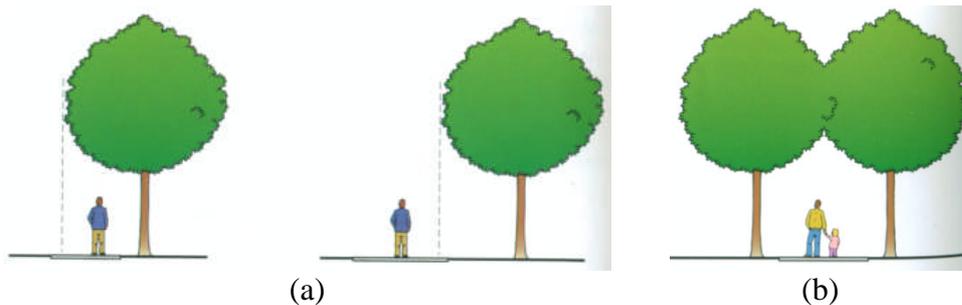


Figure I.34 : (a) et (b) plantation d'arbres par alignement simple ou doublé, selon besoin et utilité ; circulation des passants sous les arbres ou bien à leurs cotés.
Source : GILLIG,C.M ;(2008)

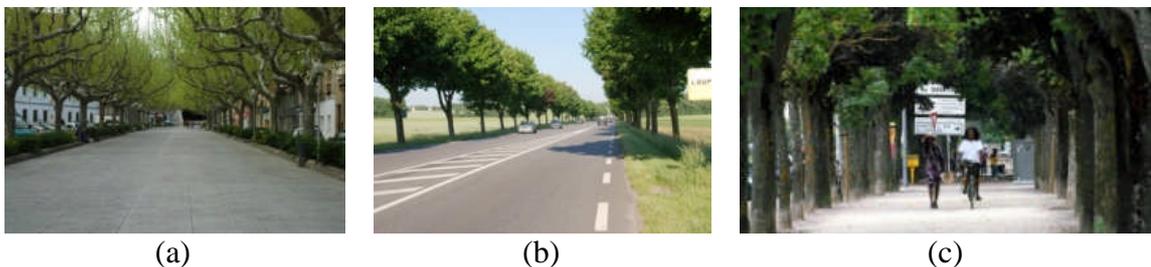


Figure I.35: (a) : Agencement des arbres par alignement (forme linière) ;
(b) et (c) : alignement simple ou en double, en soulignant par exemple un axe routier. Source des photos, archives l'auteur (site web : Google.com)

I.8.2.3. Les arbres en groupe :

C'est un agencement en groupe et qui fait appeler à l'ambiance forestière. Il est conçu suivant un modèle de grille ou une trame. (GILLIG,C.M ;2008) (Voir figure I.36 et figure I.37)

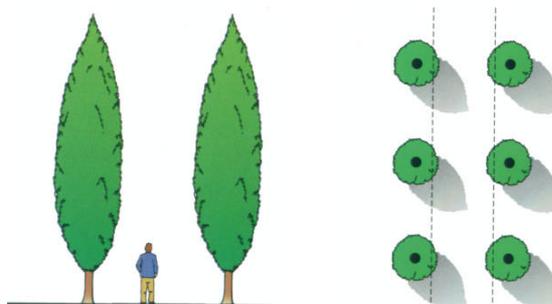


Figure I.36: plantation en groupe soit par mail régulière ou irrégulière selon utilité.
Source : GILLIG,C.M ; (2008)

Chapitre I : Le végétal urbain



Figure I.37: (a), (b) et (d) exemples d'agencement des arbres en groupe, forme de trame, régulière ou irrégulière. Source : site web : Google.com.

STEFULESCO, C ; (1993) a essayé de trouver le rapport entre l'urbanisme et le végétal tant que mobilier urbain. (STEFULESCO, C ; 1993) (Voir tableau I.02)

Désignation de l'espace urbain	Végétal urbain utilisé	Caractéristique
Les Jardins	Généralement, il fait rappel à la nature dans sa grandeur avec une plantation d'arbres avec forme régulière.	Plantation en groupe.
Les Espaces verts	C'est une surface plantée avec tous types de végétation.	Pour agrément.
Les voies de circulation avec ses types.	Plantation des arbres par alignement	Mise en valeur du paysage.
Les places publiques	Elles peuvent être plantées comme dépourvues des arbres.	Parfois plantation en trame

Tableau I.02 : rapport espace urbain / végétal urbain. Source : STEFULESCO, C ; (1993)

I.9. Le végétal / l'arbre, à la ville de Biskra :

On ne va pas parler ici du palmier et de ses types dans la ville de Biskra vu qu'elle connut par sa meilleure qualité des dattes mais il est évident de savoir les autres types de végétaux existant dans cette ville. Donc il à noter que le jardin 05 juillet, jardin London, square 20 aout, jardin Mohamed Zidane, jardin Bachir BenNacer, jardin 1^{er} novembre et autres de la ville de Biskra abritaient de multiples plantes provenant des quatre coins du monde. « des yuccas du Brésil (*Yucca Boscii*), de la Caroline (*Yucca brevifolia*) et du Texas (*yucca*

Chapitre I : Le végétal urbain

(rigida), des mimosas, des acacias de Farnèse (Acacia farnesiana), des lataniers (Latania lontaroides), des gommiers odoriférants, des faux poivriers (Schinus molle) et plusieurs variétés de palmiers dont le royal (Roystonea regia), celui de Java (Corypha elata), des cocotiers (Cocos nucifera) aux régimes mortnés, des rosiers, des oeoeillets, des lilas sahariens, les oranges sanguines, des mandariniers, des figuiers d'Inde (Ficus benghalensis ou Opuntia ficus-indica) et des pagodes (Ficus religiosa), des cyprès, des tamaris, des hibiscus rouges, des belombras (Phytolacca dioica), des bananiers, des cactus, des bordures graciles de bambous et des éclaircies de pelouses, des lianes mauves de bougainvilliers, une chaussée bordée de cassis-gommiers». (MAAOUI, M ; 2014)

I.9.1. L'Arbre, le ficus :

C'est l'arbre le plus connu à Biskra presque au niveau du palmier ; dont on le plante aux jardins, au sein de nos maisons, par alignement dans les voies de circulations, on peut même dire qu'il n'existe pas une rue à Biskra qui ne contient pas un arbre de type ficus (voir tableau I.03); vu son rôle climatique, esthétique, ornemental ...etc. ce dernier il s'adapte à la région de Biskra et à son climat.

La présence de ce type d'arbre à Biskra remonte à la période coloniale. Il y a des arbres qui date avant l'indépendance et ils restent à nos jours. On trouve plusieurs espèces et qualités de l'arbre le ficus ; le tableau ci-dessous (voir tableau I.03) nous démontre quatre espèces qui existent à la ville de Biskra avec détails.

Chapitre I : Le végétal urbain

Ordre	Famille	Espèce	Nom commun	Photos	Détails
Malviflores	Moraceae	Ficus Elastica (Ficus robusta)	Caoutchouc		Catégorie arbre, origine Asie tropicale, hauteur 30 m, type persistant, forme Irrégulière, et croissance rapide
		Ficus Religiosa	Figuier des pagodes		Catégorie arbre, origine Inde et Asie du Sud-est, hauteur 30 m, type Caduc, forme cime ou verte, et croissance rapide
		Ficus Retusa	Ficus		Catégorie arbre, origine tropicale, hauteur 30 m et 6 m de large, type persistant, forme Port dense et érigé, longévité très longue Et croissance Rapide
		Ficus sycomorus	Figuier Sycomore		Catégorie arbre, origine Afrique centrale, hauteur jusqu'à 20 m de haut et 6 m de large, type persistant, forme couronne assez dense, port étalé et croissance rapide

Tableau I.03 : l'arbre le ficus et ses types. Source : MAAOUI, M ; (2014)

Rappelant que notre étude vise à produire de l'ombre par l'insertion du végétal urbain (l'arbre urbain). L'arbre choisi c'était bien le « ficus ». Espèce, Ficus retusa ; famille, moraceae ; son nom commun, ficus. Il est de catégorie arbre ; d'origine tropicale ; du type persistant ; de forme port dense érigé ; croissance rapide. En plus il existe à la ville de Biskra depuis longtemps et il résiste à son climat. (MAAOUI, M ; 2014)

I.10. Végétal urbain / rayonnement solaire :

I.10.1. Échanges radiatifs en présence de végétation :

Sachant que le couvert végétal n'absorbe pas tout le rayonnement solaire qu'il reçoit ; mais une partie est réfléchi et l'autre partie est transmise au sol ; cette dernière réfléchi vers la végétation. (Voir figure I.38)

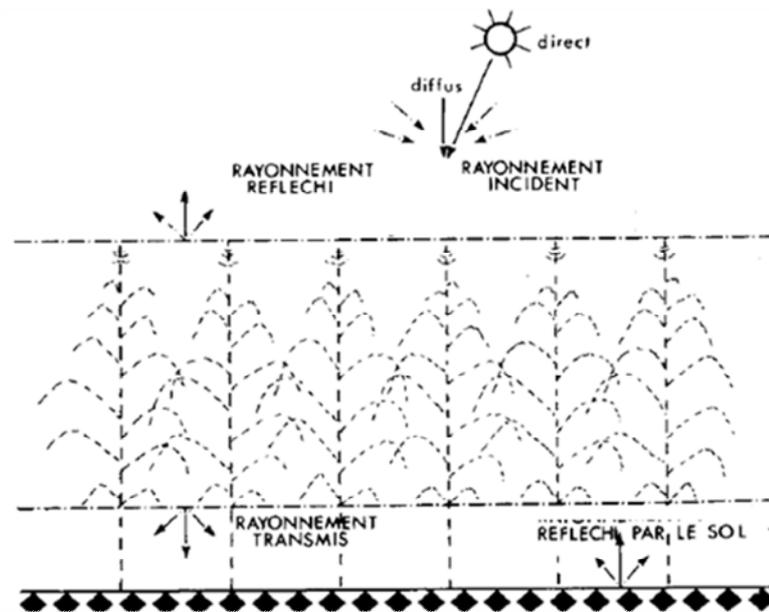


Figure I.38: Différentes composantes du bilan radiatif solaire d'un couvert végétal.

Source : rayonnement solaire absorbé ou intercepté par un couvert végétal ;

VARLET GRANCHER, C ; (1 Jan 1989)

I.10.2. Effet de la densité du feuillage de l'arbre :

La densité du feuillage de l'arbre définit la perméabilité au rayonnement solaire et à la lumière à travers la couronne de l'arbre. (Voir figure I.39) Cette densité est relative au type de l'arbre et de son espèce, dont on trouve trois types d'arbres qui forment un masque contre les rayons solaires et à la lumière, arbre à couronne opaque (conifère) ; arbre à feuilles caduques, c'est un arbre semi-transparent ; et en dernier arbre fruitier c'est un arbre transparent tel que le pin, palmier ...etc. (Muret et al 1987) Les feuilles de l'arbre absorbent la plupart du rayonnement solaire arrivant à ces dernières. (Voir tableau I.04 et figure I.40) Une partie (1 à 2 %) de l'énergie est transformée en énergie chimique lors de la photosynthèse. (GIVONI, B ; 1991)

Chapitre I : Le végétal urbain

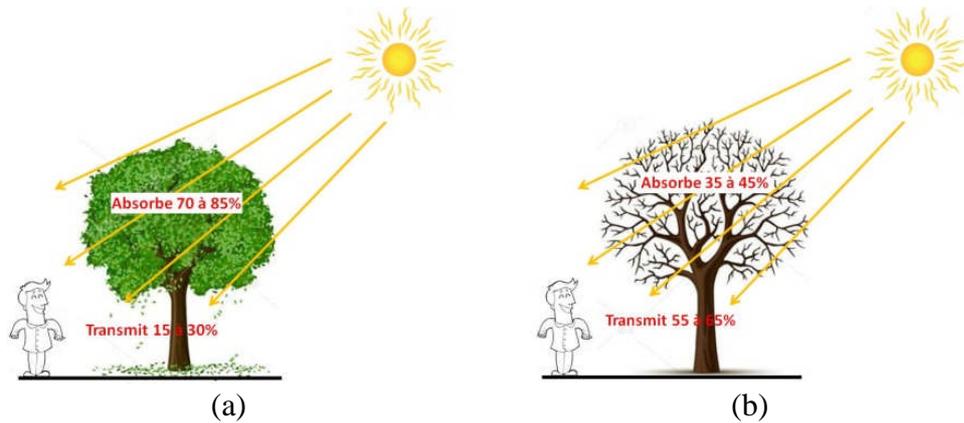


Figure I.39: transmission solaire ; (a) en été et (b) en hiver. Traiter par l'auteur.

Source :VINET,J ;(2000).

Les feuilles	Réfléchissent	une partie du rayonnement incident qu'elle reçoit vers l'atmosphère
	Diffusent	10% des UV
	Retransmettent	10% les jaunes et les verts (0.5 à 0.6 μm)
		50% les infrarouges (0.7 à 1.1 μm)
Absorbent	90 % des UV	

Tableau I.04 : Les propriétés radiatives des feuilles de l'arbre. Source : ESCOURROU, G. (1981)

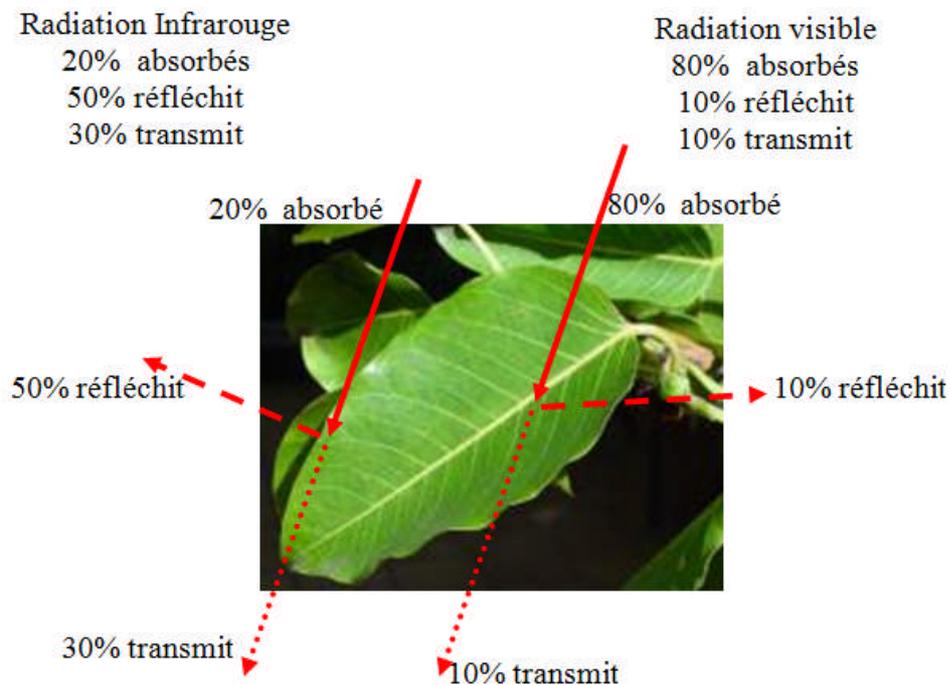


Figure I.40: absorption, transmission et réflexion de la radiation par le feuillage.

Etablie par l'auteur. Source SHAHIDAN, M. F et al ; (2007)

Chapitre I : Le végétal urbain

En général la feuille d'un arbre absorbe 80% du rayonnement visible et elle réfléchit 10% de ce dernier, tout en transmettant les 10% restante. concernant l'infrarouge solaire, elle absorbe 20%, 30% transmis et 50% réfléchit. (Voir figure I.40 et tableau I.05)

I.10.3. Taux radiatifs des arbres :

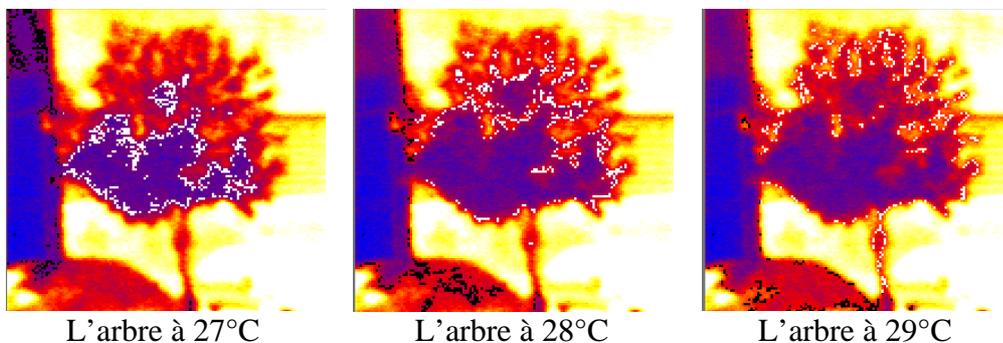
Arbre	Réfléchi (%)	Retransmise (%)	Absorbée par les feuilles (%)
Faux acacia	35	26	39
Bouleau	33	24	43
Chêne rouvre	28	25	47
Tremble	33	20	47
Saule	29	21	50
Frêne	31	18	51

Tableau I.05 : relatif au taux radiatifs des arbres en sein des forêts ; source : VINET Jérôme(2000) d'après : ESCOURROU ;(1981).

I.10.4. Température de surface du feuillage par rapport à la température de l'air :

Plusieurs études indiquant que la température de surface de feuillage est équivalente à la température de l'air sous abri ; même au rayonnement solaire différent. (HOYANO, A ; 1988) A vrai dire, on note des différences minimes entre la température des feuilles des faces supérieures et inférieures d'un (1°C) pour un rayonnement de 465 W/m² et de 2 °C pour un rayonnement solaire de 930 w/m².

Dans l'exemple suivant se confirment les résultats (voir figureI.41). Les températures de surface observées dans l'infrarouge, dont la couronne végétale de l'arbre soumis à un ensoleillement correspond à une journée claire d'été et de un air à 27°C, 28°C et 29°C.(ALVAREZ, S. et al ; 2000)



FigureI.41: mesure thermographie infrarouge d'un arbre à 27°C, 28°C et 29°C.
Source :VINET, J; (2000)

Chapitre I : Le végétal urbain

«... Avec le même type de mesure (thermographie infrarouge), l'équipe d'ABC à Marseille est arrivée à la conclusion que la masse foliaire des arbres, en jardin comme en alignement, a tendance à conserver une température voisine de la température d'air sous abri et souvent même une valeur inférieure, Autrement dit, sous un arbre, tout se passe comme si le rayonnement solaire était totalement annulé. »(VINET, J; (2000) d'après le Groupe ABC ;(1997)

La végétation représentée par 'l'arbre' marque un masque contre le rayonnement solaire direct ; ce qui diminue le rayonnement absorbé par le sol. Ce qui fait baisser l'échauffement des surfaces soient du sol ou des façades en période estivale.(REITER, S ; 2007) (Voir figure I.42)

I.10.5. Impact de la végétation sur les températures de l'air et de surface :

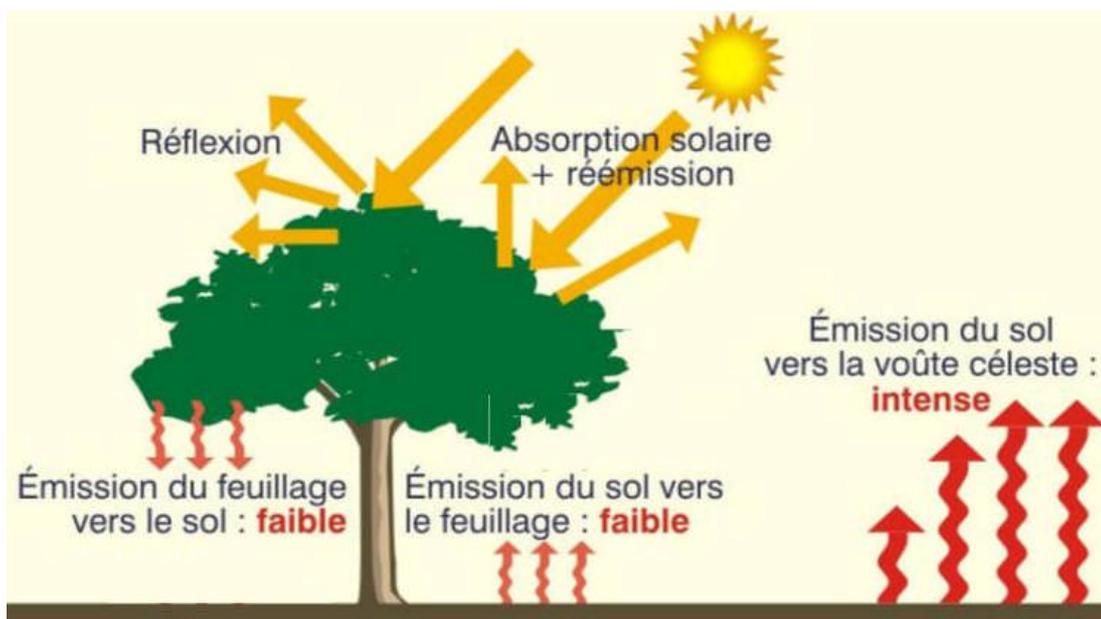


Figure I.42: Grace au processus d'évapotranspiration la température du feuillage reste basse ; la végétation sert d'ombrage à la période d'été ; encore elle réduit fortement le rayonnement solaire direct veut dire le pouvoir d'absorption et de réflexion de la radiation solaire.(REITER, S ; 2007)

Au niveau du couvert végétal hétérogène le rayonnement (spectre électromagnétique) est décomposé en deux parties : courtes longueurs d'onde et grands longueurs d'onde ce dernier marque les échanges thermiques. (GUYOT, G ; 1999) (Voir figure I.43)

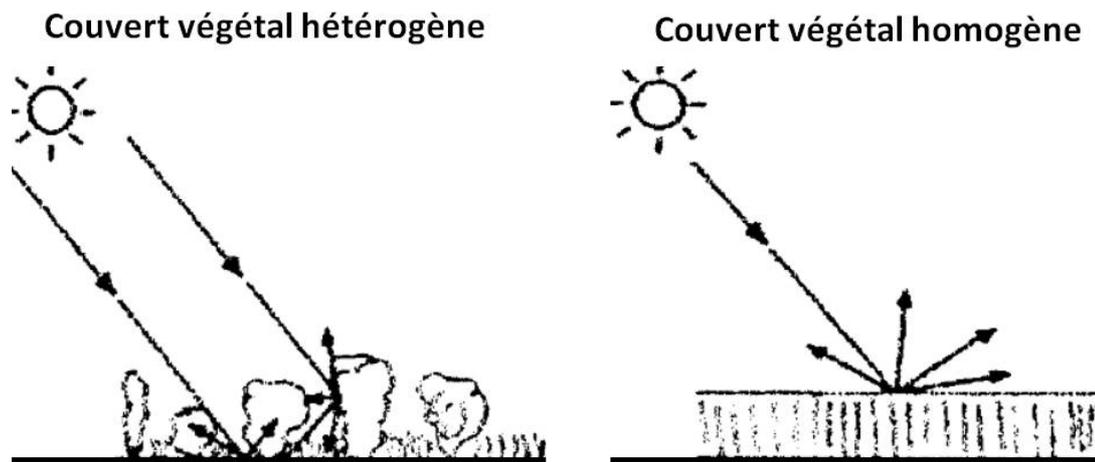


Figure I.43: l'effet de piégeage de la lumière entre couvert végétal hétérogène et autre homogène. Source : GUYOT, G ; (1999).

I.10.6. Site sans couvert végétal / Site avec couvert végétal :

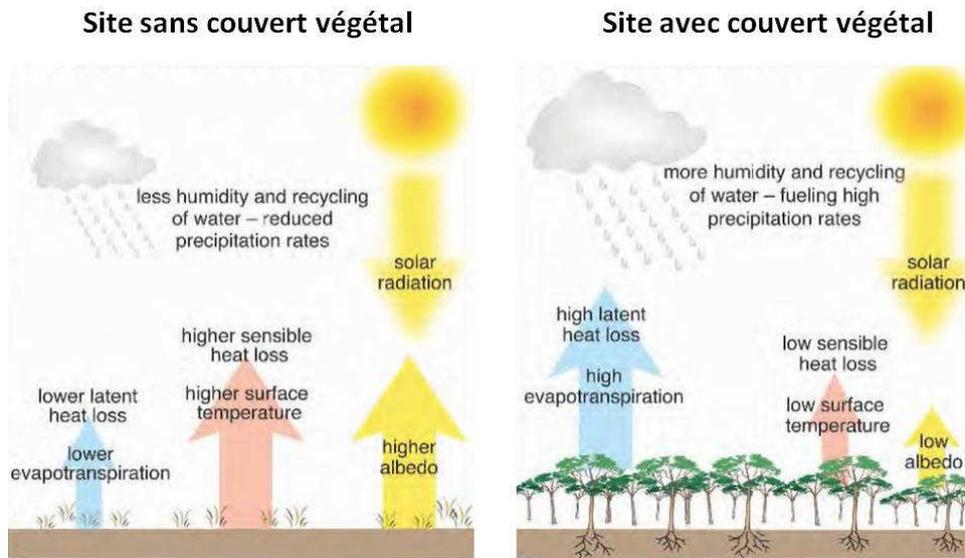


Figure I.44: lecture entre deux sites ;site sans couvert végétal / Site avec couvert végétal. Source: FOLEY et al ;(2003). Site web : www.frontiersinecology.org

Site sans couvert végétal	Site avec couvert végétal
Albédo élevé	Bas albédo
Température du sol élevée	Température du sol basse
chaleur latente basse	chaleur latente haute
Humidité basse	Humidité élevée
Evapotranspiration basse	Evapotranspiration haute

Tableau I.06 : lecture entre deux sites : site sans couvert végétal et Site avec couvert végétal. Source: FOLEY et al ;(2003). Site web : www.frontiersinecology.org

I.10.7. L'arbre urbain et la géométrie (forme) de la couronne :

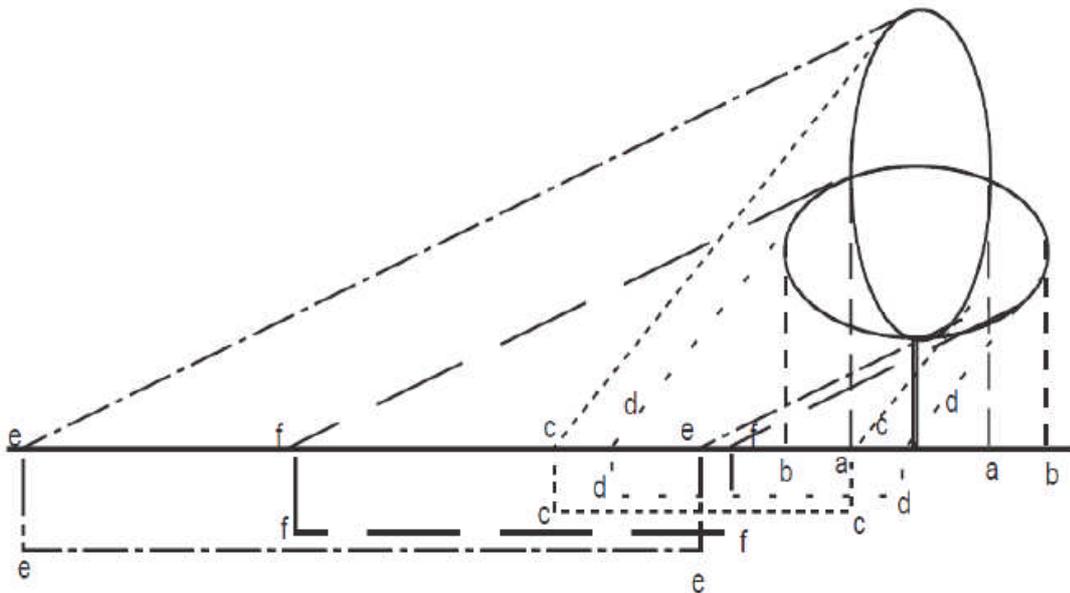


Figure I.45: tache d'ombre entre large et grande couronne d'arbre. Source: KOTZEN, B.;(2003)

Rappelant que le végétal urbain et précisant l'arbre urbain peut constituer trois types d'écrans contre les rayons solaires ; écran opaque (arbre conifère), écran transparent, arbre à feuilles caduques et écran transparent, certains arbres palmier, fruitiers. (Voir figure I.47)

La dimension de la couronne de l'arbre est un paramètre fondamental qui vaut définir la tache de l'ombre au sol. Sachant que les arbres avec de larges couronnes offrent plus d'ombre, surtout entre 11h et 15h les heures de surchauffe de la journée. Le tableau ci-dessous illustre les différents cas. (Voir figure I.45 et tableau I.07)

Soleil	Type de couronne	Tache d'ombre
à 90°	Large	Zone : b b
à 45°	Large et grande	Zone : c c et d d
à 20°	Grande	Zone : e e

Tableau I.07 : tache d'ombre entre large et grande couronne.

Chapitre I : Le végétal urbain

I.10.8. Température surfacique du sol sous différentes couvertures :

On constate au graphe ci-dessous (Voir figure I.46) que les températures surfaciques entre les différentes couvertures sont presque semblables entre eux et les différences de températures sont minimales par rapport au sol découvert. (Voir tableau I.08)

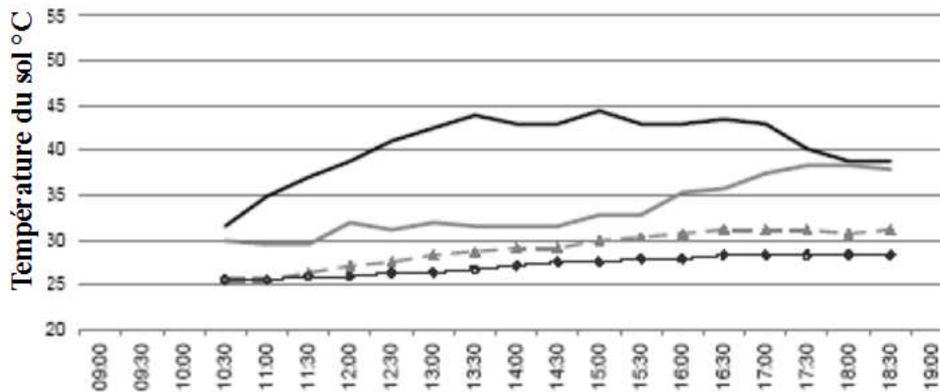


Figure I.46: graphe relatif aux températures surfaciques de revêtement de sol (carreaux de béton) sous différentes couvertures. Source : CHATZIDIMITRIOU, A et al ;(2006)

Légende du graphe

Motif	Type de sols	Type de couvertures
—	Température du sol, surface en béton exposée au soleil	
▲ — ▲	Température du sol, surface sous parasol	
—	Température du sol, surface sous arbre	
◆ — ◆	Température du sol, surface sous galerie	

Tableau I.08 : relatif à la légende du graphe relatif aux températures surfaciques de revêtement de sol (carreaux de béton) sous différentes couvertures avec photos. Source : CHATZIDIMITRIOU, A et al ;(2006) cité in kedissa 2010.

I.10.9. Densité du rayonnement entre plan, demi-sphère et arbre :

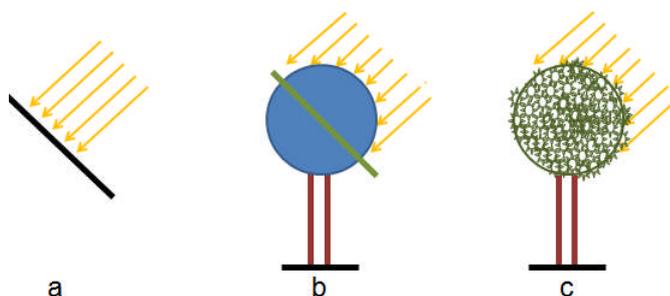


Figure I.47: densité du rayonnement entre un plan , demi sphère et arbre.

Source : BELATRACHE, T ; (2006)

Plan	Densité du flux
Plan (figure : a)	Densité du flux = 1W/m^2
Demi-sphère (figure : b)	Densité du flux = $1\text{Wm}^{-2}/2 \times 3,14 = 0.16\text{W/m}^2$
Couronne d'arbre (figure : c)	Densité du flux = $0.16 \text{ Wm}^{-2} / S_f / S_s$ S _f : surface feuillage S _s : surface hémisphère

Tableau I.09 : relatif à la densité du rayonnement entre un plan, demi sphère et arbre. Source : BELATRACHE, T ; (2006)

I.11. Critères du choix de l'arbre urbain :

Avant de faire un choix de végétaux, il est impératif de connaître précisément les conditions du site et ses paramètres climatiques où on veut planter le végétal et pour quel rôle.

(Voir figure I.48)

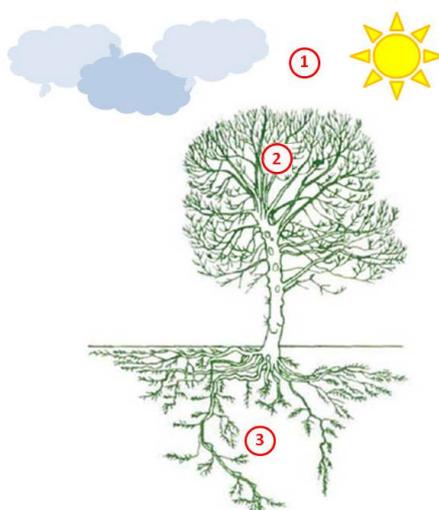


Figure I.48: relative aux critères du choix de l'arbre urbain. Image choisie et traitée par l'auteur.

Chapitre I : Le végétal urbain

L'adaptation de l'arbre choisi au milieu et au site : l'adaptation au sol urbain, puisque la majorité de ce dernier est modifié par les habitants de la ville, et il présente une grande hétérogénéité, vu les travaux des réseaux, terres de remblai ...) (BOURGERY et MAILLIET ; 1993) ; et la disponibilité de l'espace (volume pour permettre le développement de l'arbre).

1. L'adaptation de l'arbre choisi au climat de la région : l'ensoleillement, température, pluviométrie et le vent.
2. L'arbre choisi doit ne pas marquer des risques sur les réseaux souterrains ou aériens et ne pas déformer le revêtement du sol, soit la chaussée ou le trottoir par les racines et ne pas avoir de chute de branches.
3. L'arbre choisi doit effectuer certaine esthétique : il répond aux aspirations de la population.
4. Le cout abordable de l'arbre choisi : dont il doit être disponible et à prix abordable. (Le GOURRIEREC, S ; 2012)(voir figure I.48)

I.12. Conclusion :

A travers ce chapitre on a essayé de souligner l'intérêt et l'importance du végétal urbain dans la ville et dans le milieu urbain en général. En effet, on a mis en valeur toutes les dimensions du végétal urbain avec ses types, soient : symbolique, sociale, fonctionnelle, écologique, climatique, esthétique, psychologique, économique et de la santé. D'après LECOMTE, J et al ; (2005) « *La nature, agit sur l'âme, elle peut y éveiller des émotions, des idées qui nous reposent ou nous agitent et provoquent la tristesse et la gaieté* ».

En plus on a cherché à définir les relations entre la ville et le végétal urbain. Ainsi, on a pu constater que l'utilisation du végétal urbain et surtout l'arbre urbain au sein de la ville et dans les espaces publics ne pouvait être qu'un élément favorable à l'optimisation et l'amélioration du confort dans sa globalité et le confort thermique précisément ensuite le cadre de vie des citadins.

Puis, en se concentrant sur l'impact du végétal urbain sur les paramètres climatiques et dans un contexte urbain et dans le milieu où se meut le végétal, selon BOURGERY, C et al (1993) «le milieu urbain peut se définir comme l'ensemble des facteurs chimiques, physiques, biologiques et anthropiques qui interagissent sur le territoire de la ville » (BOURGERY, C et al ; 1993). La présence du végétal urbain en ville augmente le taux d'humidité et abaisse globalement la température de l'air suite à la production de la vapeur d'eau. Toutefois, il contribue à rafraichir l'air de la ville et à limiter certaines pollutions comme les poussières.

Chapitre I : Le végétal urbain

Sans oublier que l'une des principales conséquences de la présence du végétal urbain avec ses types d'une part, l'effet réfrigérant, dont on note que la température d'un terrain couvert de gazon peut être jusqu'à 10°C inférieur à celle de l'asphalte. JOHNS et BEARD, (1985). Et d'autre part, la réflexion des rayons solaires vers l'atmosphère ; veut dire que l'impact de végétal sur l'îlot de chaleur se fait d'une façon directe par la réflexion d'une partie du rayonnement solaire et la production de la tâche d'ombre sur les surfaces environnantes de ce dernier.

Enfin, le végétal urbain a été et il reste pour toujours un régulateur de l'urbanité et de la vie publique en ville. Dans ce chapitre, on a souhaité apporter tous les atouts et les avantages du végétal urbain pour mieux nous servir aux prochains chapitres.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Chapitre II

Le confort en milieu urbain

De l'influence du climat sur le caractère !

« C'est que selon les philosophes, la joie et le contentement résultent de la dilatation et la diffusion de l'esprit animal. Inversement, la tristesse est due à la contraction et à la concentration de celui-ci. Or la chaleur diffuse et raréfie l'air et les vapeurs, qu'elle augmente ... Les habitants des régions côtières ressemblent un peu aux méridionaux. Leur climat est beaucoup plus chaud, à cause de la réfraction de la lumière et des rayons solaires sur la surface de la mer. Ils ont donc plus de qualités dues à la chaleur gaieté et légèreté que les gens des pays froids et montagneux ».

Ibn Kheldûn ; (1377)

Introduction :

Le mot 'confort' et pendant des siècles ne renvoie pas au sens du bien-être ni à la satisfaction de l'être humain, il voulait dire 'renforcer et consolider'. Au 16^{ème} siècle le mot 'confortable' veut dire 'acceptable' et 'suffisant'. Donc on constate que le terme 'confort' et le sens de ce mot se développe avec le temps et chaque un lui donne une définition et une explication particulière.

Ce chapitre vise à englober la 'notion du confort' en général et le confort thermique qui est le vif de notre sujet. Donc dans l'objectif de maîtriser le 'confort' et savoir les facteurs déterminants ce dernier soient directs ou bien indirects ; de ce fait on a commencé ce chapitre par le 'climat' qui est l'enceinte principale de l'être humain et l'élément primordial dans le 'confort' de ce dernier.

Ce chapitre traite le climat, ses types avec les paramètres qui l'influencent et les facteurs climatiques dominants du lieu ; les facteurs géographiques ou locaux, même cosmique, pour la maîtrise de la notion du 'climat' et ses échelles. Passant par la suite au 'confort' jusqu'au confort thermique tout en cherchant les paramètres qui l'affectent soient relatifs à l'environnement ou bien aux paramètres climatiques, surtout le rayonnement solaire avec ses types et l'ensemble des commodités qui procure de l'agrément chez l'être humain, tel que l'ombre et les différentes manières et façons pour le créer dans l'espace public urbain en général. Tout cela va nous servir dans les prochains chapitres.

II.1. Le climat :

D'après le dictionnaire Larousse⁸ ; le climat c'est un « ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérise l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné. Et le climat c'est un ensemble des conditions de vie, des circonstances qui agissent sur quelqu'un ; milieu, ambiance, contexte ». Une autre définition d'Encarta 2003 « l'ensemble des phénomènes météorologique qui se produisent au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle » (Voir Figure II.1)

Le climat d'une ville ou d'une région, c'est la synthèse des paramètres météorologiques⁹ qui affectent cette dernière. Ces paramètres sont : la température de l'air, l'humidité de l'air, la vitesse du vent, le rayonnement solaire, la pression atmosphérique, les brumes et brouillards (qui interviennent sur la transmission du rayonnement visible) et la nébulosité (nature et quantité des nuages) en relation avec les durées d'ensoleillement). BARDOU, P et al ; (1978) et d'après REITER, S ; (2007) ; les principaux paramètres climatiques sont : la température, le vent, le rayonnement solaire, l'humidité et les précipitations.

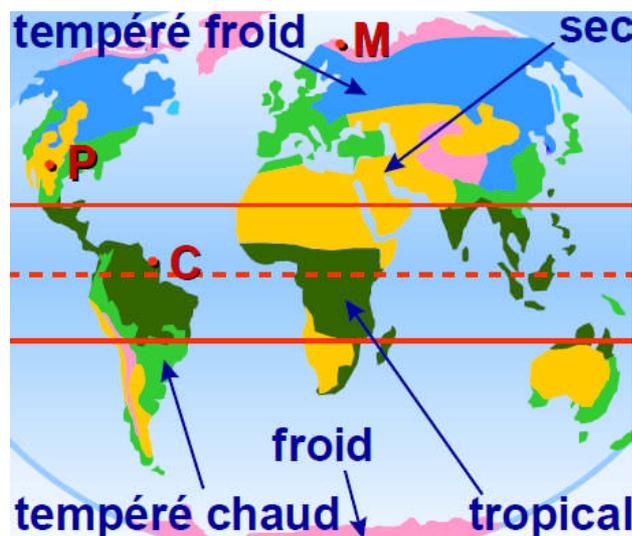


Figure II.01: différents types de climat source : LEBARD, A et al ; (2005)

⁸ <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>.

⁹ « Les paramètres ou phénomènes météorologiques se définissent par la température, la pluie, le vent à savoir ce que l'on peut mesurer. L'ensemble de ces paramètres ou phénomènes caractérisent les conditions météorologiques ou paramètres climatiques. En fonction du domaine d'étude, les termes employés se distinguent » (Pinson, L ; 2016)

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Selon LEBARD, A et al (2005) « *La terre connaît cinq grands types de climats classés selon leur température et leur humidité : climat sec, climat tempéré chaud, climat tempéré froid et climat froid* ». (Voir figure II.1)

II.1.1. Les échelles du climat :

L'étude du climat se fait sur une des couches suivantes : échelle 'MACRO' à une hauteur de 105m à 108, échelle 'MESO' à une hauteur de 104 m à 2 x 105 m, échelle 'LOCALE' 102m à 5x104m et à l'échelle 'MICRO' du 100m à 1000m. (Voir figure II.2, figure II.3, figure II.3, tableau II.01 et figure II.5)

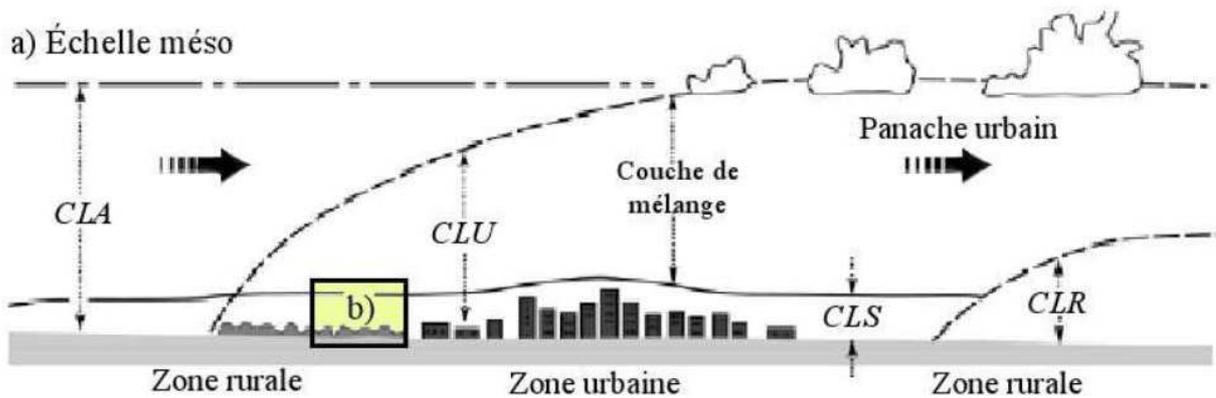


Figure II.02: Echelle 'MESO' ; Les différentes échelles climatiques. Source : PINSON, L ; (2016)

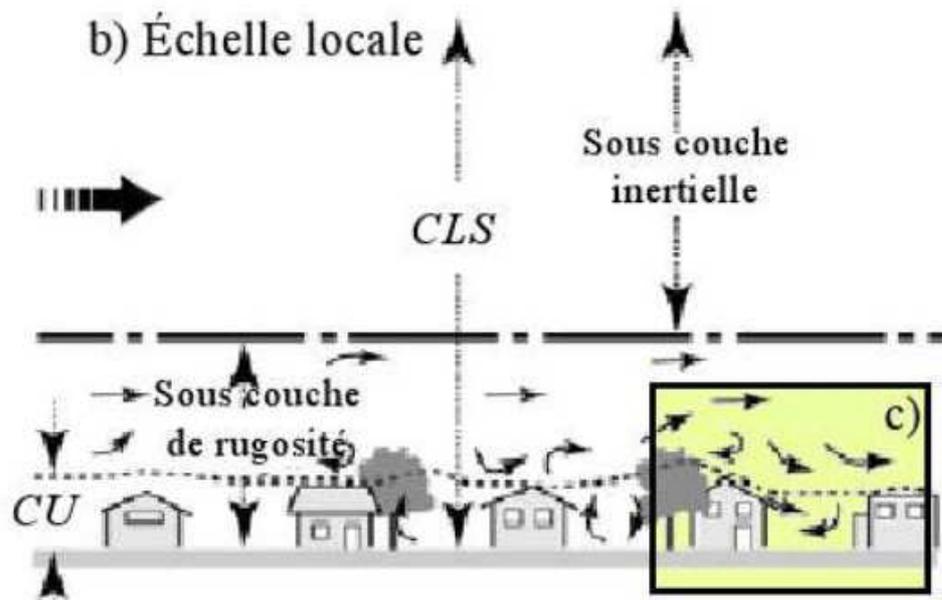


Figure II.03: Echelle 'LOCALE' Les différentes échelles climatiques. Source : PINSON, L ; (2016)

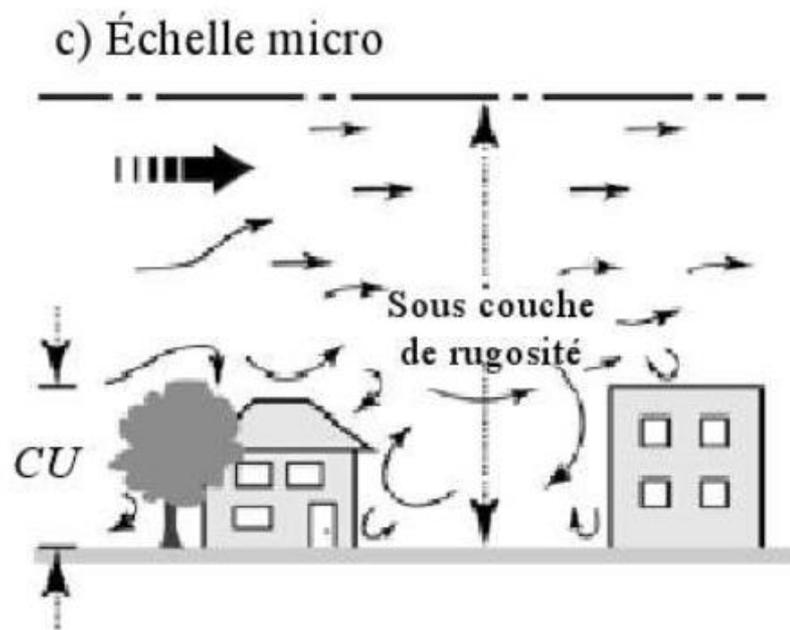


Figure II.04: Echelle 'MICRO' ;les différentes échelles climatiques.Source : PINSON, L ; (2016)

Echelles	Zones
Echelle planétaire	zones entre 10.000 à 40.000 km.
Échelle synoptique	zones entre 100 et 10.000 km
Méso-échelle	zones entre 5 et 100 km.
Echelle locale	zones entre 0,5 et 5 km
Microclimat	Zone inférieurs à 0,5 km

Tableau II.01 : différentes échelles climatiques.Traité par l'auteur ; source: AHMED AMEUR FOUAD ; (2007)

L'échelle 'MÉSO': sachant que la ville influence le temps et le climat à l'échelle de tout son territoire. Al'échelle 'LOCALE'on inclut les effets des caractéristiques du paysage comme la topographie à l'exception les effets relatifs à l'échelle microclimatique (Oke ; 2004 ; cité in : KITOUS Samia ; 2012) (Voir tableau II.01).

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Le climat d'un lieu peut être défini à trois échelles :

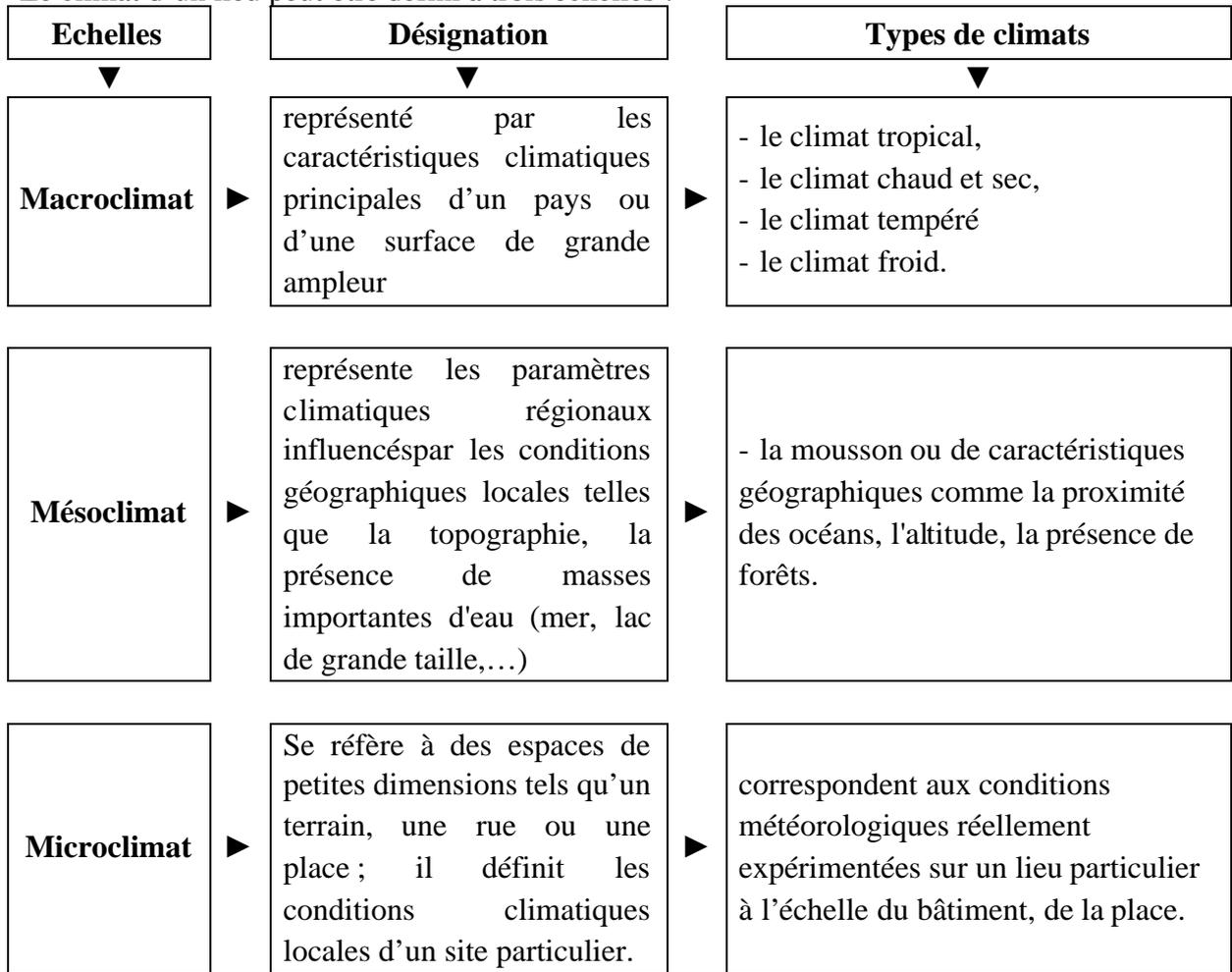


Figure II.05 : schéma pour différentes échelles du climat d'un lieu et ses types. Source : REITER, S ; (2007)

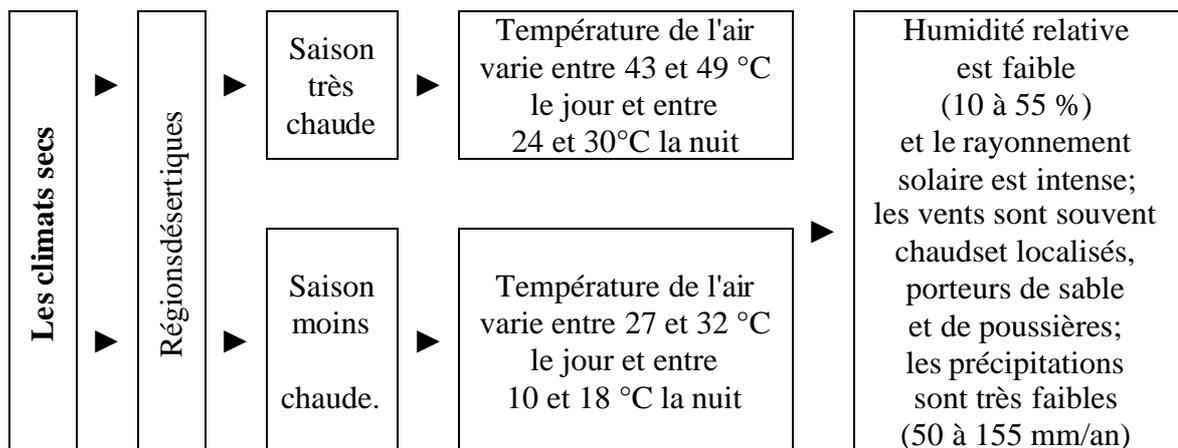


Figure II.06 : schéma pour les climats secs et leurs caractéristiques. Source : REITER, S ; (2007)

II.1.2. Le microclimat urbain :

Rappelant que l'échelle microclimatique est limitée à quelques centaines de mètres (< 500 m). (PINSON, L ; 2016). (Voir figure II.4 et figure II.5) « *Il se réfère à des espaces de petites dimensions tels qu'un terrain, une rue ou une place. Il est influencé par le volume des constructions voisines mais aussi par la nature, l'orientation et l'inclinaison des surfaces* » (SIGRID, R ; 2007) et Les effets microclimatiques sont au niveau de la couche de canopée¹⁰ urbaine, veut dire, entre le sol et le sommet des bâtiments.

Ce qu'on remarque au niveau du microclimat¹¹urbain le changement des paramètres climatique, l'augmentation de la température de l'air, l'atténuation de la vitesse du vent et de l'humidité relative ; ces changements sont après intervention de l'homme sur son site ou bien des conséquences du choix des matériaux ou la composition urbaine. (VINET, J ; 2000)

Le microclimat urbain est spécifique à la ville ; il est influencé par la topographie du site, la nature du sol, la composition urbaine et la végétation. Donc, lors d'une conception des places publiques ou bien les espaces publics en général, on doit prendre tous les éléments de l'environnement naturel et construit et non pas se limiter aux données climatiques enregistrées par la station météorologique. (SIGRID, R ; 2007) (Voir figure II.4 et figure II.5)

II.2. Le confort :

En premier temps, le mot confort ne renvoie pas au sens du bien-être ni à la satisfaction de l'être humain. (GENTIAL, A ; 2000) il voulait dire pendant des siècles renforcer et consolider.

¹⁰(Rappel) La canopée urbaine : se définit par l'air entre les éléments de rugosité urbains comme les bâtiments, la végétation, les arbres ...etc.)

¹¹(Rappel) Le microclimat : est défini par l'influence d'éléments isolés ; par exemple : les constructions, les arbres, la rue.

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Au 16^{ème} siècle le mot confortable veut dire acceptable et suffisant. Le terme 'comfort' apparut en 1816 (BENNADJI. A ; 1999) de l'ancien mot français confort, ce dernier contribue au bien-être de l'être humain et à la commodité de sa vie matérielle.

À vrai dire, les chercheurs du domaine de la bioclimatique ont commencé leurs études sur le confort intérieur avant de passer au confort en extérieur ; c'est pour cela, on trouve que les règles et les indices du confort avec ses types sont relatifs aux espaces intérieurs puis ces derniers sont développés et adaptés au confort en extérieur. (REITER, S ; 2007) Maintenant il est question de mettre au clair la notion du confort, pour pouvoir analyser et maîtriser ce dernier dans les espaces extérieurs (espaces publics). On doit reconnaître que la notion du confort est imprécise dans sa définition dont DREYFUS. J ; (1990) Annonce que « *la sensation du confort est entièrement subjective et en définition assez imprécise* » en plus le confort n'existe pas en lui-même ce n'est que par l'inconfort qu'on peut le toucher et l'apprécier.

Selon CANDAS Victor ; (2008) « *Le confort semble donc dépendant de l'ensemble des commodités qui procure de l'agrément, générant une impression plaisante ressentie par les sens et l'esprit, voire même un certain plaisir. Certes, mais alors que sont ces commodités ? Par définition, c'est tout ce qui est d'utilisation facile, qui procure l'aisance, qui remplit l'usage qu'on en attend ou qui rend la vie agréable* ». (CANDAS, V ; 2008)

En outre, parler du confort en général ou sur un de ses types, c'est évoqué la notion du 'besoin à la satisfaction' de l'être humain et l'insatisfaction de ce dernier, donc c'est l'inconfort.

On doit savoir que l'absence d'insatisfaction procure le confort. Parce que la définition de ce dernier ou bien un de ses types correspond à l'état d'esprit où l'individu éprouve de la satisfaction à l'égard de son milieu, de son environnement physique ou bien il n'éprouve pas d'insatisfaction. (Voir figure II.07)

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

II.2.1. Classement du confort :

On pourrait se hasarder à la gradation suivante : dont chaque classe a un état et une sensation.

Classement	Etat de l'individu		Sensation
Inconfort	insatisfaction ou du désagrément de façon continue ou répétitive		nuisance à ne pas oublier ou ne pas la dépasser.
confort dégradé	apparition épisodique (temporelle) ou locale (spatiale) d'un certain inconfort non persistant ou ressenti localement mais de façon peu intense		par exemple : avoir légèrement froid aux pieds ; un faible bruit ...etc.
Confort	peut résulter de deux possibilités	se déduit de l'absence exprimée de désagrément ou d'insatisfaction	échelle affective
		se déduit de l'incapacité qu'ont les gens à s'exprimer sur leur état.	échelle perceptive ; cette notion est proche de l'indifférence.
Confort optimal	expression de l'agrément du bien-être exprimé par l'individu par rapport au à l'environnement.		agrément du bien-être
Confort maximal	C'est une parfaite adéquation entre tous les souhaits de l'individu et son environnement		Il n'est pas sûr que ce confort maximal puisse être durable ; il correspond souvent à des phases transitoires qui font suite à des inconforts notoires.

Figure II.07: classement du confort. Source : CANDAS, V ; (2008)

II.2.2. Confort thermique :

Pour GIVONI, B ; (1978) « *La définition du confort thermique est très complexe en raison de l'interaction de plusieurs variables environnementales et personnelles. Le maintien de l'équilibre thermique entre le corps humain et son environnement est l'une des principales exigences pour la santé, le bien-être et le confort* » ... cet équilibre est l'état du corps lorsqu'il atteint l'équilibre avec son environnement, dépendant de la conjugaison de nombreux facteurs. Certains de ces facteurs sont d'ordre personnel (l'activité physique, le niveau d'habillement, etc.) et d'autres sont des facteurs de l'environnement immédiat » (AHMED OUAMEUR FOUAD ; 2007)

II.2.3. Le confort thermique (définition):

C'est l'état physique de l'individu qui arrive à une satisfaction avec son environnement ASHRAE¹² (1993); ça veut dire, que le confort thermique est une ambiance dont l'organisme humain maintient sa température corporelle (homéothermie (dont la température centrale est constante et reste indépendante de celle du milieu extérieur) sans mettre en jeu ses mécanismes instinctifs thermorégulateurs de lutte contre le chaud et le froid. (Voir figure II.08)(DEPECKER et al ; 1989). BERGER, X ;(1998) dit : « *que l'être humain est un homéotherme¹³ qui pour assurer son activité et sa vie il fabrique des calories et de l'eau il élimine celle-ci par les voies respiratoires ou cutanées lorsque son bilan thermique (veut dire le rapport entre l'apport et la déperdition) est positif il a recours au processus de la transpiration il doit donc évaporer l'eau amenée à la surface de sa peau* ».

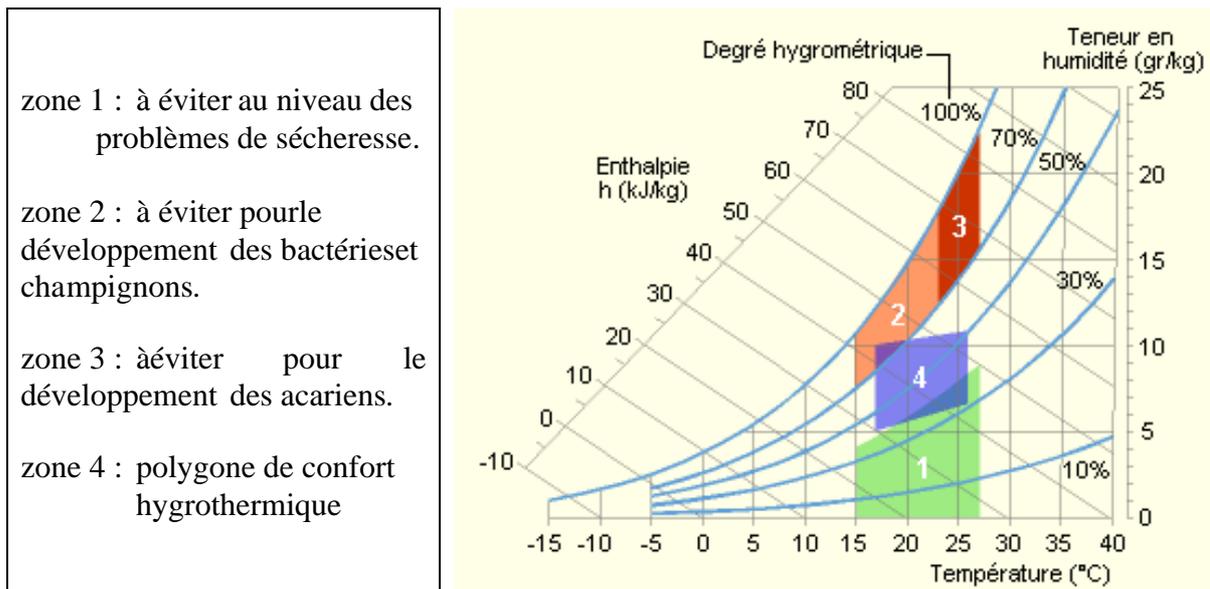


Figure II.08 : zones de confort (diagramme bioclimatique Givoni). Source : PINSON, L ;(2016)

Pour FANGER ;(1970) le confort thermique est « *l'état de l'esprit qui exprime la satisfaction avec l'environnement thermique* ».GIVONI, B ;(1978) à son tour observe ce dernier comme « *l'absence de l'irritation et de l'inconfort dus à la chaleur ou au froid, et comme un état impliquant l'agrément* »

¹²ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

¹³homéotherme se dit d'un animal mammifère, dont sa température interne ne varie que dans des limites, l'homme elle est à voisine de 37°C

II.2.4. Perception thermique :

Selon GIVONI, B ;(1980) « *la perception de la chaleur et du froid ambiant est le résultat d'une activité nerveuse ayant son origines aux extrémités des nerfs qui agissent comme des thermorécepteurs, il existe des thermorécepteurs spécifiques pour la chaleur et pour le froid ; bien sure dans la zone de confort leur activité est en sommeil* » Les différentes études dans le domaine de la bioclimatique et les ambiances utilise l'échelle. (Voir figure II.09 et figure II.10) :

0	1	2	3	4	5	6	7	8
Froid insupportable	Très froid	Froid	Frais	Neutre	Légèrement chaud	Chaud	Assez chaud	Très chaud

Figure II.09 : Echelle de sensation thermique. Source :GIVONI, B ; (1980)

Une autre échelle de l'ASHRAE est utilisée dans ce sens :

-3	-2	-1	0	1	2	3
Très froid	Froid	Légèrement Froid	Neutre	Légèrement chaud	chaud	très chaud

Figure II.10: Echelle de sensation thermique de l'ASHRAE. Source : MAYER, H ; (1993).

Notant que la sensation thermique à la chaleur ou au froid est toujours subjective ; c'est-à-dire, pour la même température de l'air on peut trouver de différentes sensations chez les individus ; cela est relatif à leurs appartenances géographiques. En outre le confort thermique n'est pas une chose simple à cerner dans une phrase, mais elle est une sensation complexe ou de nombreux facteurs conduisent l'individu à exprimer son bien-être de son état. (DEPECKER et al ; 1989)

II.3. Rapport, homme / environnement :

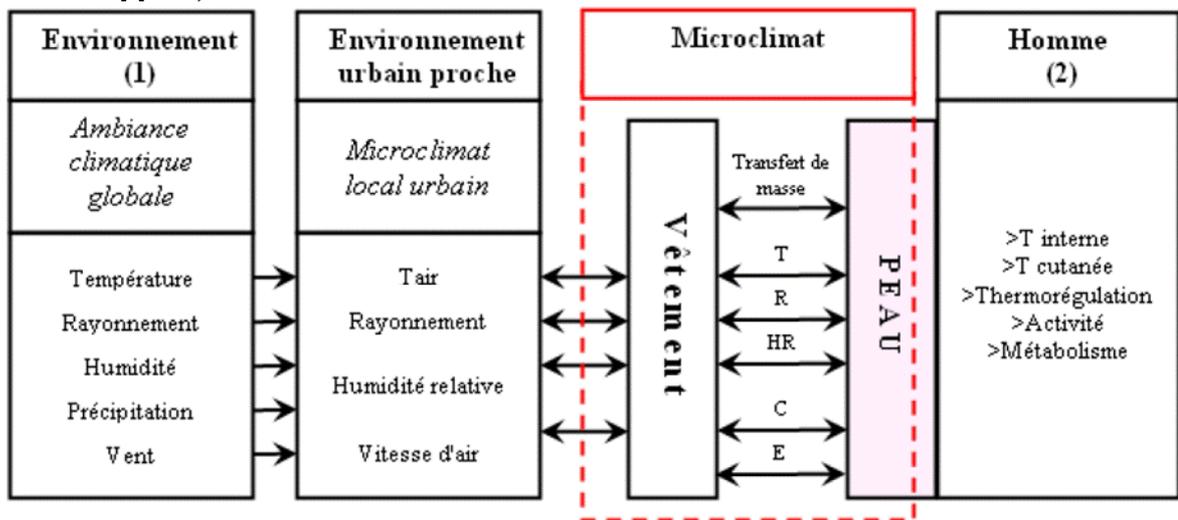


Figure II.11: description fonctionnelle de la biophysique du microclimat. Source : De Oliveira et al ; (2005)

II.3.1. Échanges thermiques :

D'après VINET,J;(2000)de nombreux ouvrages pour : Fanger;(1970), Givoni;(1976), Hofmann;(1994), Depecker et al;(1989), Alvarez et al;(1992) Ont touché ce dernier. Dont l'homme se meut dans un environnement physique ou se passe entre lui et son milieu de différents transferts de chaleur sensible (échange radiatif et convectif) en plus d'autres pertes par respiration, sudation et par diffusion. (Voir figure II.12)

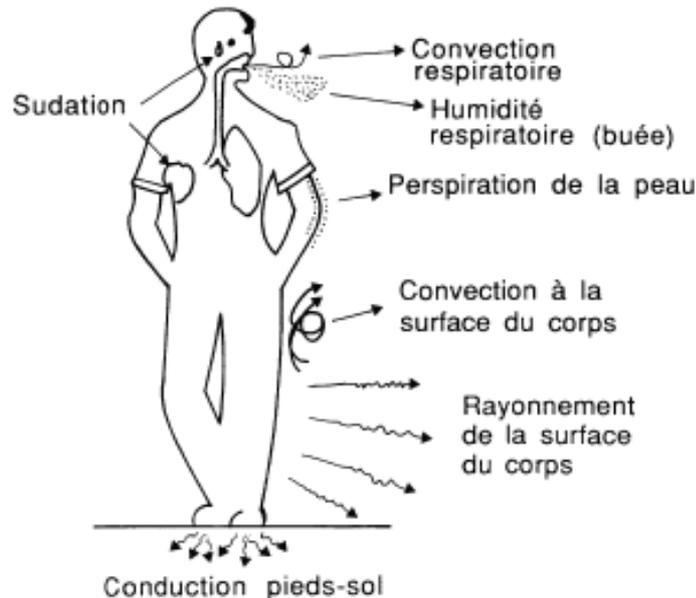


Figure II.12: Les différents types d'échanges thermiques. Source : DEPECKER et al ; (1989).

Il est à noter que la sensation des individus par rapport à l'ambiance thermique est affectée par le tenu vestimentaire des personnes et leur activité physique en plus des paramètres climatiques (la température de l'air, la vitesse de l'air, l'humidité d'air et les températures des surfaces).

II.3.1.1. Température du sol :

Quelle que soit la situation de l'individu assis ou debout la température du sol peut entraîner l'inconfort au niveau de ses pieds. Si la température du sol est inférieure à 17°C ou elle dépasse les 26°C elle engendre un inconfort à cet individu. (BRINDEL-BETH et al; 1998)

II.3.2. Bilan thermique entre l'homme et son environnement :

Ce dernier on le calcul par la formule suivante : (De Oliveira et al ; 2005)

$$S = (M - W) + R + C + E + K + C_{res} + E_{res}$$

S = Bilan énergétique

M = métabolisme

W = travail externe

R = perte par rayonnement

C = échange par convection

E = échange par évaporation

K = échange par conduction

Cres = échange par convection respiratoire

Eres = échange par respiration (latente and sèche)

II.4. Indices de confort thermique : Principaux indices de confort extérieur :

II.4.1. HEAT INDEX (HI):

Cet Indice est utilisé aux Etats-Unis par le National Weather Service américain, Il est élaboré par STEADMAN R. G en 1979 ;son principe est une relation entre l'humidité et la température ; c'est-à-dire, plus l'humidité est grande plus la sensation d'inconfort liée à la température est grande. L'objectif de cet indice est de donner un niveau d'inconfort dû à la température et à une humidité élevée. Et le calcul de ce dernier se base sur ces deux paramètres avec l'équation suivante. (PINSEN, L ; 2016)

$$HI = c1 + c2T + c3R + c4TR + c5T^2 + c6R^2 + c7T^2R + c8TR^2 + c9T^2R^2$$

Sachant que : HI : l'indice de chaleur °F

R : l'humidité relative notée de 0 à 100

T : la température atmosphérique en °F

$$c1 = - 42,379$$

$$c2 = 2,049$$

$$c3 = 10, 143$$

$$c4 = - 0,225$$

$$c5 = - 6,838*10^{-3}$$

$$c6 = - 5,482*10^{-2}$$

$$c7 = 1,229*10^{-3}$$

$$c8 = 8,529*10^{-4}$$

$$c9 = - 1,99*10^{-6}$$

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Une autre équation donnée par : ROTHFUSZ L, P ;(1990)

$$HI = - 8.784695 + 1.61139411 * T + 2.338549 * RH - 0.14611605 * T * RH - 1.23088091 * 10^{-2} * T^2 - 1.6224828 * 10^{-2} * RH^2 + 2.211732 * 10^{-3} * T^2 * RH + 7.2546 * 10^{-4} * T * RH^2 - 3.582 * 10^{-6} * T^2 * RH^2$$

Sachant que : T : température de l'air en (°C)

RH : humidité relative (%)

A noter qu'avec cette équation 'HI' est valide à une température de l'air au-delà 20 °C.

Puisque cet indice 'Heat Index' nous donne le niveau d'inconfort chez les gens ; les différents niveaux d'alerte relatif à ce dernier sont notés en fonction de la valeur notée sur le graphe ci-dessous (Voir figure II.13) :

- Si la valeur de Heat Index (HI) est de : 80 à 90, (en couleur jaune claire sur le graphe) donc on à la fatigue.
- Si la valeur de Heat Index (HI) est de : 91 à 103, (en couleur jaune foncé sur le graphe) donc coup de soleil, crampes musculaires et épuisement physique.
- Si la valeur de Heat Index (HI) est de : 104 à 125, (en couleur orange sur le graphe) donc épuisement, coup de chaleur possible.
- Si la valeur de Heat Index (HI) est : 125 et plus, (en couleur rouge sur le graphe) donc risque élevé de coup de chaleur.

		Température en (°F)															
		80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
L'Humidité relative (%)	40	80	81	83	85	88	91	94	97	101	105	109	114	119	124	130	136
	45	80	82	84	87	89	93	96	100	104	109	114	119	124	130	137	
	50	81	83	85	88	91	95	99	103	108	113	118	124	131	137		
	55	81	84	86	89	93	97	101	106	112	117	124	130	137			
	60	82	84	88	91	95	100	105	110	116	123	129	137				
	65	82	85	89	93	98	103	108	114	121	128	136					
	70	83	86	90	95	100	105	112	119	126	134						
	75	84	88	92	97	103	109	116	124	132							
	80	84	89	94	100	106	113	121	129								
	85	85	90	96	102	110	117	126	135								
	90	86	91	98	105	113	122	131									
95	86	93	100	108	117	127											
100	87	95	103	112	121	132											

Figure II.13 : Graphe relatif aux valeurs de Heat Index (HI) en fonction de la température et de l'humidité relative. Source: National oceanic and Atmospheric Administration. Cité in: PINSEN Laura; (2016)

II.4.2. L'indice HUMIDEX :

On l'appelle HUMIDEX ou bien l'indice d'humidité ; sa première utilisation c'était en 1965 au Canada. Développait par les météorologues canadiens pour indiquer de quelle manière le temps chaud et humide est perçu par la moyenne de la population. Par la suite en 1979 MASTERSON et RICHARDSON l'ont modifié. (BLAZEJCZYK et al ; 2010).

HUMIDEX comme indice de confort combine entre 'la température de l'air et 'l'humidité relative'. Selon PINSON Laura ; (2016) « *L'Humidex nous permet d'avoir une idée de la sensation d'inconfort en fonction de la température et de l'humidité extérieure élevée. Il mesure la chaleur ressentie. Cet indice est exprimé en °C* ». Et par le biais d'un diagramme on détermine 'l'Humidex'. Qu'il est calculé pour une température supérieure à 25 °C et pour une humidité supérieure à 40 %.

Pour calculer cet indice on se base sur l'équation de MASTERSON J.M et RICHARDSON F.A (1979)

$$\text{HUMIDEX} = T + h$$

T = température de l'air en (°C)

$$h = (0.5555) * (e - 10)$$

$$e = 6.11 * \exp(5417.7530 * ((1/273.16) - (1/T_w)))$$

w = pression de la vapeur en millibars

A titre d'exemple : si la température de l'air est de 30 °C et l'humidité relative est de 70 % ; l'indice HUMIDEX vaut 41. Ce niveau marque une sensation de malaise généralisé pour les gens. (Voir figure II.14 et figure II.15)

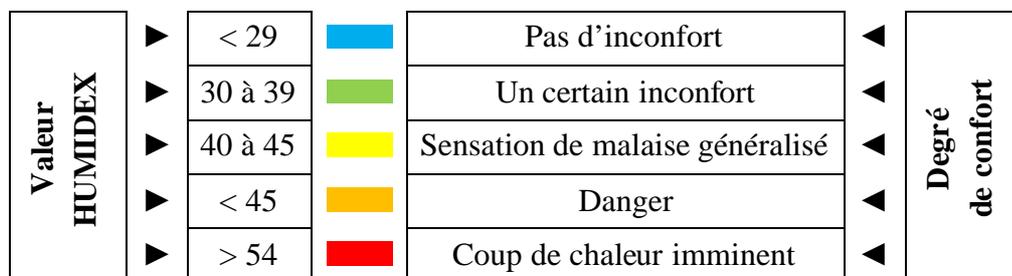


Figure II.14 : schéma de la légende du diagramme d'HUMIDEX.

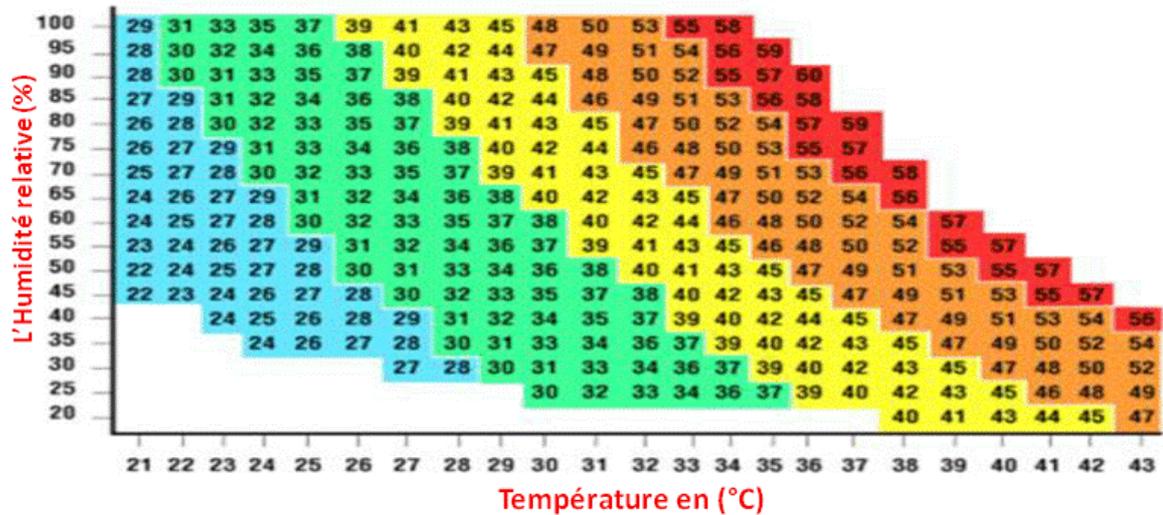


Figure II.15 : diagramme d’HUMIDEX. Source : site web : Environnement Canada : http://www.msc.ec.gc.ca/cd/brochures/humidity_cfm

II.4.3. L’indice UTCI :

C’est l’abréviation de : Universal Thermal Climate Index. Il est accessible par tous, sur le site web : <http://www.utci.org> où on peut le calculer. Le but de la création de cet indice est avoir un modèle d’évaluation de l’environnement thermique. En plus son développement était pour être valable et précis pour tous les types de climat soit chaud ou froid et pour toutes les échelles spatiales et temporelles. (JENDRITZKY. G et al ; 2011) (Voir tableau II.02)

A vrai dire, cet indice (UTCI) vient pour rattraper les lacunes touchées par les autres indices de confort tel que le métabolisme, le facteur d’habillement et la corrélation entre la vitesse de l’air et la température.

En plus, il corrige la température de l’air pour estimer une température ressentie en fonction de la température radiative, l’humidité de l’air et vitesse de l’air. Il est un modèle thermorégulateur dynamique et stationnaire du corps humain ; dont il était développé par 45 chercheurs de 23 pays, comme il couple plusieurs modèles :

- Modèle relatif à la physiologie. FIALA, Det al ;(2012).
- Modèle relatif à l’habillement. BRÖDE, P et al ;(2012).
- Données météorologiques : l’humidité, la température de l’air, la vitesse de l’air et le rayonnement solaire).

Valeur UTCI (°C)	Sensation
> +46	extreme heat stress
+38 to +46	very strong heat stress
+32 to +38	strong heat stress
+26 to +32	moderate heat stress
+9 to +26	no thermal stress
+9 to 0	slight cold stress
0 to -13	moderate cold stress
-13 to -27	strong cold stress
-27 to -40	very strong cold stress
< -40	extreme cold stress

Tableau II.02 : échelle de valeurs de l'indice UTCI et sensations thermiques. Source : site web : www.utci.org.

II.4.4. L'indice de la température opérative ou la température résultante :

Cette dernière combine la température de l'air, la température humide et la vitesse de l'air, en plus l'influence des vêtements et du métabolisme. (MISSENARD, A ; 1972)
La température opérative définie comme la température d'une ambiance saturée d'humidité avec un air calme.

Selon SACRE, C ;(1983) « *La température opérative est définie comme la température d'une enceinte fermée noire dans laquelle un individu échangera la même quantité de chaleur par rayonnement et par convection que dans son environnement réel* ». (SACRE, C ; 1983)

On peut avoir la température opérative par mesure sur site à l'aide d'un thermocouple placé dans un corps noir (une sphère en P.V.C par exemple) c'est-à-dire par une enceinte absorbante, conductrice et de faible inertie thermique cette dernière abritant la sonde thermique. (BOUMARAF. H et al ; 2008)

Elle peut être écrite de la façon suivante. (MOUJALLED, B; 2007)

$$T_{op} = \alpha.t_a + (1 - \alpha) t_{mrt}$$

Avec :

t_a = température d'air, °C

t_{mrt} = température moyenne radiante, °C

α = paramètre dépendant exclusivement de la vitesse d'air (souvent voisine de 0,5)

II.4.5. Température effective :

Cette dernière se base sur l'impression thermique instantanée ; c'est-à-dire, elle est éprouvée par l'individu (le sujet) directement après son introduction dans une ambiance donnée, est avoir sa réaction retenue pour cet indice. Notant que cet indice ne tient pas en compte les effets du rayonnement, dont elle intègre également la température, l'humidité et la vitesse de l'air (HOUGHTEN et al. 1923). Et ils ont développé deux abaques, l'un pour des sujets aux torsos nus et l'autre pour des sujets portant des vêtements d'intérieur ordinaires. (VINET, J ; 2000)

II.4.6. L'indice de la température standard effective /standard effective temperature (SET) :

La température standard effective c'est la température d'un environnement isotherme veut dire que :

- la température des surfaces égales à la température de l'air.
- l'humidité relative = 50 %.
- dans un air calme = 0.12 m/s.
- une isolation de vêtement standard.
- la personne (le sujet) a la même température moyenne de peau et la même mouillure cutanée que dans l'environnement réel.

« L'indice SET est donc fonction du niveau d'activité, des caractéristiques d'isolation des vêtements et des variables physiques de l'environnement. La valeur de SET est directement liée à la sensation et non à la température de l'air » (VINET, J ; 2000) (Voir tableau II.03)

SET (°C)	Etat physiologique d'un individu(sujet) sédentaire	Sensation
> 37.5	Défaillance de la régulation	Très chaud, inconfortable
34.5 – 37.5	Sueur abondante	Chaud, très inacceptable
30.0 – 34.5	Sueur	Chaud, inconfortable, inacceptable
25.6 – 30.0	Sueur faible, vasodilatation	Légèrement chaud, légèrement inacceptable
22.2 - 25.6	Neutralité	Confortable acceptable
17.5 – 22.2	Vasoconstriction	Légèrement frais, légèrement inacceptable
14.5 – 17.5	Refroidissement lent du corps	Frais inacceptable
10.0 – 14.5	Frisson	Froid très inacceptable

Tableau II.03 : Correspondance entre SET, état physiologique et la sensation (MC INTYRE ; 1980)

Par contre ; SET* c'est la nouvelle température effective standardisée, ce qu'il y a de plus, c'est que la valeur de SET* lorsque l'individu (sujet) adapte ses vêtements à son activité. (GAGGE et al. 1986)

II.4.7. L'indice DISC (Indice d'inconfort thermique) :

Cet indice contrairement aux autres indices ; il touche l'inconfort et non pas le confort ; veut dire, il touche le stress thermique dont il se base sur les facteurs physiologiques importants dans les climats chauds ; le premier : la mouillure cutanée (ω) et le deuxième : c'est le débit sudoral. (WINSLOW, C.E et al ; 1937) (Voir tableau II.04 et tableau II.05)

Les valeurs de cet indice sont :

Sensations	Echelle
Confortable et agréable	0
Légèrement inconfortable mais acceptable	1
inconfortable et désagréable	2
Très inconfortable	3
Tolérance limité	4
Intolérable	5

Tableau II.04 : échelle par sensations de l'indice DISC ; source : BOUTABA, S. (2007)

Zone de confort	Echelle
Neutralité	0
Agréable	1
légèrement agréable	2
Désagréable	3
Très désagréable	4
Quand la mouillure atteint le point critique	5

Tableau II.05 : échelle par zones de confort de l'indice DISC ; source : SANGKERTADI ;(1994).

II.4.8. L'indice de température équivalente physiologique / Physiologically Equivalent temperature (PET) :

« L'indice PET se place comme la plupart des indices analytiques ... pour l'évaluation des échanges thermiques » (DE OLIVEIRA, F ; 2005) « La température équivalente physiologique (PET) est définie comme un indice thermique universel. Cet indice est basé sur les modèles d'Énergie-Équilibre de Munich pour les individus (MEMI) » (DE OLIVEIRA, F ; 2005)

VINET, J ; (2000) définit cet indice (la température équivalente physiologique) selon HÖPPE, P ; (1999) « comme la température de l'air à laquelle, dans un local intérieur typique avec ou sans rayonnement solaire, le bilan de chaleur du corps humain est équilibré avec les mêmes températures interne et de peau que celles obtenues en conditions extérieures. Ainsi, le PET permet de comparer les effets d'un environnement thermique complexe en extérieur avec sa propre expérience en intérieur ».

À noter que le corps humain sera avec activité légère, métabolisme de travail de 80 W à ajouter au métabolisme de base, et résistance des vêtements de 0.9 clo. (MATZARAKIS, Andreas et al ; 2008), (MATZARAKIS, A et al ; 1997), VDI ; (1998), HÖPPE, P ; (1999) et MATZARAKIS et al ; (1999) (Voir Annexe G ; tableau relatif à l'échelle des classes de la perception thermique et le niveau du stress physiologique indiquées par la PET et PMV pour un homme, production de chaleur interne : 80 W, résistance des vêtements 0.9 clo.)

II.4.9. Vote moyen prévisible / Predicted Mean Vote (PMV) :

Cet indice est basé sur les travaux de FANGER, P.O(1972) ; dont la norme ISO : 7730-93 l'avait adopté en 1984 et il était révisé en 1993 ; sous l'intitulé ambiances thermiques modérées. (FANGER P.O ; 1972)« *Le PMV peut être calculé à partir des six paramètres de base du confort thermique, les quatre grandeurs physiques de l'ambiance thermique, avec l'activité et la vêtue des sujets*»(MOUJALLED, B ; (2007). Entre dans le calcul de cet indice les paramètres classiques sont : la température de l'air, la vitesse de l'air, l'humidité relative la température radiante moyenne, le métabolisme et la résistance thermique des vêtements en plus de ces paramètres l'introduction de deux paramètres physiologiques : la température moyenne de la peau et l'évacuation de la chaleur par sudation tout cela avec l'exigence d'un équilibre thermique veut dire le bilan thermique = 0 (états stationnaires / sensation de séjour).(VINET, J ; 2000)

Pour cela 1396 sujets ont été testés sous :

- nombreuses valeurs de température ambiante.
- 9 valeurs de vitesse d'air.
- 1 valeur d'humidité 50 %.
- 7 valeurs relatives aux vêtements.
- 8 niveaux d'activité.

Selon VINET, J ;(2000) « *Le vote de confort moyen (PMV : Predicted Mean Vote) varie sur une échelle de 7 degrés allant de - 3 (très froid) à + 3 (très chaud). La formule se base sur l'hypothèse fondamentale que le vote de sensation thermique est proportionnel à la charge thermique appliquée à l'individu, c'est à dire à l'effort que les mécanismes régulateurs doivent fournir* » (VINET, J ; 2000)(Voir Annexe G ;tableau relatif à l'échelle des classes de la perception thermique et le niveau du stress physiologique indiquées par la PET et PMV pour un homme, production de chaleur interne : 80 W, résistance des vêtements 0.9 clo.)

II.4.9.1. Echelle de confort du PMV :

Cette dernière a été corrigé dont l'adaptation du PMV de FANGER ;(1970) avec rayonnement de court longueur d'onde. L'indice est calculé dans la température moyenne radiante. (KEDISSA,C ; 2010, p. 148)

Sensation	Echelle
Extrêmement chaud	> 2.5
Très chaud	2.5
	1.5
Chaud	1.5
	0.5
Confortable	0.5
	- 0.5
Frais	-0.5
	-1.5
Froid	-1.5
	-2.5
Très froid	< -2.5

Tableau II.06 : Echelle de confort par rapport au PMV. Source: JENDRITZKY; (1979)

II.4.9.2. Une autre échelle pour PMV :

PMV	Sensation Thermique	Charge Thermophysique
PMV ≥ 3,5	trop chaud	stress thermique extrême
2,5 ≤ PMV ≤ 3,5	très chaud	grand stress thermique
1,5 ≤ PMV ≤ 2,5	chaud	stress thermique modéré
0,5 ≤ PMV ≤ 1,5	légèrement chaud	stress thermique léger
-0,5 ≤ PMV ≤ 0,5	confortable	confort
-1,5 ≤ PMV ≤ -0,5	légèrement frais	léger stress dû au froid
-2,5 ≤ PMV ≤ -1,5	froid modéré	stress dû au froid
-3,5 ≤ PMV ≤ -2,5	froid modéré	stress dû au froid important
PMV ≤ -3,5	très froid	stress dû au froid extrême

Tableau II.07: Echelle de PMV avec la sensation thermique et la charge thermophysique. Source : PINSEN Laura ;(2016)

II.4.9.3. Actualisation de l'Echelle de PMV :

D'après BOURBIA Fatiha (2004), l'échelle de PMV à était développée pour être adoptée aux espaces extérieurs.

A vrai dire que l'indice du PMV était conçu en premier temps pour les espaces intérieurs. 'BRUSE Michael ; (2004)¹⁴ a amélioré lors de ses travaux effectués pour l'actualisation

¹⁴ Source : MANSOURI, Ourida ; (2008). L'influence de la réflectivité des matériaux (Albédo) sur la modification du microclimat et le confort thermique extérieur dans un canyon urbain, cas du Coudiat de Constantine. Page : 84.

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

de son programme de simulation l'échelle de confort, où il a adopté neuf échelles (-4 / +4) de confort propres aux espaces extérieurs.

ASHRAE	Echelle	ECHELLE ADAPTEE
	-4	Extrêmement froid
Très froid	-3	Très froid
Froid	-2	Froid
Un peu froid	-1	Un peu froid
Confort	0	Confortable
Un peu chaud	1	Un peu chaud
Chaud	2	Chaud
Très chaud	3	Très chaud
	4	Extrêmement chaud

Tableau II.08 : Echelle de PMV. Source : BOURBIA, F ;(2004)

(Voir Annexe G ;tableau relatif à l'échelle des classes de la perception thermique et le niveau du stress physiologique indiquées par la PET et PMV pour un homme, production de chaleur interne : 80 W, résistance des vêtements 0.9 clo.)

II.4.10. Pourcentage prévisible d'insatisfait (PPD):

PPD : Predicted Percentage of Dissatisfied ; FANGER, P.O lors de l'établissement de l'indice PMV il s'est trouvé obligé à le lier à un autre indice, c'est le PPD : Predicted Percentage of Dissatisfied en anglais et Pourcentage prévisible d'insatisfait en français.

Ce dernier prévoit le pourcentage des individus qui seront insatisfaits. Le pourcentage augmente de façon symétrique de la référence zéro (sensation neutre) vers les sensations chaude et froide. (MOUJALLED, B ; 2007) (Voir figure II.16)

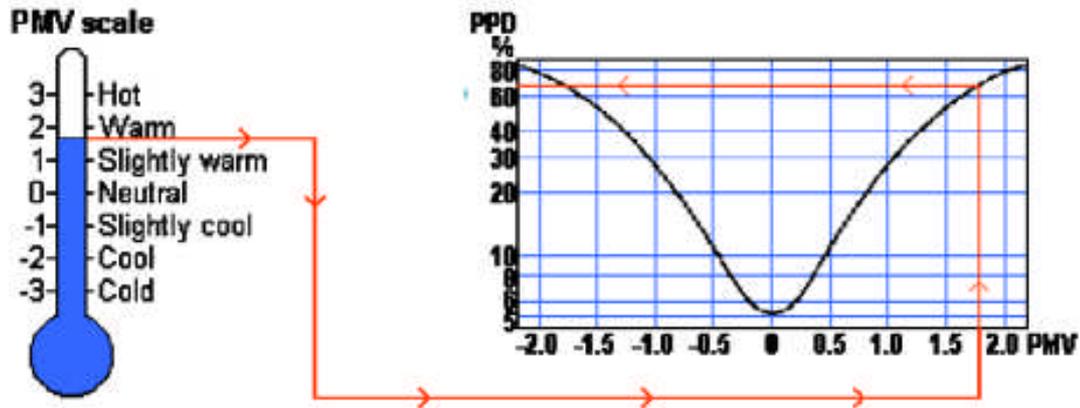


Figure II.16 : Correspondance entre le PMV et le PPD. Source : site web : <http://www.innova.dk/books/thermal/thermal.htm> ; Cité in thèse de VINET, J ; (2000, page : 110)

II.4.11. La sensation thermique effective (ASV):

La sensation thermique effective d'un individu y est considérée égale à son choix sur une échelle de cinq niveaux allant de « très froid » à « très chaud ». L'échelle ASV (Actual Sensation Vote) utilisée comporte les cinq niveaux suivants:

-2 = très froid, -1 = froid, 0 = neutre, 1 = chaud, 2 = très chaud.

Les paramètres microclimatiques mesurés pendant les interviews et utilisés dans l'élaboration d'un indice de confort sont : la température de l'air (T_{air} , °C), le rayonnement solaire global (S_{ol} , W/m²), la vitesse du vent (V , m/s) et l'humidité relative (RH, %). Différents modèles ont été établis pour déterminer les valeurs de l'ASV à partir de ces paramètres microclimatiques, pour différentes villes correspondant à différentes zones climatiques.

II.5. Paramètres relatifs à l'environnement :

D'après VINET, J (2000) les paramètres relatifs à l'environnement sont : la température de l'air, la température radiante moyenne, l'humidité de l'air et la vitesse de l'air. par contre en extérieur il faut prendre en compte les apports solaires (directs, indirects et diffus), la température de la voûte céleste et les phénomènes naturels (la pluie, la grêle, la neige ...etc.)

II.5.1. La température de l'air :

La température de l'air est relative à l'air, bien sur avec l'élimination de tous les échanges thermiques malgré la difficulté rencontrée pour le faire. (BENNADJIA ; 1999). C'est une grandeur physique où elle indique l'échauffement et le refroidissement de l'air ; cette dernière représente la quantité d'énergie dans l'air ; veut dire, c'est la vitesse où les atomes et les molécules de l'atmosphère se déplacent. (BOUKHABLA, M ; 2015) En Algérie la température (Tair) est exprimée en degrés Celsius (°C) ; et d'autres pays utilisent le degré kelvin et le degré Fahrenheit. La température de l'air mesurée sous abri et à une hauteur d'un 1.80m du sol.

II.5.2. L'humidité relative :

Selon REITER, S ; (2007) « L'humidité relative de l'air est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air sous forme de vapeur à la température ambiante et la quantité maximale (niveau de saturation) qu'il peut contenir à cette même température » (REITER, S ; 2007) (Voir figure II.17)

$$\text{L'humidité relative} = \frac{\text{Humidité absolue}}{\text{Valeur de saturation}} \times 100$$

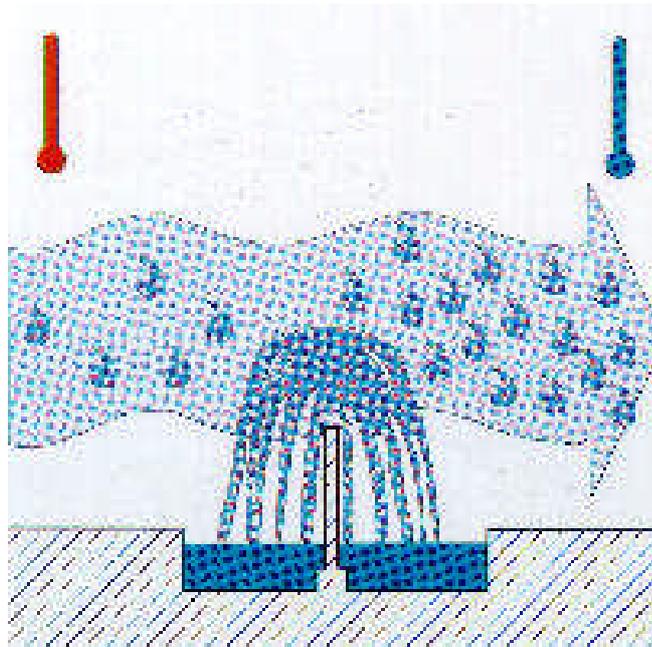


Figure II.17 : Humidification de l'air par une fontaine. Source : REITER, S ; (2007)

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Et d'après LEBARD, A et al ; (2005) «l'air est un mélange d'air sec et de vapeur d'eau, l'humidité relative est le rapport exprimé en pourcentage entre la quantité d'eau contenue dans l'air sous forme de vapeur à la température ambiante et la quantité maximale qu'il peut la contenir à cette même température ». L'humidité relative dépend de la nature du sol, la présence de la végétation, le régime des vents et les précipitations.

II.5.3. Vitesse de l'air :

Le déplacement des masses de l'air des zones froides vers les zones chaudes d'une ville créent un vent avec une vitesse ; ce qu'en appelant la vitesse du vent ou bien la vitesse de l'air. (Voir figure II.18) Sachant que la ville est génératrice de vent, d'après ESCOURROU, G ;(1991) cela est due à la différence de température entre le centre de la ville et sa périphérie. Il faut savoir que la vitesse du vent est nulle au sol, et elle augmente avec la hauteur. (REITER, S ; 2007) veut dire, pour la même hauteur (20m par exemple) la vitesse moyenne du vent est moins importante de 20 à 30% en ville qu'en milieu rural. (Sacré, C ; 1983)

En général la vitesse du vent est moindre qu'en site dégagé, le graphe ci-dessous (figure II.18) montre schématiquement l'évolution du profil du vent en fonction de la nature du sol.

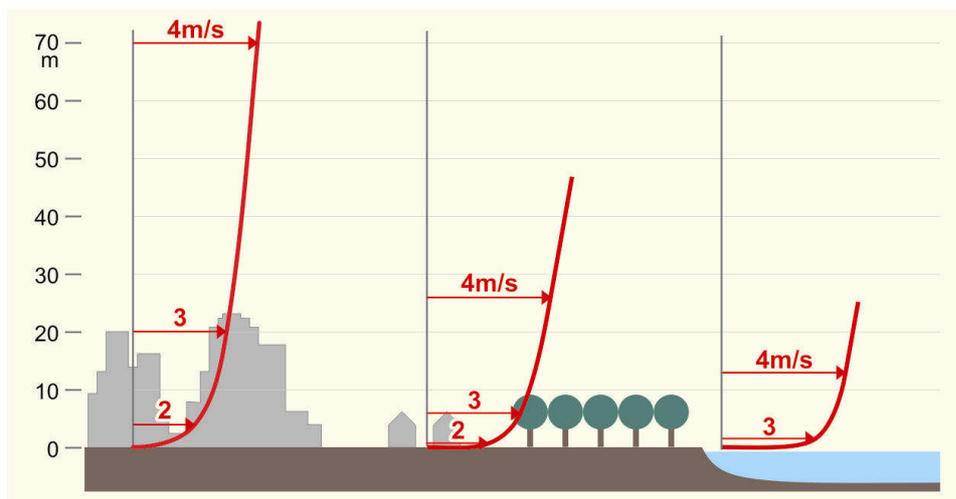


Figure II.18: Variation de la vitesse du vent selon la hauteur et la rugosité du site. Source : REITER, S ; (2007)

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Plusieurs paramètres agissent sur la vitesse du vent, elle augmente et se réduit selon la nature du sol et les obstacles rencontrés.

Le tableau ci-dessous (tableau II.09), représente l'échelle de Beaufort, adaptée par Penwarden qui permet de classer les types de vent en fonction de leur vitesse à 10m du sol. Nous y avons ajouté les vitesses du vent correspondant à une hauteur de 1.5m, car c'est la hauteur idéale pour mesurer l'effet mécanique du vent sur les piétons.

Type de vent	Nombre de Beaufort	V (m/s) à 10 m	V (m/s) à 1.5 m	Effets mécaniques du vent au niveau des piétons
Calme	0	0 à 0.3	0 - 0.28	Calme
Air léger	1	0.4 à 1.5	0.28 à 1.11	La direction du vent est perçue par inclinaison de la fumée
Brise légère	2	1.6 à 3.3	1.11 à 2.5	Le vent est ressenti sur le visage. Les feuilles bruissent.
Brise douce	3	3.4 à 5.4	2.5 à 4.2	Les feuilles sont en mouvement permanent. Le vent étend des drapeaux légers, les cheveux sont dérangés, les vêtements amples claquent au vent.
Brise modérée	4	5.5 à 7.9	4.2 à 6.1	La poussière et les papiers perdus se soulèvent ; les cheveux sont décoiffés, les branches des arbres bougent.
Brise Fraîche	5	8.0 à 10.7	6.1 à 8.3	La force du vent est ressentie par le corps. C'est la limite de la possibilité de trouver le vent agréable : marche légèrement perturbée, neige qui s'envole, petits arbres qui plient.
Brise Forte	6	10.8 à 13.8	8.3 à 10.6	Il est difficile de marcher droit, les parapluies sont utilisés avec difficulté, les cheveux volent tout droit, le bruit du vent est désagréable aux oreilles, la neige est emportée au-dessus des têtes, les grandes branches des arbres sont en mouvement.
Vent Modéré	7	13.9 - 17.1	10.6 - 13.3	Marcher est inconfortable.
Vent fort	8	17.2 - 20.7	13.3 - 16.1	Augmentation générale des causes d'inconfort. Progression pedestre difficile et dangereuse ; difficulté de garder l'équilibre sous les rafales. Les branches des arbres secassent.
Tempête	9	20.8 - 24.4	16.1 - 18.9	Risque réel d'être violemment projeté à terre sous l'effet des rafales de vent

Tableau II.09 : l'échelle de Beaufort. Source: REITER, S; (2007, page: 228).

II.5.4. Facteur de vue du ciel (sky view factor) :

Facteur de vue du ciel ou bien dit (SVF) sky view factor, selon Grimmond, et al (2001)
C'est une mesure de l'angle solide sous lequel le ciel est vu depuis un espace urbain ; Il détermine les échanges radiatifs entre le ciel et la structure physique de la ville. »

Ce facteur varie entre 0 et 1 ; si $SVF = 1$; il signifie que la vue du ciel est dépourvue de toute obstruction (construction, arbre, mobilier urbain, ...etc.) et dans le cas où il égale à 0, ça veut dire que la vue du ciel est totalement obstruée.

SVF est déterminé par l'équation suivante : Ref : SELBY ; (1974) cité in : DUCHESNE, Jean BOUVIER ; et al 2005).

$$SVF \text{ d'un espace urbain} = \frac{\text{L'angle solide de vision du ciel}}{\text{L'angle solide hémisphère}}$$

L'angle solide se définit dans l'espace à trois dimensions, sur une sphère, comme le rapport $\Omega = S/R^2$ entre la surface S interceptée sur une sphère centrée sur l'œil de l'observateur, et le carré du rayon de la sphère. Les valeurs de l'équation sont selon : TSIANAKA, E ; (2006)

$$SVF = \frac{400 \cdot L \cdot W}{\pi (L^2 + H^2)}$$

L = la longueur de l'espace urbain.

W = la largeur de l'espace urbain.

H = la hauteur moyenne des constructions qui entourent l'espace urbain.

II.5.5. Ratio H/L (ou H/W) :

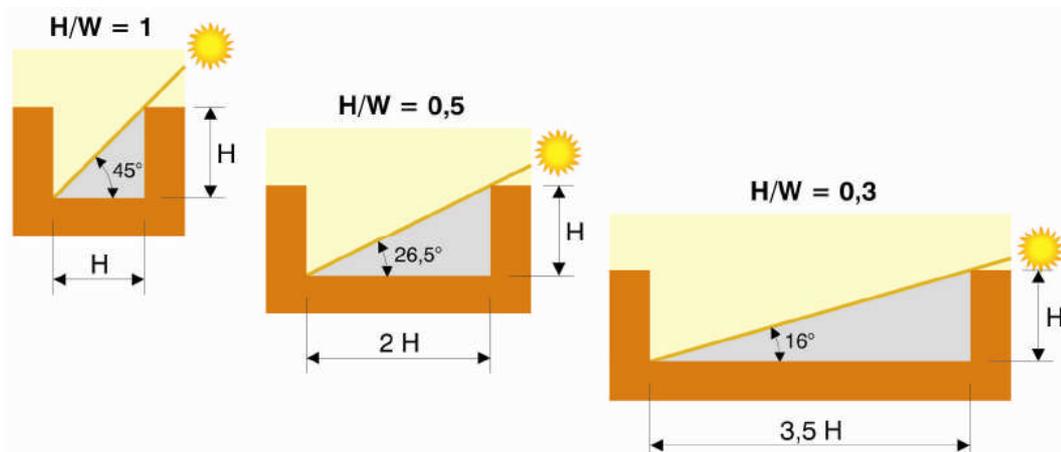


Figure II.19 : représente différents types d'espace et avec différents 'H/L' et son rapport avec les rayons solaires. Source : REITER, S ; (2007, partie : 2, page 362).

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

Selon Ait-Ameur et al ;(2002) et d'après AHMED OUAMEUR FOUAD ;(2007) « Le ratio 'H/L' exprime le rapport entre la hauteur moyenne de l'espace et sa largeur. Pour un espace de forme polygone non homogène, la plus petite largeur entre les bâtiments doit être considérée ». Entrer dans les détails des dimensions de l'espace urbain nous permettra de savoir quelles sont les façades exposées ou non aux rayonnements solaires, cela nous donnera l'occasion de connaître les surfaces soient horizontales ou verticales entrants dans les échanges énergétiques de l'espace étudié. (Voir figure II.19 et figure II.20)

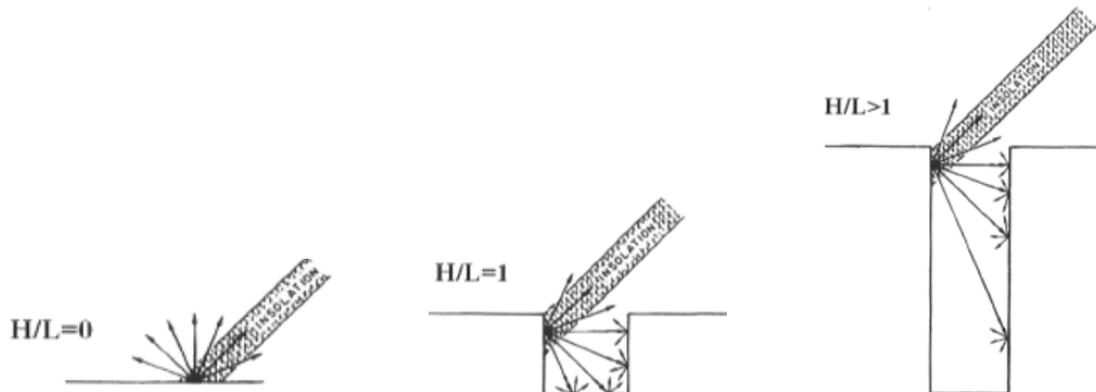


Figure II.20 : Schéma représente le rayonnement solaire incident dans différents types d'espace et avec différents 'H/L'.(GIVONI, B ; 1998)

Pour calculer le ratio : 'H/L'on doit mesurer toutes les hauteurs des façades (surfaces verticales) et déduire une hauteur moyenne de l'espace urbain ensuite savoir la mesure la plus petite.

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Hauteur moyenne des façades (H}_m\text{)}}{\text{La largeur la plus petite (L}_p\text{)}}$$

II.5.6. L'Albédo :

Vient du mot « Albus » qui veut dire en grec « blanc » ce dernier apparu au 19eme siècle par George Philipps Bond (astronome américain). Il est le rapport du rayonnement solaire réfléchi et du rayonnement solaire reçu sur une surface. (BOZONNET, E ;2005)

$$\text{Albédo} = \frac{\text{l'énergie solaire incidente réfléchié par une surface}}{\text{l'énergie solaire incidente}}$$

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

L'Albédo ou bien la réflectivité ; elle est exploitée dans le domaine du confort thermique dans la sélection et le classement des matériaux par leur nature soient : couleur, perméabilité ou texture, tout cela indique le degré du reflet et l'absorption du rayonnement solaire. (Voir figure II.21)

Les matériaux de couleur sombres reflètent moins le rayonnement solaire ce qui engendre une augmentation de la température de l'air ; par contre les matériaux de couleur clair absorbent moins le rayonnement solaire. (Voir tableau II.10, tableau II.11 et tableau II.12)

Selon REITER, S ; (2007) « L'albédo est la mesure de la capacité d'une surface à réfléchir le rayonnement solaire. L'albédo est quantifié par un chiffre entre 0 et 1 qui exprime la portion du rayonnement solaire réfléchi par rapport à la quantité reçue. Un corps, qui réfléchit la totalité du rayonnement solaire, a un albédo de 1 alors qu'un corps qui l'absorbe à 100% à un albédo de 0 » Sachant qu'une partie de l'énergie solaire arrivant sur une surface est réfléchi et le reste est absorbé.

Pour cela, la surface qui a un faible albédo elle est plus chaude que celle avec un fort albédo. Autre chose en rapport avec l'albédo, c'est l'émissivité de la surface, ou bien du matériau. Cette dernière c'est le rayonnement infrarouge émis par les surfaces chauffées, puisque une partie piégé à l'intérieur dans l'espace urbain et elle réchauffe l'air ambiant et les matériaux.

Et d'après TAHA, H ; (1997) L'albédo correspond au pouvoir de réflexion d'une surface exposée à la lumière. Selon ACKERMAN, S ; (2007) A la fin de la journée et pendant toute la nuit les matériaux vont émettre sous forme de rayonnement infra rouge l'énergie stocker durant la journée.

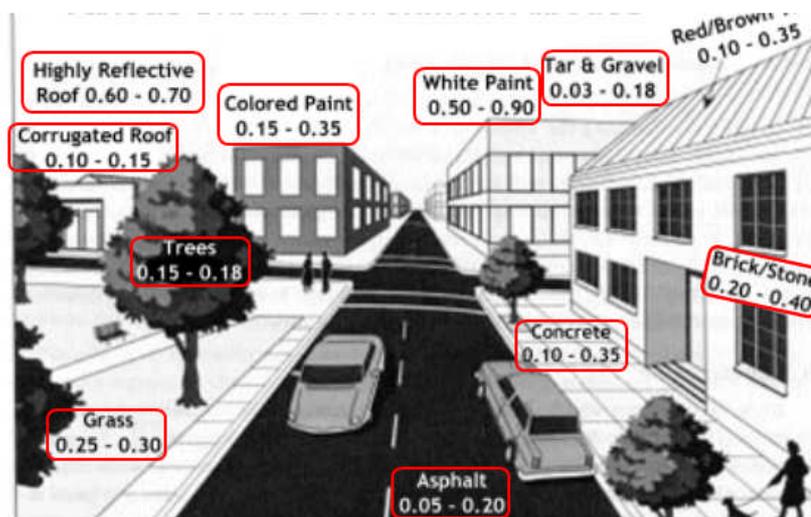


Figure II.21 : Albédo de surface en milieu urbain.

Source site web : <http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/>

II.5.6.1. Influence de l'albédo :

Influence de l'albédo des matériaux sur la température de leurs surfaces, ce qu'on constate l'évolution de cette dernière au cours de la journée et elle dépasse très largement la température de l'air. Le graphe (figure II.22) montre l'évolution des températures de surface de différents matériaux d'une expérience réalisées à Athènes (le mois d'août 2001) (DOULOS et al ; 2004).

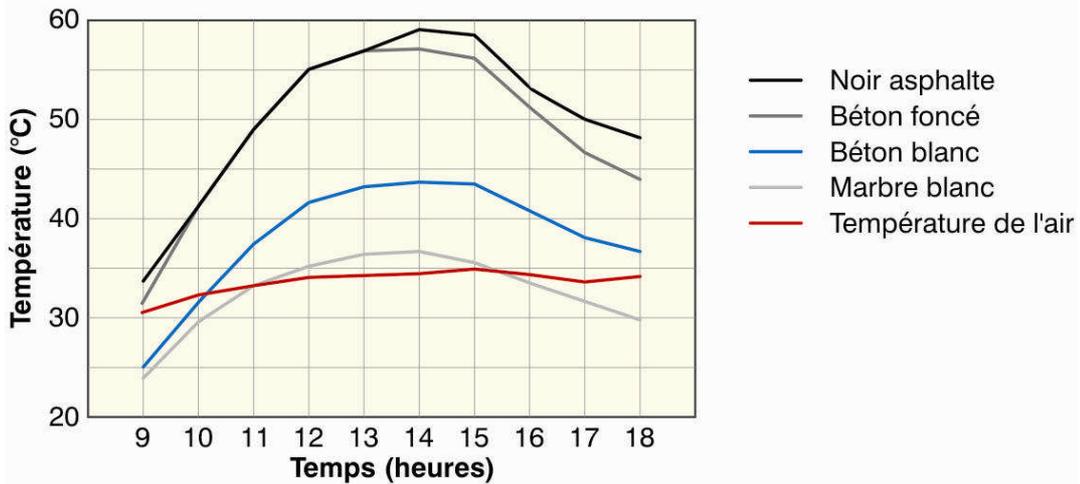


Figure II.22 : Graphe relatif au facteur d'émissivité de différents matériaux. Source : REITER, S ; (2007)

I.5.6.2. Matériaux / Emissivité :

Matériaux	Emissivité
Corps humain	0.98
glace	0.97
eau	0.96
neige fraîche	0.95
Verre	0.94
Brique	0.93
Béton	0.92
Sable	0.9
Acier	0.2 à 0.3
Aluminium	0.09

Tableau II.10 : quelques valeurs pour l'albédo de matériaux typiques de façades et du mobilier urbain. Source : REITER, S ; (2007)

II.5.6.3. Matériaux de façade ou de mobilier urbain / Albédo :

Matériaux de façade ou de mobilier urbain	Albédo
Ardoise	0.11
Arbre à feuilles caduques	0.2 à 0.3
Double vitrage	0.13 à 0.22
Béton	0.2 à 0.45
Bois	0.15 à 0.4
Briques ordinaires rouges	0.23 à 0.32
Calcaire	0.5 à 0.65
Ciment (vieux de 1an)	0.29
Grès	0.27 à 0.46
Marbre	0.44 à 0.66
Granit (rougeâtre)	0.45
Métaux	0.08 à 0.85
Peintures ou matériaux non mentionnés : en fonction de la couleur	0.05 à 0.8

Tableau II.11 : quelques valeurs de l'albédo pour revêtements de sol typiques.
Source : REITER, S ; (2007)

II.5.6.4. Matériaux du sol / Albédo :

Matériaux du sol	Albédo
Surface d'eau	0.03 à 0.1
Tas de feuilles et herbes coupées	0.05
Asphalte	0.07
Bois foncé (chêne,...)	0.05 à 0.1
Bois clair (pin,...)	0.1 à 0.2
Prairie	0.12 à 0.3
Sol sableux	0.15 à 0.4
Terre nue	0.2 à 0.25
Brique pourpre	0.23
Béton	0.3
Gazon	0.26 à 0.33
Neige	0.75 à 0.95

Tableau II.12 : quelques valeurs de l'albédo pour revêtements de sol typiques. Source :
REITER, S ; (2007)

II.5.7. Température moyenne radiante : mean radiant temperature (T_{mrt})

Elle est la variable clé dans l'évaluation de la sensation thermique des espaces extérieurs, même sous les facteurs d'ensoleillement sans se soucier des indices de confort utilisés. On est devant un indicateur thermique qui intègre deux systèmes d'échanges, sont la convection et le rayonnement. (BOUKHABLA. M ; 2015)

La température moyenne radiante, c'est le cas d'un individu qui échangera la même quantité de chaleur soit par rayonnement ou bien par convection dans une enceinte noire, la température moyenne radiante c'est la température de l'enceinte noire. Et selon AHMED OUAMEUR FOUAD; (2007); d'après POTVIN, A;(1997)« *La température moyenne radiante (TMR) est définie comme la température moyenne des surfaces environnantes, elle inclut l'effet du rayonnement solaire incident. Elle a un impact significatif sur la sensation du confort thermique en milieu urbain*»

Et Selon MATZARAKIS, A et al;(2006) « *la température moyenne radiante est définie comme « température uniforme des surfaces extérieures environnantes qui procurent un rayonnement de corps noir (coefficient d'émission $\epsilon = 1$) donnant lieu pour le corps humain aux mêmes apports radiatifs que le flux radiatifs, souvent très variables qui prévalent dans les conditions d'un espace ouvert. »*

II.6. Transfert de chaleur :

Plusieurs types de transfert de chaleur :

- par conduction, on le considère l'unique mode de transfert de chaleur à l'intérieur d'un solide, c'est le transfert de chaleur dans un milieu matériel soit solide ou fluide, sans mouvement de matière.
- par convection : ce transfert se passe dans un milieu matériel avec mouvement de matière ; ce mode de transfert concerne les fluides ou les échanges entre un solide et un fluide.
- par rayonnement c'est le transfert de chaleur d'un corps à un autre séparés par le vide ou un milieu transparent, ce transfert se passe par des ondes électromagnétiques.¹⁵

¹⁵ Source : Rayonnement et convection - 1 Plate-forme TTE – C.E.S.I.R.E. – Université Joseph Fourier – Grenoble ; [http://physique-eea.ujf-renoble.fr/intra/Organisation/CESIRE/TTE/ DocsTTE/ Divers/ Rayonnement %20et%20convection.pdf](http://physique-eea.ujf-renoble.fr/intra/Organisation/CESIRE/TTE/DocsTTE/Divers/Rayonnement%20et%20convection.pdf).

II.6.1. Le Rayonnement :

Parler du rayonnement solaire nous pousse à parler du soleil, ce dernier est une source énergétique fondamentale pour la terre. Ses caractéristiques soumettent la terre à des variations saisonnières qui affectent l'insolation, l'ensoleillement et les températures. « *Le soleil est un astre incandescent (sa température superficielle est 5750°C) qui émet un rayonnement électromagnétique sous forme de lumière et de chaleur* » LEBARD, A et al ; (2005) (Voir figure II.23) les rayons solaires sont indispensables pour la vie sur terre soit pour les réactions biochimiques de la végétation ou bien la présence de la lumière et de la chaleur. Par différences de températures et de la pression ; le rayonnement solaire est à l'origine des mouvements de l'air. (Voir figure II.24)

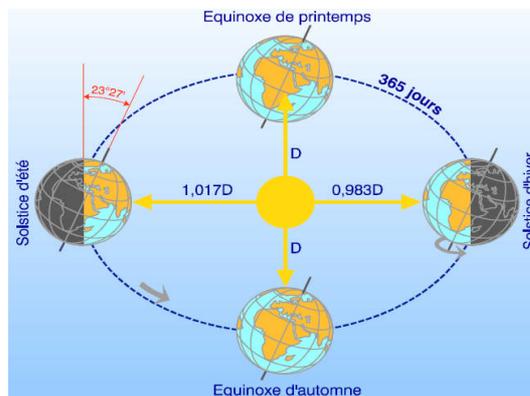


Figure II.23 : description simplifié du plan orbital du système terre-soleil ; source : LEBARD, A et al ; (2005)

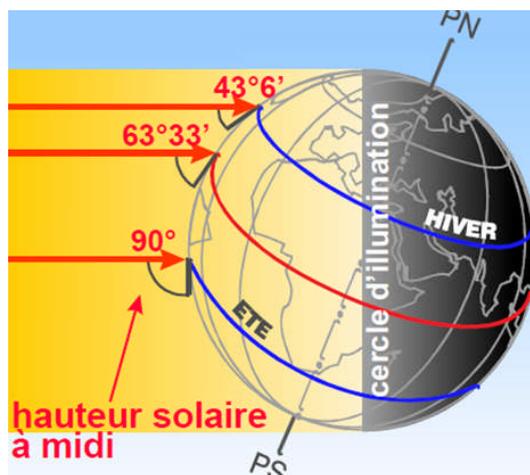


Figure II.24 : l'inclinaison de l'axe de rotation nord-sud de $23^{\circ}27'$ par rapport au plan écliptique explique les cycles saisonniers. LEBARD, A et al ; (2005)

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

À la limite de l'atmosphère, l'intensité du rayonnement solaire est 1350 W/m^2 si le ciel est clair ; par contre il atteint une puissance de 1000 W à midi sur une surface d'un mètre carré, perpendiculaire au rayonnement.

II.6.1.1. Le rayonnement solaire : c'est le déplacement de l'énergie solaire sous forme de rayons solaires, ces rayons transmettent la chaleur et la lumière sous forme de rayonnements électromagnétiques. Ce rayonnement solaire se propage à la vitesse de la lumière. (Voir figure II.25 et tableau II.13)

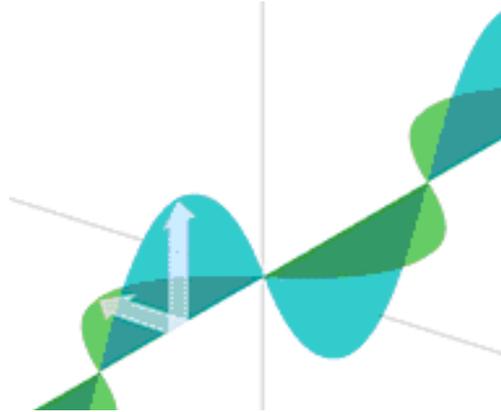


Figure II.25 : Vue d'une onde électromagnétique ; source site web : Google.com

Spectre électromagnétique

Longueur d'onde	Désignation	Domaine
> 10 cm	(150 kHz - 3 GHz)	Radio
de 1 mm à 10 cm	(10 cm - +- 1cm, 3 - 300 GHz)	micro-onde et radar
de 1 μm à 500 μm		infrarouge norme nf/en 1836
de 400 nm à 700 nm	rouge (620-700 nm) orange (592-620 nm) jaune (578-592 nm) vert (500-578 nm) bleu (446-500 nm) violet (400-446 nm)	lumière visible
de 10^{-8}m à 10^{-7}m	(400 - 280 nm)	Ultraviolet
de 10^{-11}m à 10^{-8}m		rayon X
de 10^{-14}m à 10^{-12}m		rayon γ

Tableau II.13 : classement des radiations électromagnétiques selon leur longueur d'onde.

Source : MANSOURI, O ; (2008).

Le rayonnement solaire ou bien le rayonnement de courte longueur d'onde : Le rayonnement solaire incident, avant d'arriver au sol ou bien à la surface concerné, il peut avoir différent

Chapitre II : Le confort en milieu urbain

cheminements : (KASTENDEUCH, P et al ; (2006) (Voir figure II.26,figure II.27et figure II.28)

- Rayonnement solaire direct : cette composante qui provient en ligne droite du soleil au sol (à la surface) sans l'interaction avec l'atmosphère.
- Rayonnement solaire diffusé : cette composante est diffusée au sein de l'atmosphère ; à travers les molécules de gaz et par les aérosols.
- Rayonnement solaire réfléchi : cette composante provient des réflexions des rayonnements des autres objets.

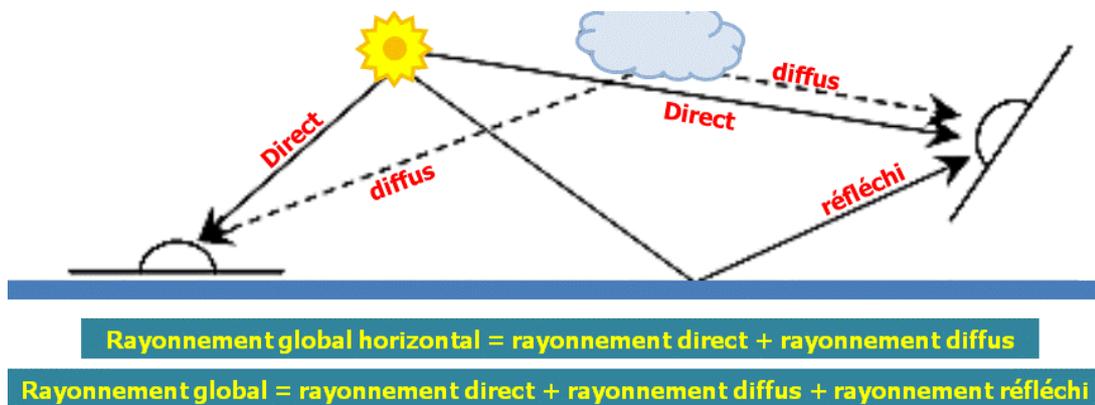


Figure II.26 : Les composantes du rayonnement solaire. Source : site web : <http://ines.solaire.free.fr/solth/page4.html>. Cité in DJEDDOU, B; (2016)

II.6.1.2. Le bilan radiatif

Le bilan radiatif « R » d'un espace urbain se calcul par la somme des flux incidents de courtes et grandes longueurs d'onde absorbés par le tissu urbain (façades, sol, toit,...) moins l'émission de grande longueur d'onde des surfaces. (Voir figure II. 28)

$$R = (I_b + I_d) (1 - a) - I_1\uparrow + I_1\downarrow$$

Où :

I_b : Le rayonnement solaire direct à la surface de la terre

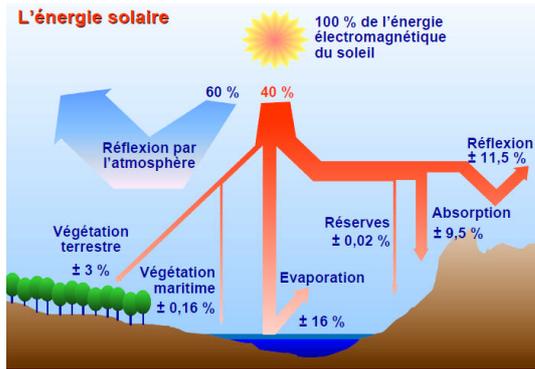
I_d : Le rayonnement solaire diffus à la surface de la terre

a : L'albédo moyen de la ville (réflectivité moyenne de courte longueur d'onde)

$I_1\uparrow$: Le rayonnement de grande longueur d'onde émis par la ville

$I_1\downarrow$: Le rayonnement de grande longueur d'onde absorbé par la ville.

Chapitre II : Le confort en milieu urbain



- 60 % : sont réfléchis directement par l'atmosphère
- 16 % : contribuent à l'évaporation des océans
- 11.5% : sont réfléchis à la surface de la terre (selon l'albédo)
- 9.5% : absorbés par la masse terrestre et les masses d'air
- 3% : alimentent la photosynthèse

Figure II.27 : L'énergie interceptée par la terre. Source : LEBARD, Aet al ; (2005)

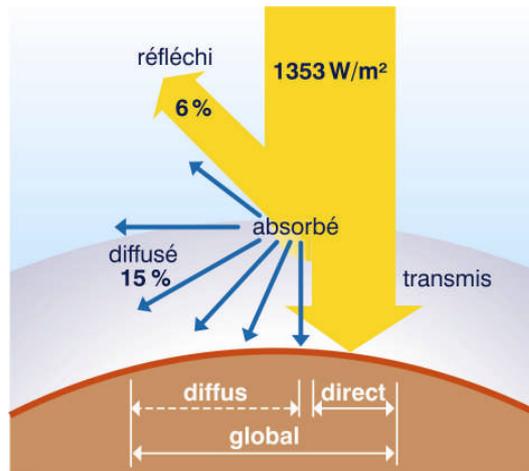
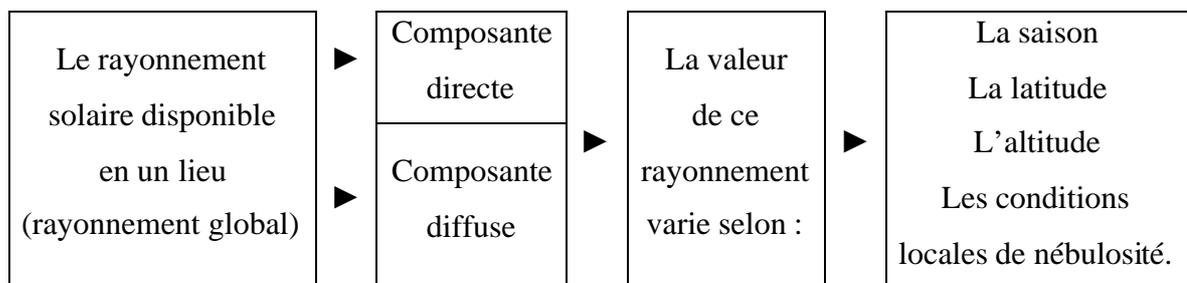


Figure II.28 : le rayonnement solaire. Source : REITER, S; (2007)



Les types de ciel influencent l'ensoleillement ; ce dernier est réduit par la nébulosité. Par exemple, un ciel couvert donne moins de 20% d'ensoleillement, un ciel clair donne plus de 80% d'ensoleillement est disponible et si le ciel moyen, donc l'ensoleillement sera entre 20 à 80%.LEBARD, Aet al ; (2005) (Voir figure II.26 et figure II.29)

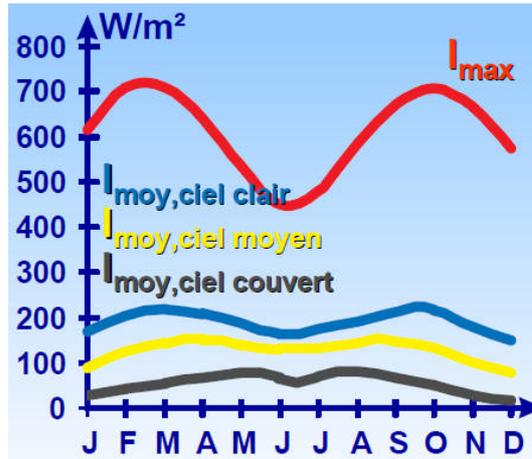


Figure II.29 : Différentes intensités de rayonnement direct (sur une surface verticale orienté au sud), en fonction de types de ciel. LEBARD, A et al ; (2005)

II.7. L'ombre :

L'ombre c'est une conséquence des objets et du soleil. Une ombre c'est une zone sombre résultat de l'interposition d'un objet opaque (construction, arbre ...) et le soleil ou bien la source de lumière. (Voir figure II.30 et figure II.31)

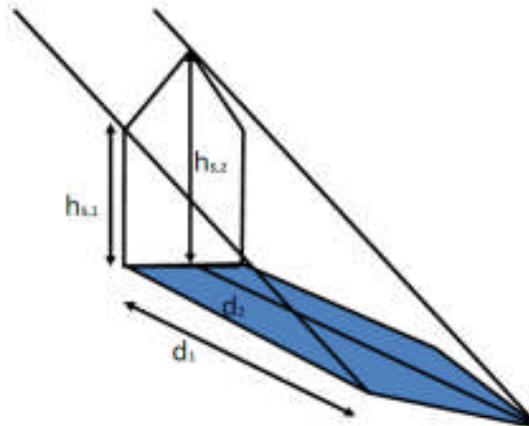


Figure II.30 : Construction de l'ombre à partir d'un polygone représentant un bâtiment.

Source : EICKER, U ; (2006)

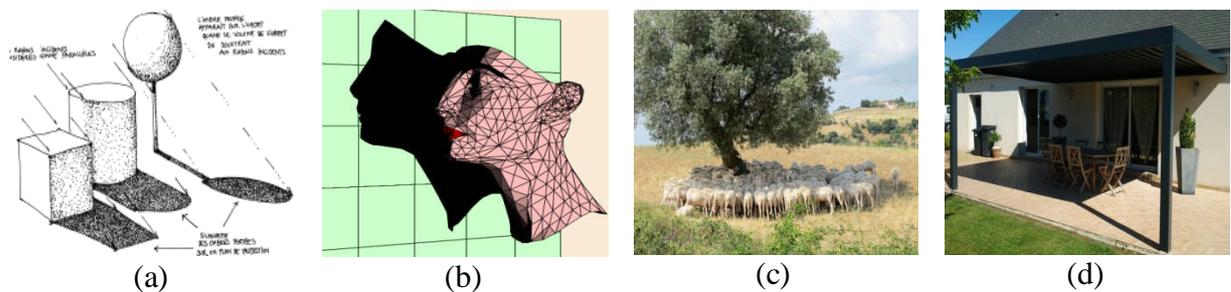


Figure II.31 : (a) : l'ombre relative aux formes géométriques. (b) : l'ombre d'une facette. (c) : tache d'ombre dans la nature. (d) : l'ombre d'une terrasse. Source : site web : Google.com

II.7.1. Création de l'ombre :

Presque toutes les recherches relatives au confort thermique aux zones arides et chaudes se basent sur les conditions d'été pendant la période de surchauffe, vu les conditions climatiques insupportables de ces dernières. GIVINI ; (1980) et CROOME ; (1990)

Les habitants de ces zones ne touchent vraiment pas la saison d'hiver qu'en cas d'absence du soleil ; pendant quelques jours froids ou bien la nuit,(YAKUBU ; 1990) pour cette raison la recherche de l'ombre s'avère nécessaire surtout aux espaces extérieurs.

II.7.1.1. Compacité de la forme urbaine

Les villes, du sud Algérien et au contraire des villes modernes se caractérisent par la compacité de leurs formes urbaines, et cela pour des raisons climatiques.(ADAD, M.C ; 2002).

La création de l'ombre ou bien avoir de l'ombrage des surfaces extérieurs au sein de l'urbain se fait par l'agglomération des constructions l'une adossée à l'autre et l'une accolée à l'autre. (Voir figure II.32) D'après FERDEHED, F ; (1987) « *la forme urbaine, l'étroitesse des rues et la hauteur des constructions assurent un ombrage mutuel des façades. Selon les orientations ils peuvent également intercepter les rayons solaires bénéfiques en période froides* ».

En outre « *un accollement autant que possible des maisons les unes aux autres horizontalement de manière à réduire sensiblement les surfaces d'ensoleillement. Cela Diminue toutefois les possibilités d'ouverture sur l'extérieur* ». ABDULHAK, S et al ;(1973)



Figure II.32 : (a) : vue sur Béni Isguen, Ghardaïa. (b) : vue sur Ghardaïa.

Source : Google.com

II.7.1.2. L'orientation et l'étroitesse des rues :

A noter que les espaces extérieurs comme les rues sont protégés ainsi que les bâtiments par le biais de la stratégie du rapport : largeur / hauteur des rues, contre les rayons solaires et les vents chauds d'été. (Voir figure II.33)

D'après BENNADJI, A ;(1999) « *les ruelles sont profondes et sinueuses amenuisant ainsi les durées d'ensoleillement des façades et empêchant le vent de chasser l'air fris accumulé la nuit* ». En plus, suivant l'orientation des ruelles elles peuvent offrir de l'ombre pour une durée plus longue de la journée.



Figure II.33 : différentes vues sue des rues de la ville de Ghardaïa. Source : Google.com

II.7.1.3. Encorbellement :

Selon le dictionnaire : c'est une construction formant saillie sur le plan vertical d'un mur et soutenue en porte à faux par des corbeaux ou des consoles.¹⁶ (Voir figure II.34) on réalité l'encorbellement c'est une extension des espaces intérieur vers l'extérieur en étage aux dépens de la rue. Le résultat de cette dernière l'ombrage de la rue.



Figure II.34 : différentes vues sur la casbah d'Alger qui représentent les encorbellements.

Source : site web Google.com

II.7.1.4. Passage couvert (arcade)

Les passages couverts (arcades) ce sont des passages qui donnent aux gens de l'ombre et de fraîcheurs pour les usagers de ces galeries. (Voir figure II.35)

¹⁶Ref : <http://www.cnrtl.fr>



Figure II.35 : différentes vues sur la place du marché Ghardaïa ; les vues représentent les passages couverts (arcades). Source : Google.com

II.7.1.5. L'implantation des arbres.



Figure II.36 : création de l'ombre par la végétation (arbres, plantes grimpantes ...etc). Source : site web : Google.com

Le rôle du végétal urbain et surtout l'arbre urbain a été largement expliqué au chapitre I : le végétal urbain.

II.8. Conclusion :

Dans ce chapitre, on a tenté d'englober la 'notion du confort' dans sa définition malgré la difficulté liée à la qualification et à la quantification de cette notion. Où on a vu que « *Le confort semble donc dépendant de l'ensemble des commodités qui procure de l'agrément, générant une impression plaisante ressentie par les sens et l'esprit, voire même un certain plaisir. Certes, mais alors que sont ces commodités ? Par définition, c'est tout ce qui est d'utilisation facile, qui procure l'aisance, qui remplit l'usage qu'on en attend ou qui rend la vie agréable* ». (CANDAS, V ; 2008)

La cause de la complexifier dans la définition du confort thermique est liée à la subjectivité dans la sensation au froid et à la chaleur d'un individu à un autre.

En effet « *La définition du confort thermique est très complexe en raison de l'interaction de plusieurs variables environnementales et personnelles. Le maintien de l'équilibre thermique entre le corps humain et son environnement est l'une des principales exigences pour la santé, le bien-être et le confort* » GIVONI, B ; (1978).

Donc, dans ce chapitre, on a pris en considération les paramètres physiques soient du confort ou du climat, c'est-à-dire tout ce qui est en relation avec le transfert de chaleur sous ses différentes formes possibles entre l'individu et son environnement. Même on a touché l'impact du ratio H/W, l'albédo, SVF ...etc.

On a cherché encore à savoir 'le climat', les facteurs et les paramètres climatiques qui affectent et qui influencent 'le confort thermique', pour maîtriser ce dernier et pouvoir l'optimiser et l'améliorer, comme on verra ça dans les prochains chapitres de notre recherche. Les paramètres climatiques qui affectent une région ou une ville sont : la température de l'air, l'humidité de l'air, la vitesse du vent, le rayonnement solaire, la pression atmosphérique, les brumes et brouillards et la nébulosité. Et d'après REITER, S ; (2007) ; les principaux paramètres climatiques sont : la température, le vent, l'humidité, les précipitations et le rayonnement solaire. Comme on a cherché dans ce chapitre à englober le concept de 'l'ombre' et les moyens architecturaux pour l'offrir dans l'espace urbain ; par la compacité de la forme urbaine, l'orientation et l'étroitesse des rues, l'encorbellement, le passage couvert, le végétal urbain et autres.

En plus, la définition de certains indices relatifs au confort ; HEAT, INDEX, HUMIDEX, UTCI, SET, DISC, PET, PMV, PPD et autres. Dont on a vu le développement de l'échelle de PMV pour être adoptée aux espaces extérieurs. Et la PET dont DE OLIVEIRA, F ; (2005) « *L'indice PET se place comme la plupart des indices analytiques ... pour l'évaluation des échanges thermiques* » ces différents indices vont être utilisés pour obtenir des réponses sur le stress et la sensation du confort thermique.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Chapitre III

Villes sahariennes contemporaines

« ... Ces villes sont nées de la fonction de relais sur les grands axes caravaniers d'autrefois; elles ont pris la forme de ville-oasis, l'eau et la palmeraie assurant le support de cette fonction de relais. Elles n'ont pas connu par ailleurs à l'époque coloniale de dédoublement urbain, car la colonisation les a négligées, et n'y a implanté que quelques équipements... »

COTE, M; (1996)

Introduction

Ce chapitre commence alors par des généralités sur le territoire Algérien ;son relief, son découpage administratif, ses limites, sa nature, ses caractéristiques ...etc.

Ensuite aborder la ville de Biskra tant qu'une ville saharienne, son histoire, sa genèse, son évolution, sa croissance,le développement de son espace urbain et ses différentes étapes,durant la période prés-coloniale, coloniale, indépendance, pote-indépendance ...etc. Et les mutations profondes,dont cette ville a été touchée.

En plus, ce chapitre traite l'étalement et la croissance accélérée de l'espace urbain de la ville de Biskra et type de croissances tout en cherchant ses causes. Encore il touche les nouvelles façons et manières de production de l'espace urbain et de ses constructions et le choix de leurs matériaux.

Par la suite, on penche sur les mutations socio-économiques, culturelles, urbaine tout en focalisant sur la perte de l'identité de la ville de Biskra et la disparition de son caché, de son style, de son caractère urbain et architectural et l'effacement de sa spécificité oasienne.

La mutation de cette ville, d'une ville saharienne, veut dire, ville oasienne traditionnelle où elle répondait à son contexte et aux spécificités de sa région, à son site, à son climat aride et aux techniques de mise en œuvre de ses matériaux, vers une ville contemporaine.

III.1. Le Sahara algérien :



Figure III.01 : Carte géographique de l'Algérie 2001, source site web : Google.com

Le Sahara, occupe 10% de la surface du continent africain, (ROGNON, P ; 1994) ; Elle s'étale de l'océan atlantique à la mer rouge et du l'atlas saharien à l'Afrique noire. Généralement parler du Sahara c'est évoqué le désert ; vu que «*Le Sahara est le plus grand des déserts, mais également le plus expressif et typique par son extrême aridité*» (CHEHMA, A ; 2011) (Voir figure III.01 et figure III.02)

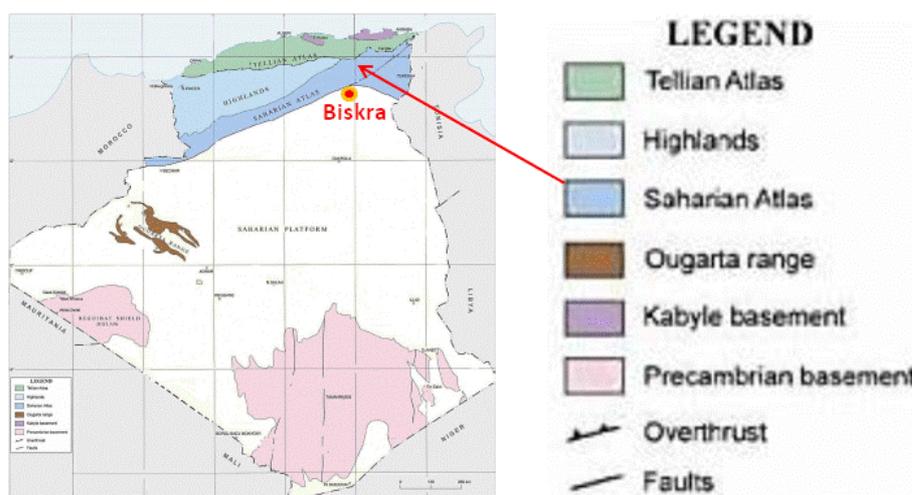


Figure III.02: Carte géographique d'Algérie. Source : site web : Google.com

Chapitre III : Villes sahariennes contemporaines

L'Algérie se situe au nord de l'Afrique ; ses limites naturelles, au nord la mer méditerranée ; au sud le Mali et le Niger ; à l'est la Tunisie et la Libye et à l'ouest le Maroc, la Mauritanie et le Sahara occidental. Le territoire algérien se constitue de deux grandes chaînes de montagnes ; l'Atlas Tellien, de la frontière marocaine à Alger, l'Atlas Tellien ne constitue pas une chaîne de montagnes continue. Il est découpé au voisinage de la mer par une série de plaines d'Oran, du Sig et du Chélif en Oranie, plaine de la Mitidja autour d'Alger, qui s'allonge le long de la mer méditerranée. (PRIGENT, E ; sans date) Et l'Atlas Saharien, il est de 700 kilomètre de long et d'une largeur de 50 à 70 km. Ses sommets dépassent un peu les 1,500 mètres. (DESPOIS, Jean ; 1959) De long relief s'étendant de la frontière marocaine à celle de la Tunisie. (Voir figure III.02)

Le Sahara, ces grandes étendues de dunes, des oasis et l'Hoggar au sud-est du Sahara Algérien. Entre ces deux chaînes s'étendent les hauts plateaux. (PRIGENT, E ; sans date)

Le sud algérien, le désert du Sahara, occupe 83% de la surface de l'Algérie, deux millions de kilomètres carrés et trois millions d'habitants, presque 10 % de toute sa population. (FONTAINE, J ; 2005). (Voir figure III.03)

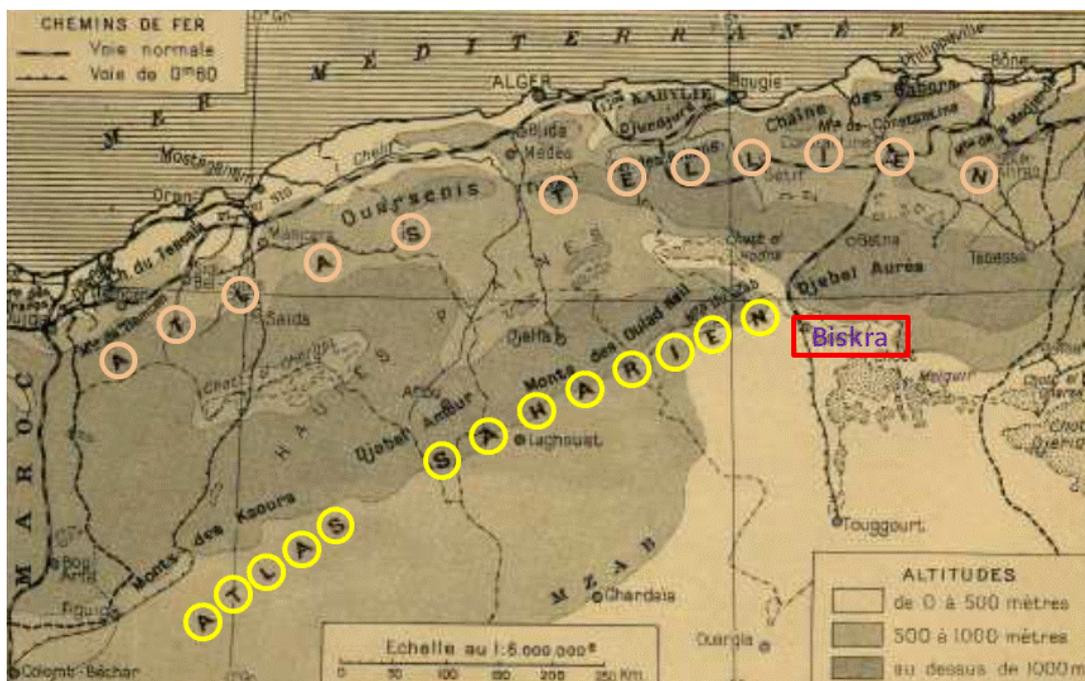


Figure III.03 : Carte d'Algérie ; atlas tellien et saharien. Source site web : Google.com

III.2. Répartition administrative de l'Algérie:

Le tell : il est divisé en trois parties ; partie Nord-Est avec huit wilayas : Constantine, Jijel, Souk Ahras, Annaba, Skikda, El Tarf, Mila et Guelma. Partie nord centre contient dix wilayas sont : Ain Defla, Médéa, Tizi Ouzou, Boumerdes, Blida, Tipaza, Chlef, Bouira, Alger et Bejaïa. Et la dernière partie le Nord-Ouest il englobe sept wilayas : Mascara, Mostaganem, Ain Témouchent, Oran, Relizane, Tlemcen et Sidi Bel Abbes. (Voir figure III.04)

Les Hauts Plateaux sont répartis en trois ; Hauts Plateaux-Est : Batna, Khenchela, Tébessa, Sétif, Bordj Bou Arreridj et Oum El Bouaghi. Les Hauts Plateaux-Centre avec trois wilayas : Djelfa, M'Sila et Laghouat. Et les Hauts Plateaux-Ouest, comportent cinq wilayas : Naâma, Tiaret, Tissemsilt, El Bayadh et Saida.

Au niveau du Sud « le sahara » :Le Sud-Est, englobe six wilayas : Biskra, El oued, Tamanrasset, Ghardaïa, Illizi et Ouargla. Et Sud-Ouest, avec trois wilayas : Adrar, Béchar et Tindouf. (ABID, L; 2014)(Voir figure III.04)

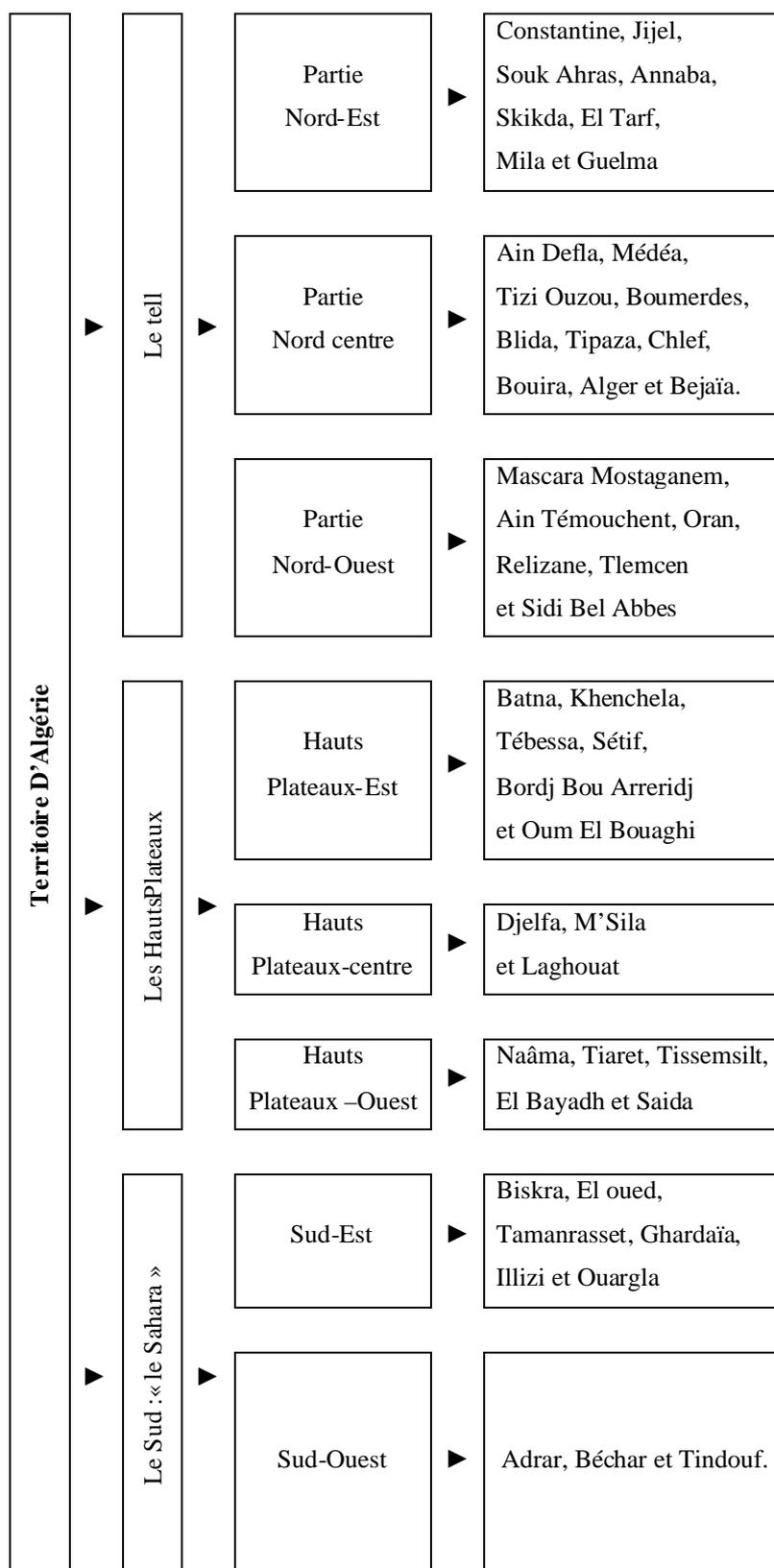


Figure III.04 : schéma répartition administrative de l'Algérie. Source :Pr. ABID Larbi ; (2014)

III.3. Les portes du Sahara :

Pénétrer au Sahara se fait par trois portes situées à l'Atlas saharien ; en direction du centre du désert en passe par Aïn-Sefra, au cœur des Monts des Ksour ; elle est la première oasis rencontrée en venant d'Oran ou de Tlemcen ; la porte orientale du Sahara algérien est la région de Biskra, au pied des Aurès, elle dessert aujourd'hui les principales régions oasiennes : le Souf wilaya d'El-Oued, l'Oued-Righ, Touggourt et Ouargla, ainsi que les régions pétrolières.

Au pied des Ouled Naïl on rencontre Laghouat ; elle est sur le même méridien qu'Alger ; elle permet de passer au mozabite (wilaya de Ghardaïa), puis El-Meniaa, et l'Hoggar, wilaya de Tamanrasset. (FONTAINE, J ; 2005)

III.4. Biskra / Territoire de Wilaya:

Le territoire de la wilaya de Biskra se partage en trois zones. Zone de relief au nord d'une altitude de 519 m représenté dans Djebel Boughezal, elle marque 10% de Biskra. Une zone de plaine, environ 80% de territoire de la wilaya et 10% de piémont. (Voir figure III.05)

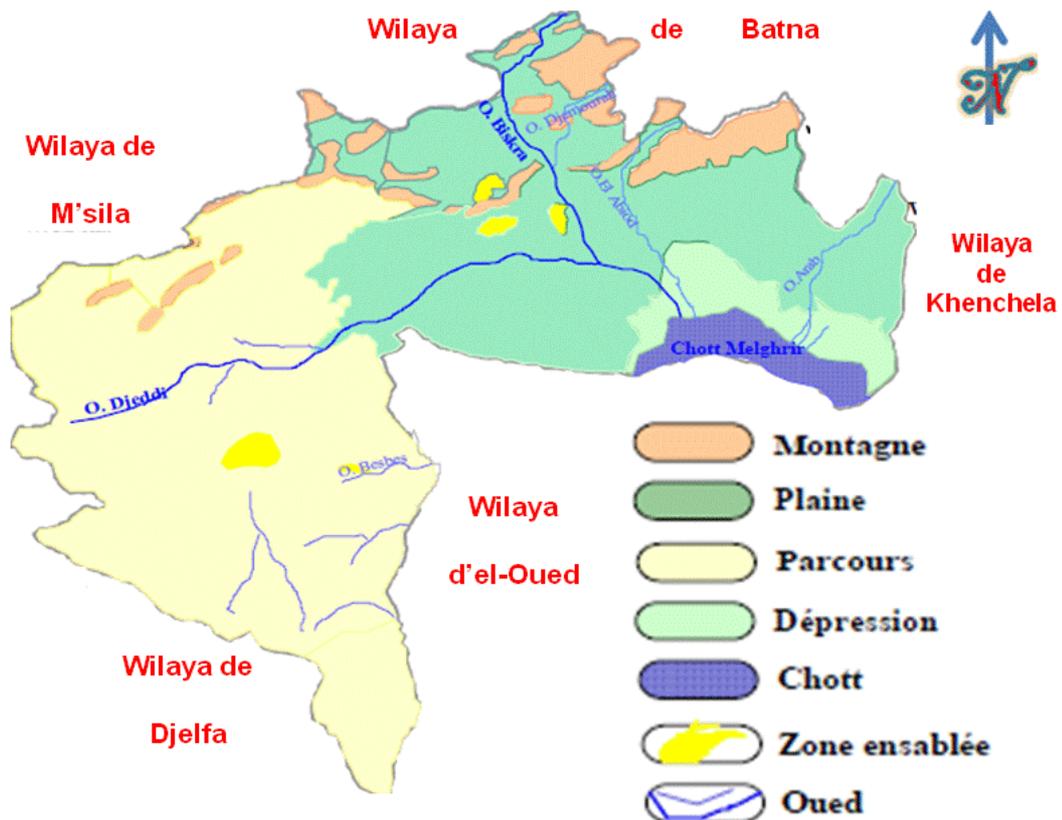


Figure III.05 : Carte du milieu physique de la wilaya de Biskra. Source : (SEDRATI, N ; 2011)

III.4.1. Ville de Biskra:

Depuis son existence la ville de Biskra a subi des mutations importantes vu le passage de plusieurs civilisations ; depuis les romains, les Arabes jusqu'aux français. Les mutations ont touché tous ses aspects, soit son développement soit sa croissance urbaine. (AGLI, N ; 1988)

III.4.2. Aperçu historique sur la ville de Biskra :

Cette ville a une riche histoire, certaines recherches citaient quelle a été peuplée par différentes ethnies depuis 8000 ans / avant J.C. (LEON L'AFRICAIN ; cité par AGLI, N;1988)

Par son doux climat, sa richesse de dattes elle est fut appelée SEKRA veut dire Sucre. Encore connue sous le nom de «AD PISCINAN» du fait de la source déjà célèbre de HAMMAMSALIHINE. Ensuite la ville du Biskra fut appelée VESCERA, ce qui signifie comptoir commercial, à l'époque des arabes elle était connue par le nom «OUED EL KEDER».(BOUROUIBA,R ; d'après AGLI, N ; 1988). (Voir figure III.06)

En environ de 663, bien avant l'arrivée des musulmans avec le célèbre Okba Ben Nafaa, la ville de Biskra a été détruite. Cette dernière faisait partie de la région des Ziban, elle comptait 07 villages. Ce que reste et trouvait c'étaient quelques vestiges romains à la ZHUN Est.

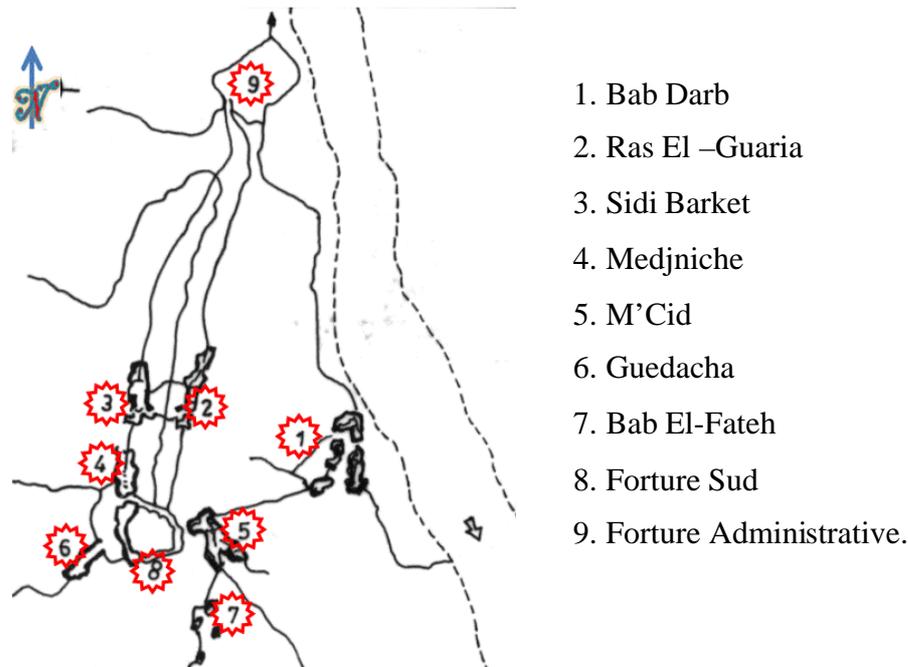


Figure III.06: croquis de Biskra avant l'arrivée des français. Source : carte de la ville 1963 d'après le colonel Sceroca / cité in : AGLI, Nadia (1988).

Chapitre III : Villes sahariennes contemporaines

Et selon les écrits d'Ibn Khaldoun, la ville à été construite par les Musulmans entre 1332 et 1402 et elle a disparu totalement (AGLI, N ; 1988).

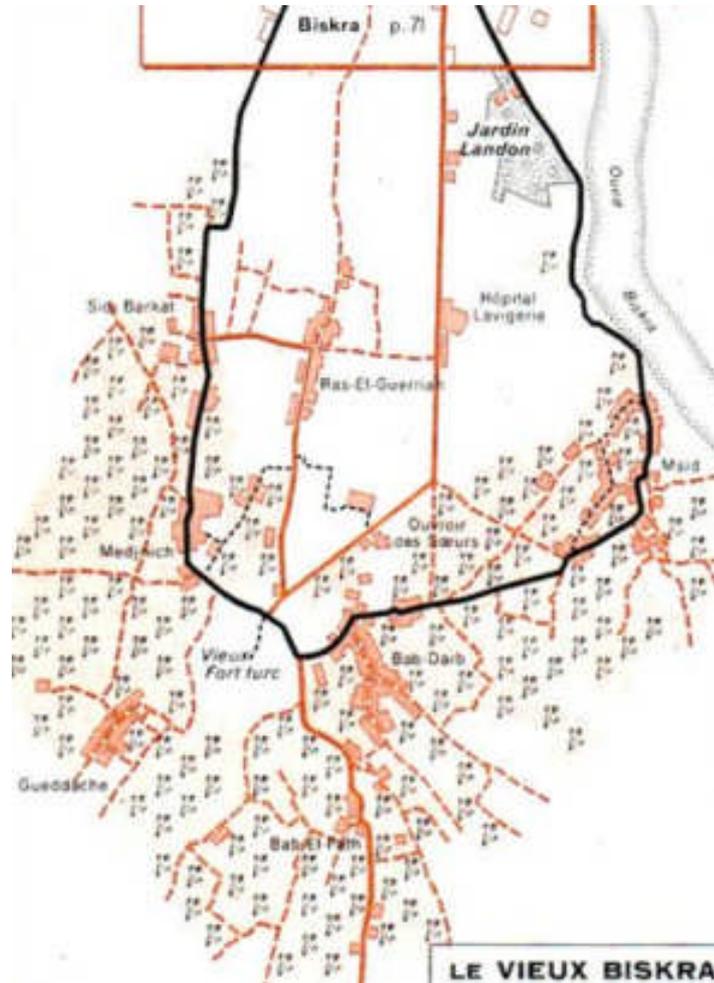


Figure III.07 : les sept villages de Biskra. Source : site web :

http://alger-roi.fr/Alger/biskra/textes/2_biskra_description_guide_vert_michelin.htm

A la période turque, la ville de Biskra a été créée sur un dénivelé par rapport au niveau général de la région. Et pour se protéger des dangers extérieurs et pouvoir contrôler les cours d'eau et la palmeraie, les turcs ont construit un fort. La position de ce dernier leur a permis de contrôler les caravanes qui traversent la ville. En 1541 la région de Biskra, était envahie par les Othomans, commandés par HASSEN AGHA et en 1680, à cause d'une vaste épidémie de peste 7000 personnes auraient trouvé la mort. Par la suite le gouverneur Turc donne l'ordre de quitter la ville et s'installer dans la palmeraie ; ce qui a donné la ville traditionnelle nommée le vieux Biskra (Biskra legdima), composée de sept villages éparpillés dans la palmeraie, sont : GUEDACHA, M'CID MEDJENICHE, BAB DARB, BAB EL FETH, RAS EL GUERIA et KORRA. (EL-AYACHI)

«Les sept villages ingénieusement dispersés à l'intérieur de la palmeraie. Ces villages ont été conçus sous forme de groupements compacts ordonnés le long du z gag (ruelle étroite) et des seguias (cours d'eau) irriguant les jardins »(SRITI, Let al ; 2002) (Voir figure III.07)

Une vrai image de l'urbanisme oasien, où se conjugue, l'habitat, lieu renouvellement d'énergie et la palmeraie en tant que support économique. (SRITI, Let al ; 2002).

« C'est une œuvre humaine basée sur une économie autarcique, qui a défié le temps et la dureté des conditions de l'environnement désertique » (ADAD, M.C. et al ; 2002)

Le tracé régulateur formé par les seguias (cours d'eau) et les z gag (ruelles étroites) constituent la spécificité de la ville traditionnelle de Biskra, ce que l'on ne trouve pas au niveau des autres villes traditionnelles, des zones arides et semi arides par leurs centralités et leurs compacités. (ADAD, M.C. et al ; 2002) (Voir figure III.08)

III.4.2.1. La période Coloniale :

A l'arrivée de la colonisation française dans la région des Ziban en 1844. Les français à leur tour, ont adopté la même idée que celle des turcs pour s'installer à cette région ; dont ils ont réalisé le fort Saint-germain, au côté Nord de Biskra et à l'extérieur de la palmeraie et loin des groupements des autochtones. Exactement près de la source d'eau qui alimente les séguias qui irriguaient la grande palmeraie. Donc c'était pour des raisons militaires ; ainsi que la création du damier Colonial. (ALKAMA, D; 1995)

A noté ; que Biskra passa du territoire militaire à une commune rattaché en territoire de Touggourt qu'après l'arrivéedu DUC d'ARMALE ; c'était en 1878.

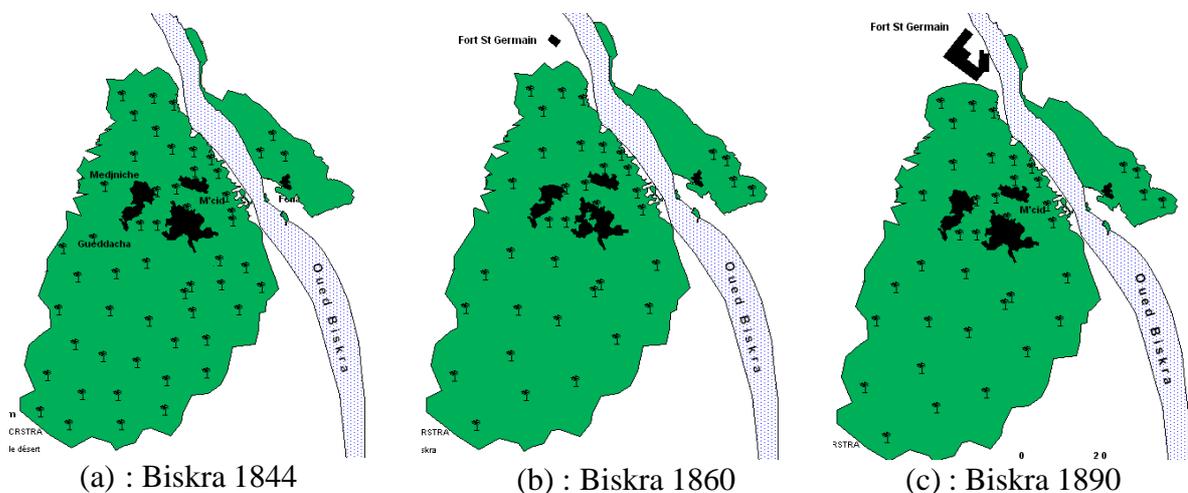


Figure III.08 : (a), (b) et (c) carte de la ville de Biskra ; source : BOUZAHZAH, F ; (2015)

III.4.2.2. Naissance du damier colonial :

Le damier colonial était une extension du village appelé « ras el ma » construit au nord du fort par la population à l'aide des militaires ; la place du marché constitua le seul point de rencontre entre les communautés locales et européennes. (AGLI, N ; 1988). (Voir figure III.09, figure III.10 et figure III.10)

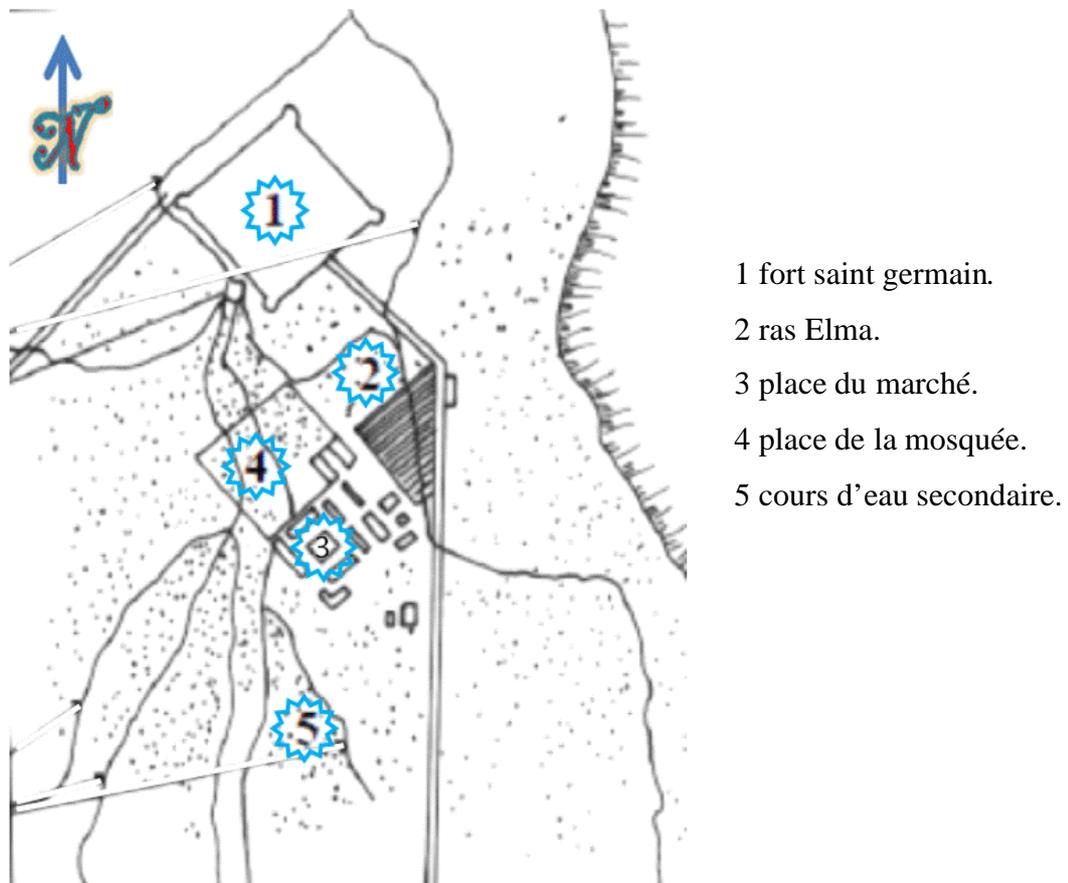


Figure III.09 : l'extension du damier colonial ; Biskra 1860. Source : AGLI, N ; (1988).

Après deux décennies de l'arrivée des français leur dominance civile s'amorce par l'aménagement d'un plan en damier à proximité du fort de son côté sud.

La création du damier donne une forme urbaine différente de celle-ci existée déjà à la ville traditionnelle ou l'eau (les seguias) et les zgags structurent cette dernière vers une nouvelle technique d'urbanisation qui se caractérise par des rues rectilignes croisées, formant ainsi des îlots d'habitation extravertie uniforme (40 x 40 m). Tout cela pour exposer leur dominance et leur supériorité vis à vis des modèles autochtones. (AGLI, N ; 1988). (Voir figure III.11)

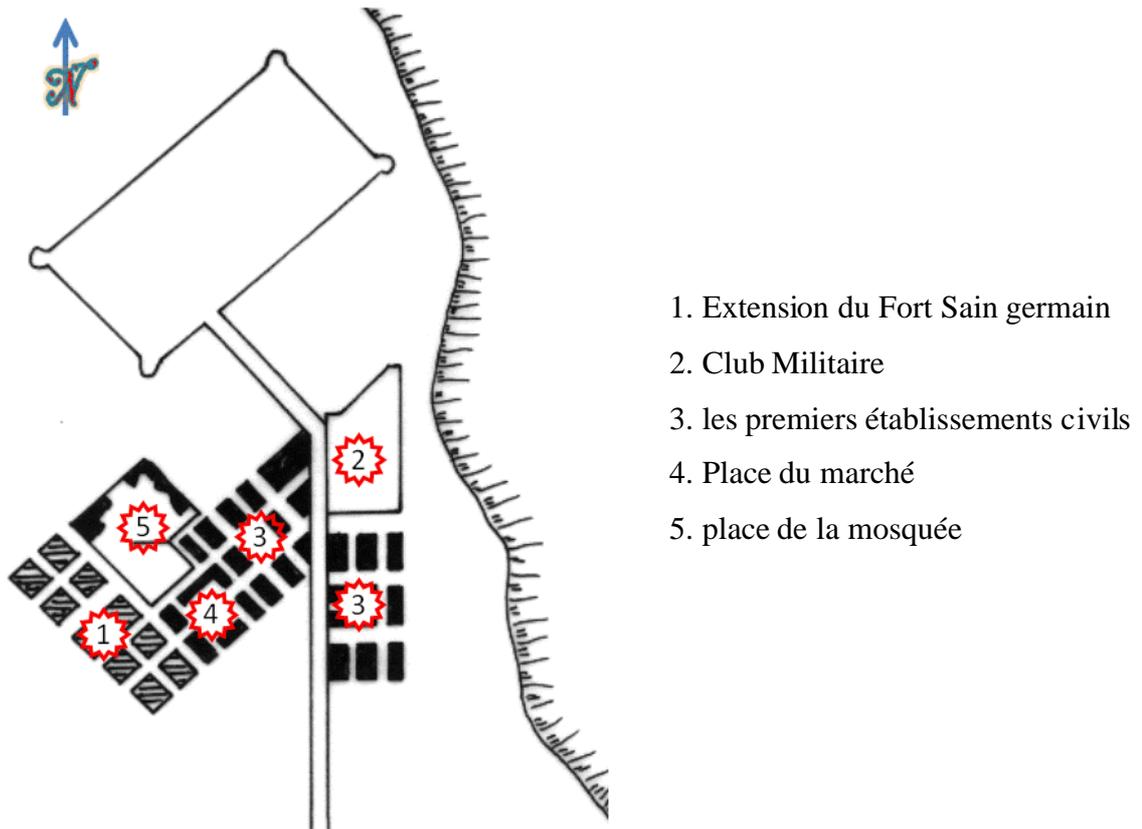


Figure III.10:l'extension du damier colonial. Source : AGLI, N ;(1988).

III.4.2.3. Biskra, ville traditionnelle à la ville moderne :

A partir de 1864¹⁷ les traits de la ville moderne commencèrent à apparaître ; où « *Il représentera ainsi la volonté des colons à créer une nouvelle ville avec de nouvelles conceptions et techniques urbaines et architecturales.* (SRITI, Let al ; 2002) (Voir figure III.11)

¹⁷Date de création du damier colonial ; deux décennies après que Biskra tomba dans les mains des français. (AGLI N ; 1988).

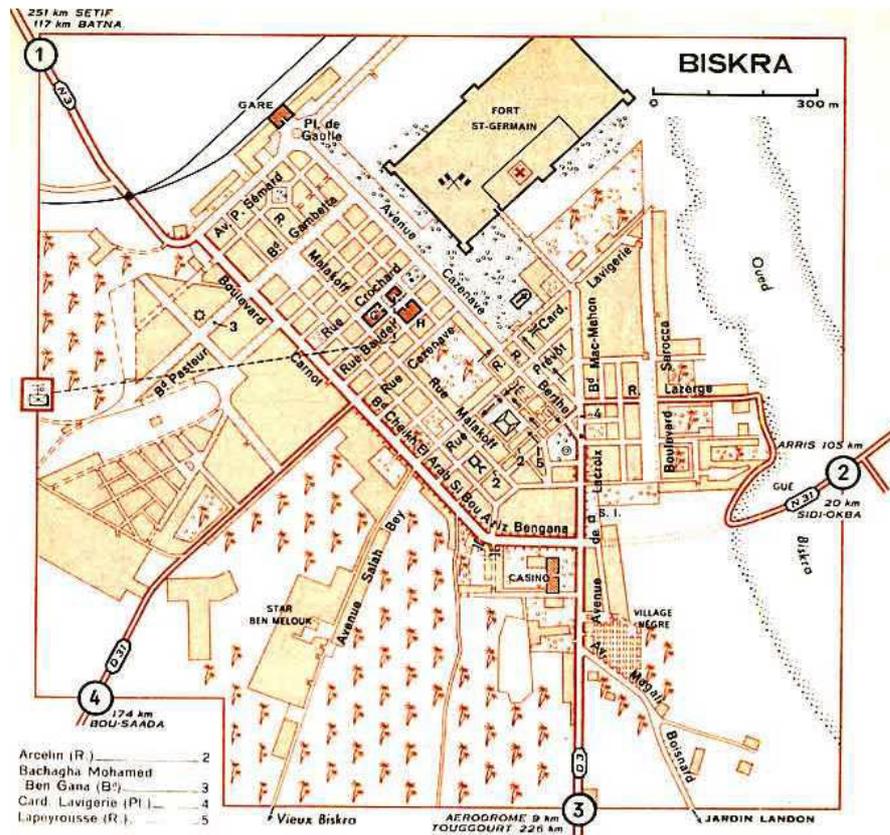


Figure III.11 : carte du damier colonial Biskra. Source : Site web : <http://notrejournal.info/INFO-604-BISKRA?lang=fr;>



Figures III.12 : diverses vues sur des habitations au Damier colonial qui ont pu conserver leur cachet. Source l'auteur.

Chapitre III : Villes sahariennes contemporaines

Par l'apparition d'une deuxième composante urbaine à Biskra, avec une empreinte artistique selon Dervaux¹⁸ c'est l'habitat colonial en coupure avec l'habitat indigène. Outre, la notion d'oasis où les jardins assurent la vie des habitants devient secondaire à cet habitat.

La ville moderne connue « *l'apparition des éléments architectoniques tels que des décors d'arabissence faisant référence à une architecture locale.* » (MAHIMOUD, A et al ; 2010) les rues rectilignes, parallèles et larges, dont elles se prêtaient à la circulation mécanique, des rues avec galerie couverte, squares et jardins.

En effet, le regroupement des activités tertiaires, les commerces, les administrations, l'hôtel de ville, les hôtels, les cafés maures, le casino l'hôtel du Sahara, les bars, les restaurants, l'école des allées, la gare ferroviaire et le jardin public, ...etc. ce qui a poussé les européens à venir pour passer leurs vacances d'hivers à cette grande oasis.

Par ailleurs, le caractère pittoresque et touristique de la ville a poussé les autorités de cette époque à penser pour la rendre un paradis touristique ; en exploitant ces richesses locales : site naturel, palmier, constructions traditionnelles, sources thermales. Dans ce contexte il parut le plan Derveaux(1932-1955) (ALKAMA,D ; 1995) les directives de ce dernier c'était de porter certaines corrections d'ordre et d'esthétiques sur la ville de Biskra, et l'embellir par prévoir un aménagement et une restructuration urbaine nouvelle pour faciliter le déplacement à l'intérieur du damier colonial. Tout en le reliant avec la palmeraie par des axes. Sans pour autant négliger l'amélioration de l'habitat traditionnel, qui commence à dégrader.

A l'exception de quelques tracés du plan 'Dervaux' comme la rue 'berthe' qui relie le centre du Damier par la rue des institutions ; ce plan jamais était réalisé ; malgré qu'il semble le plus adéquat à la ville de Biskra. (ALKAMA, D ; 1995).

D'autres tentatives d'aménagement se sont apparues, après l'abondant du plan 'Dervaux' ; la ville de Biskra a connu vers la fin de la période coloniale l'impact d'un plan spécifique d'urbanisation. (Voir figure III.13)

C'était le plan de Constantine, une action d'urbanisation régionale, conçue et lancée pour des fins politiques par l'administration de 'Degaule' pour attirer la classe sociale appelée alors

¹⁸Dervaux : président de l'Association des urbanistes français en Algérie ; AGLI. N ; 1988.

Chapitre III : Villes sahariennes contemporaines

les indigènes (AGLI, N ; 1988). Ce plan a fait naître le type d'habitat de logements sociaux d'HLM au sud du damier colonial et un autre habitat illicite et précaire. (AGLI, N ; 1988) ; En plus de la création du village nègre, c'était un habitat de recasement, pour abriter malheureusement les esclaves qui s'occupaient de la phoeniciculture des colons.(ADAD, M.C. et al ; 2002)



Figure III.13 : Carte de Biskra avant l'indépendance ; Source : les archives de L'APC / Biskra ; MAHIMOUD, A et al ; (2010)

III.4.2.4. Biskra après l'indépendance :

Biskra est passé par deux périodes ; la première, du 1962 jusqu'à 1974, et la seconde s'étale de 1974 jusqu'à nos jours.

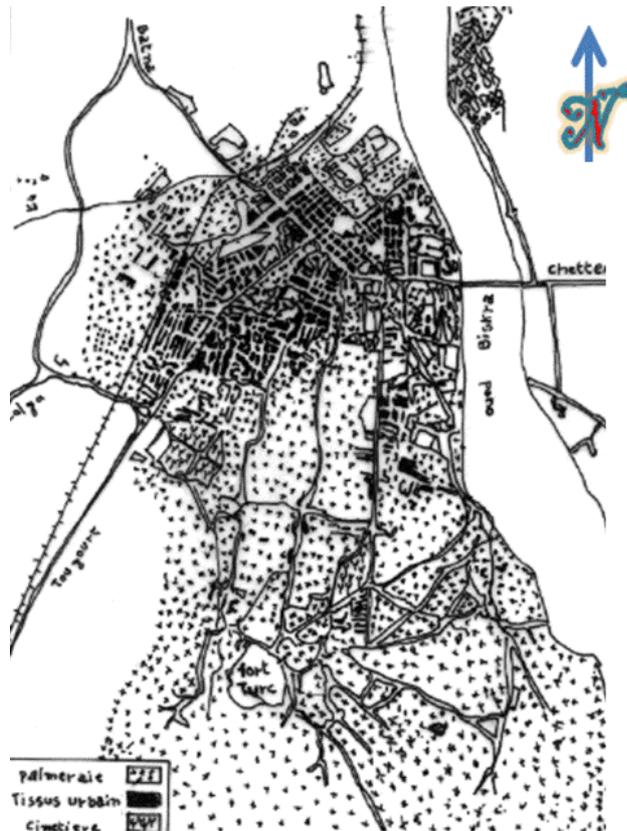


Figure III.14 : carte de la ville de Biskra (1972). Source : PUD de Biskra 1974 ; (CADAT)

En général, de l'indépendance jusqu'au 1974, le développement de la ville de Biskra se caractérise par une stagnation dans tous les domaines, mis à part les extensions urbaines effectuées par les populations dépourvues bien sûr d'un outil d'urbanisme. Vu que Biskra c'était à l'époque Daïra, dépendait de la wilaya des Aurès. (FARHI, A ; 2002)

Outre ; l'absence du contrôle de l'état, a produit une croissance arbitraire et naturelle de la ville avec un tissu urbain hétéroclite aux dépens de la palmeraie engendrant un déséquilibre écologique.

Encore l'apparition d'un type de constructions informelles et de qualité architecturale très médiocre. (AGLI,N ; 1988). En 1968, au mois de septembre la ville de Biskra était touchée par des inondations qui ont démolé les constructions traditionnelles surtout situées aux abords de l'oued de Biskra.

L'état a subventionné la reconstruction des maisons démolies, désormais c'étaient par de nouveaux matériaux ; le ciment et le parpaing ; ce qui était loin des briques de terre (toub) le matériau local. (ALKAMA, D ; 1995).

Le cadre bâti de la ville de Biskra de cette époque était médiocre et désapproprié ; L'état a décrété des lois dans le but de mettre fin à l'anarchie urbaine. Ordonnance n° 75-58 du 26 septembre 1975 ; relative au permis de construire et de lotir et l'ordonnance n° 74-26 du 20 février 1974 relative elle aussi aux réserves foncières.

III.4.2.5. Biskra après 1974 :

« En 1974 Biskra fut promue chef-lieu de wilaya¹⁹. La réorganisation territoriale de 1984 (loi n° 84/04) fixa le découpage administratif actuel ». (FARHI, A ; 2002). Cette promotion de la ville de Biskra au rang des wilayas, a provoqué un changement au niveau de cette dernière ; c'est-à-dire, d'une ville agraire et touristique à une ville industrielle et de services. (AGLI, N ; 1988). Dans ce contexte, Biskra a bénéficié d'un énorme programme d'habitat pour répondre à la demande de logements. Le programme comporte tous types d'habitat ; collectif présenté à la Z.H.U.N²⁰Est et l'autre la Z.H.U.N Ouest, et individuel par la création de lotissements communaux (l'auto-construit). À vrai dire que les cités dans tout le territoire algérien possédaient le même cachet et le même style.

On contrepartie et vers les années 80 ; l'habitat individuel s'était présenté sous forme de lotissements à faible densité ; ce qui a laissé apparaître une grande différence entre le tissu urbain dense des ZHUN, s'élevant bien sûr en hauteur ; et le deuxième, s'étalant en horizontal. A noter que le tissu relatif à la ZHUN comporte des espaces libres entre ces bâtiments ; par contre l'autre tissu contient des voies régulières.

¹⁹Ordonnance n° : 74/69 de juillet 1974.

²⁰ZHUN : Zone D'habitat urbaine Nouvelle.

III.4.2.6. Biskra vers une ville saharienne contemporaine (d'aujourd'hui):

Biskra (porte du désert), (Reine des Ziban), des appellations données à cette ville, par son statut oasisien, sa position stratégique et sa situation géographique aux portes du désert algérien. Biskra a connu un développement d'une dimension nouvelle, en plus une mutation rapide ; surtout après le découpage administratif de 1974, où elle fut promue wilaya.

Désormais cette ville n'a pas su conserver sa spécificité urbaine et architecturale qu'elle possédait ; les secteurs tertiaires et des services prennent la place du secteur primaire (la phoeniciculture en premier lieu). On compte qu'un palmier pour 10 habitants au l'an 2000, tandis que c'était 7 palmiers à chaque habitant en 1962. Et elle finit par une société moderniste qui remplace la société traditionnelle coutumière. (ADAD, M.C. et al ; 2002) Tous ces facteurs et autres en interférences ont résulté la ville saharienne contemporaine (d'aujourd'hui) de Biskra ; où cette dernière d'une ville saharienne verte à une ville au Sahara. (KEBAILI, A ; 2015)

III.4.2.7. Lecture sur l'urbain de la ville de Biskra de nos jours:

Au cours des dernières décennies ; les villes sahariennes, Biskra une d'entre eux, ont connu un rythme d'urbanisation remarquable par rapport aux villes du Nord d'Algérie, au recensement 1988, ces villes marquaient des taux d'urbanisation plus élevés que ceux du nord ; 65 % contre 55 % pour le nord.(MAHIMOUD, A et al ; 2010)

La ville de Biskra est anarchique dans son espace urbain ; non contrôlé dans sa croissance et encore désarticulés, en plus de qualité urbaine et architecturale médiocre ; malgré avoir passé par plusieurs civilisations, romaine, capitale du sud de la Numidie, bâtie par les musulmans au moyen âge. Cette ancienne ville souffre de l'inadéquation entre les données de sa région, et les modèles d'urbanisation adoptés.

Plusieurs facteurs ont engendré l'état de l'urbain de la ville de Biskra ; commençant par l'abandon de la palmeraie par la population comme moyen de subsistance et s'orienter vers d'autres secteurs, et particulièrement le tertiaire, du point de vue emploi, comme dans la plupart des villes sahariennes. (BISSON. J ; 1993) Malgré le rôle écologique et fondamental qu'elle représente la palmeraie pour la ville ; L'extension urbaine, surtout l'auto-construit

Chapitre III : Villes sahariennes contemporaines

C'était aux dépens de la palmeraie ; manque d'outil d'urbanisme adéquat à cette région et avec ses spécificités, encore l'absence et le manque du contrôle de l'état lors de l'extension de la ville.

La croissance urbaine de la ville de Biskra s'était d'une part, en tache d'huile, à partir de son centre-ville; « le damier colonial » ; La densification du tissu urbain aux côtés de la rue Zaatchaet hakim saadane. Après l'arrachage des palmiers pour des raisons foncières et d'autre part, par l'extension de Bab Dharb ; la naissance des quartiers informels et illicites à « AL ALIA » et la création des Z.H.U.N Est et Ouest.(FARHI, A ; 2002)

De ce fait ; la ville de Biskra a subi des transformations et des mutations au niveau de son espace urbain et à travers son histoire ; Commencant par les romains, passant par les turcs où Biskra précoloniale, enfin la période post coloniale avec toutes ses phases ; tout cela a dégagé une ville saharienne contemporaine (d'aujourd'hui) ; qui a coupé tous ses liens qu'elle avait avec son passé de celui d'une ancienne « oasis » qui n'excite plus maintenant. (Voir figure III.08 et figure III.09)

La ville de nos jours à pris sa place avec une nouvelle identité, sans mémoire, sans forme, sans cachet architectural ni urbain, sans âme et sans aucun rapport avec son adorable passé ; dont on a touché le rapport de l'homme et son environnement, où la volonté humaine s'imposa devant un contexte fragile, hostile et parfois ingrat pour former l'écosystème 'biskri', qui s'expose par la trilogie de l'eau, la palmeraie et l'habitat.

III.4.3. La végétation à Biskra :

La ville de Biskra a perdu au cours de sa croissance, sa couverture verte (la palmeraie) et dont l'extension urbaine était aux dépens de cette dernière. Avec la végétation (couverture verte, palmeraie), 'les Biskris' ont pu s'adapter à leurs environnements physiques, où le contexte climatique était respecté, malgré l'austérité du climat de cette région.

A noter que le nombre de palmiers par rapport au nombre d'habitant se réduit avec le temps, où on a enregistré 24 palmiers / personne en 1904. Par contre, il a diminué jusqu'à 01 palmier / personne en 2009, ce que veut dire, un déficit de 23 palmiers depuis 1904 à 2009 par personne. (LALOUANI, S et al ; 2012) (Voir figure : III.15 et figure : III.16)

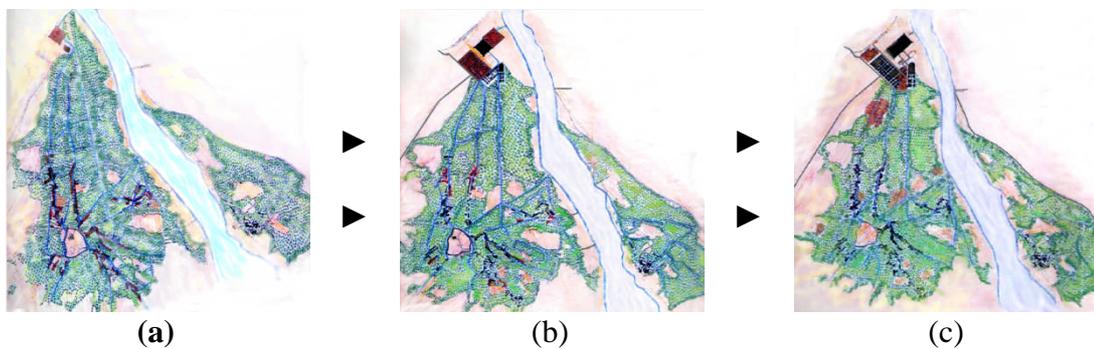


Figure : III.15 ; Source : SRITI, L ; (2012)

- (a) Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque turque II, 1680 – 1844.
- (b) Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque coloniale I, 1844 – 1865.
- (c) Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque coloniale I, 1865 – 1932.

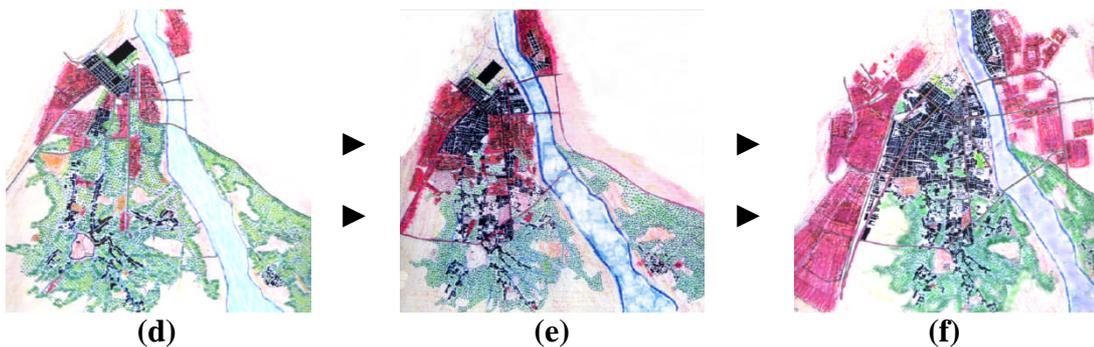


Figure : III.16 ; Source : SRITI, L ; (2012)

- (d) Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque coloniale II, 1932 - 1962.
- (e) Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque indépendance I, 1962 – 1977.
- (f) Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque indépendance II, 1977 – 1986.

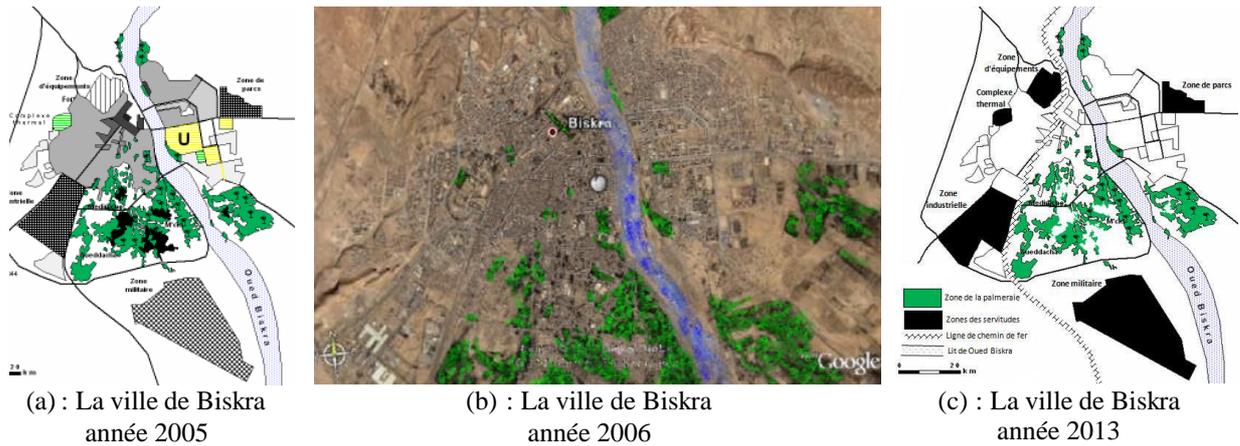


Figure III.17 : Schématisation du tissu urbain de la ville de Biskra, époque indépendance III, 1986 à nos jours.(a) et (c) Source : BOUZAHZAH, F ; (2015) et (b) : Source : Google Earth ; 2006. D'après : SRITI, L ; (2012)

III.5. Conclusion :

La ville de Biskra avec ses spécificités, comme l'annonce SRITI, L et al ; (2002) que cette ville présente la vraie image de l'urbanisme oasien, où se conjugue, l'habitat, lieu renouvellement d'énergie et la palmeraie en tant que support économique ; *«Les sept villages ingénieusement dispersés à l'intérieur de la palmeraie. Ces villages ont été conçus sous forme de groupements compacts ordonnés le long du z'gag (ruelle étroite) et des seguias (cours d'eau) irriguant les jardins »*. ADAD, M.C. et al ; (2002) ajoutaient : dans le même contexte, *« C'est une œuvre humaine basée sur une économie autarcique, qui a défié le temps et la dureté des conditions de l'environnement désertique »*

Cette ville représente un échantillon des villes sahariennes d'Algérie, dont elle a subi les mêmes transformations et mutations urbaines, socio-économiques et culturelles depuis sa genèse à nos jours qui ont touché la plupart des autres villes sahariennes.

L'espace urbain des villes sahariennes se disqualifie et perd son cachet, vu plusieurs facteurs, essentiellement la croissance accélérée du tissu urbain qui présente maintenant une image différente de la ville oasienne et traditionnelle. Un nouveau style et une nouvelle typologie dans la production de l'espace urbain de ces villes-là, influencée bien sûr par le style des villes du nord d'Algérie.

Chapitre III : Villes sahariennes contemporaines

Dans ce chapitre on a essayé de traiter le devenir des villes sahariennes d'Algérie représenté par la ville de Biskra et la production, la croissance, l'évolution, le développement et les facteurs agissants sur ces derniers. Dont on a constaté la négligence de la spécificité de la région, de son climat et surtout la perte du symbolique architectural et urbain, ainsi que le rapport entre l'espace et le territoire. L'adaptation des instruments d'urbanismes conçus aux villes du nord d'Algérie et les préoccupations de la population, où cette ville n'a pas su conserver sa spécificité urbaine, ni architecturale qu'elle posséda ; les secteurs tertiaires et des services prennent la place du secteur primaire 'la phoeniciculture'.

Oui, l'abandon de la palmeraie par la population comme moyen de subsistance et s'orienter vers d'autres secteurs et particulièrement le tertiaire du point de vue emploi, comme dans la plupart des villes sahariennes. (BISSON. J ; 1993) Malgré le rôle écologique et fondamental qu'elle représente la palmeraie pour la ville.

A vrai dire ; la ville de Biskra est anarchique dans son espace urbain ; non contrôlé dans sa croissance malgré d'être passé par plusieurs civilisations. Cette ancienne ville souffre de l'inadéquation entre les données de sa région, et les modèles d'urbanisation adoptés.

Maintenant ; on se retrouve devant des villes au Sahara avec un style et un cachet standard des villes du nord d'Algérie et non pas devant des villes sahariennes.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Chapitre IV

Places publiques

*« ...les rues et les places s'affirment
comme les espaces de la relation où
chaque habitant se met en scène... »*

BOREL Frédéric (1998).

Introduction :

« L'histoire des places est double fonctionnelle et formelle ; née de la nécessité de se rassembler devant le siège du pouvoir, devant le temple ou dans les lieux du commerce ; la place devient un support des fonctions essentielles de la cité : l'échange, la rencontre au sens le plus large du mot. » BERTRAND, J. M et al (1984)

On lisant le paragraphe ci-dessus on se rend compte de la valeur, du rôle, de la fonction de 'la place' dans la cité et à travers l'histoire.

Avant de voir dans ce chapitre la place publique, son développement depuis sa création à nos jours, on verra l'espace urbain en premier lieu et comprendre sa nature, ses composants, ses caractéristiques et puis en passant à l'espace public avec ses types, ses formes, ses traitements, ses mobiliers urbains, ses décors ...etc. et le rôle sensé jouer par ce dernier.

Ce chapitre touchera même le devenir de la place publique et les causes qui l'ont mené à cet état. Vu que les places publiques en général sont vidées de leurs contenus, privées de leurs rôles, de leurs décors. Ce qui reste de la place qu'une notion seulement nominative et cette appellation est donné à n'importe quel espace libre ou espace résiduel.

IV.1. L'espace urbain :

L'espace urbain englobe tout mode d'occupation du sol lié à la ville ; d'après NORBERG-SCHULZ. C ; (1985) l'espace urbain est un lieu qui exprime une vision du monde et une manière d'être dans l'espace. Il se compose des constructions et des divers espaces mis les uns avec les autres dans un cadre d'une composition urbaine. (SAIDOUNI. M ; 2000)

Toutefois, l'espace urbain observé sous plusieurs optiques, dont il est un espace géométrique qui se définit par des dimensions des superficies, des densités, il acquiert une troisième dimension avec les constructions en hauteur et la multiplication des niveaux et en sous-sol. (BASTIE, J et al ; 1980) L'espace urbain n'est pas seulement le bâti mais aussi le non bâti, espaces verts, parcs, jardins et espaces publics.

IV.1.1. Caractéristique de l'espace urbain : d'après BASTIE, J et al ; 1980 il est a caractère :

Physique : ce que l'on appelle le site, dont il se caractérise par un relief, des altitudes, un climat et des microclimats et d'une végétation. (BASTIE, J et al ; 1980)

Économique : il constitue le marché du travail particulièrement dense et varié où offres et demandes sont journalières et nombreuses ; ce marché du travail par ses caractères et sa fluidité permet une certaine mobilité professionnelle et perméabilité sociale.

Social : il englobe plus ou moins des ségrégations de l'habitat, des activités, des emplois et des classes sociales ; vu que ces dernières sont rarement totalement homogène (BASTIE, J et al ; 1980).

Densité : il est le plus hétérogène, le plus complexe de tous les espaces et le plus productif. (BASTIE, J et al ; 1980). Cette densité est due à des aspects multiples : constructions, activités, emplois, flux, valeurs et leur croissance très rapide, soit coté spatial ou coté temps.

Espace avec multiples contradictions : l'espace urbain est le lieu d'interaction et de conflits, vu sa nature et les conditions de sa création à travers le temps. Puisqu'il est destiné à toutes les tranches d'âge de la population et pour les différentes classes de la société.

Chapitre IV : Places publiques

IV.1.2. L'étalement de l'espace urbain :

se fait selon les besoins d'extension de la ville, il prend une part de l'espace rural qui entoure cette dernière.

- Dans l'objectif d'extension de l'habitat.
- Dans l'objectif de création des équipements collectifs (hôpitaux, établissements scolaires, terrains de sport, parc, jardin public...etc.).
- Dans l'objectif de la circulation.
- Dans l'objectif de création des espaces verts.
- Dans l'objectif de création des zones d'activités et industrielles. (BASTIE, J et al ; 1980)

IV.2. De l'espace collectif urbain à l'espace public :

Avant la naissance de la ville c'était le rural ; les ilots des terrains agricoles, où la limite et le tracé entre les ilots agricoles devenaient par la suite des chemins et puis se sont transformés à des « rues », ensuite arrivants au stade « des espaces publics urbains » fréquentés par la population.

Selon DESABLET, M (1988) « *Les espaces collectifs urbains ou espaces extérieurs appelés encore espaces publics, sont constitués par l'ensemble des lieux ouverts à tous. Ils sont généralement sous la responsabilité de collectivités publiques ou parfois de droit privé. Ils sont le plus souvent en plein air, mais peuvent être partiellement ou totalement couverts.* »

Le rôle de l'espace public urbain dépasse le déplacement des gens ou juste leur circulation à la construction et la création de l'espace urbain et la ville. D'après GERMAIN,A; (2002) « *L'espace public a toujours joué un rôle névralgique dans la construction de la ville et dans la pensée architecturale, mais chaque époque ou chaque courant lui a fait jouer un rôle dans le processus de conception des formes bâties* »

Dans la ville du moyen âge la rue joue le rôle d'échange, de rencontre et de travail. L'espace public relève de trois registres : aspect architectural et urbaniste, aspect socio-historiques comment il est vu à travers l'histoire et aspect juridique.

TOMAS, F et al ; (2002) annonce que « *La rue, la place, sont aussi vieilles que la ville elle-même ; mais il a fallu attendre la seconde moitié du XX^e siècle pour que les urbanistes, les historiens, les géographes et les sociologues éprouvent le besoin de créer un concept qui englobe, par métaphore, toute forme d'échange entre les citoyens mais aussi de manière directe et concrète, tous ces lieux généralement ouverts, où se croisent et se rencontrent les*

Chapitre IV : Places publiques

citadins, ils créèrent pour ce faire le terme de centre civique les années 1950 / 60 ; puis celui d'espace public à partir des années 1970 ».

IV.3. L'espace public :

En effet ; le terme 'espace public' est paru à partir des années 1970 ; dont il est à la fois un lieu ouvert, où se déroulaient la vie collective des citadins et un lieu symbolique porteur de la personnalité de la ville. (TOMAS, F et al ; 2002)

CHOAY, F ; (1988) considéra l'espace public comme la partie du domaine public non bâti, affectée à des usages publics ; donc il est formé par une propriété et une affectation d'usage. Selon BOHIGAS, O ; (2002) c'est le lieu de tous les mélanges d'usages et des mélanges des classes de population. La notion de « public » renvoie à ce que se passe en dehors de la domesticité, le logement et la maison, l'espace public est ce qui relie les individus de la population entre eux en dehors de leurs domaines de travail et de leurs maisons. (TOUSSAINT, J.Y et al ; 2001). L'espace public recoudre un tissu urbain fragmenté pour réunir des espaces hétérogènes et pour rétablir une certaine continuité dans la trame urbaine. Il est une scène de théâtre où les habitants jouent leur propre rôle, tantôt acteur, tantôt spectateur et parfois les deux à la fois. (TOMAS,F et al ; 2002).

Toutefois l'espace public constitue le cadre général du 'non bâti' où la possibilité d'usage collectif, mobilité et échange qui s'effectue dans la ville. « Les rues », « les places publiques » se distinguent avant tout par le fait qu'ils adoptent une localisation stratégique dans la ville, qualifiant parfois des lieux spécifiquement déterminés et valorisant parfois des édifices. Entre autres « l'espace public » est un miroir, l'image d'une ville et la vitrine qu'elle présente. (ALVAREZ MORA, A ; 2002)

DE LAS RIVAS SANZ, J.L ; (2002) nous, confirme que « *Chez les plus importants architectes du mouvement moderne, je ne connais aucun grand projet de 'place' ou de 'rue' qui ne soit le résultat direct de l'architecture. Et le projet de l'espace libre était une conséquence d'une architecture centrée sur les édifices* » (DE LAS RIVAS SANZ, J.L ; 2002)

Chapitre IV : Places publiques

Ensuite l'espace libre dans la ville moderne s'est présenté dans la 'Rue' avec ses types comme l'avenue, le boulevard, les allers ...etc. Tout un système d'infrastructures sur lequel repose la logique du nouveau modèle urbanistique. En effet la 'Rue' permet la circulation, la promenade, la rencontre, la manifestation et la consommation collective du temps libre ; elle englobe les services urbains occultes (eau, lumière, égouts, déchets urbains...etc.) (ALVAREZ MORA, A ; 2002).

A vrai dire, le nombre des lieux de rencontre s'est multiplié au cours des dernières années, cela c'était aux dépens de la qualité des espaces publics qui assurent normalement 'l'urbanité²¹' et la 'sociabilité²²' ; dont les citoyens se sont penchés trop sur les cafétérias, les pizzerias, les cybercafés...etc. la dispersion des quartiers de la ville a engendré la perte des espaces de rencontres en plus le développement des médias telle que la radio, la télévision, le téléphone, l'Internet et autres, malgré qu'elles offrent énormément des commodités elles séparent les gens plutôt qu'elles les réunissent.

L'existence de l'espace public et précisément les places publiques dans la ville est pour la rencontre libre des citoyens ; ces espaces doivent être adaptés aux exigences d'aujourd'hui. JOSE, L ; (2002) observe cette adaptation dans la séparation des circulations piétonnes et automobiles ainsi que dans le recours aux éléments naturels. Vu qu'à la place et l'espace public en général ; on trouve tous les éléments naturels qui plaisent à l'homme ; les végétaux, les arbres, de l'eau, du soleil et de l'ombre. (JOSE, L ; 2002)

²¹L'urbanité : est une qualité des individus ou des sociétés ; et de façon générale, toute forme analogue de politesse dans la manière de se comporter avec autrui. (CHOAY F et al 1988). Et elle est l'ensemble des conditions environnementales architecturales et urbanistiques qui permet et garantit l'exercice plein et entier des droits fondamentaux et des libertés publiques.(BAHRI, N ;1997)

²²Sociabilité : qui porte relation au sociabiliser ; sociabiliser : disposé à créer et à entretenir des rapports (parler, discuter, exprimer, passer un temps...etc).

IV.3.1. Type d'espace public : on trouve

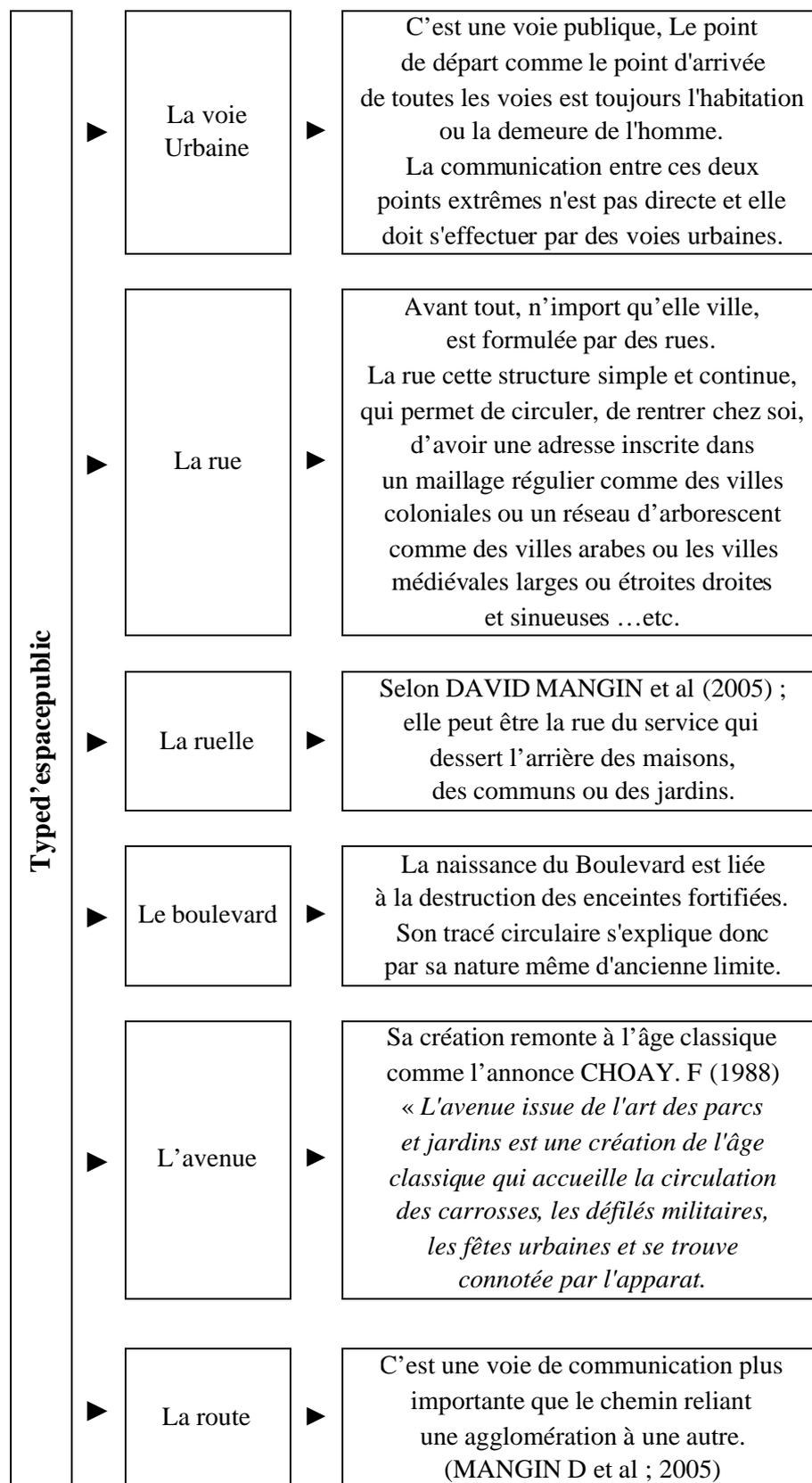


Figure IV.01: Schéma résumé type d'espace public.

Type d'espace public	▶	Chara'	▶	(en arabe) c'est la rue principale, la grande rue ou une rue importante du quartier. (MANGIN D et al ; 2005)
	▶	Darb	▶	(en arabe) A l'origine la porte ou le passage ; le mot désigne actuellement la rue d'accès vers un quartier (MANGIN D et al ; 2005)
	▶	Le chemin	▶	C'est une voie qui permet d'aller d'un lieu à un autre.(MANGIN D et al ; 2005)
	▶	Le passage	▶	Plus étroite que la rue ; trop remarquables dans le maillage d'un réseau d'arborescent comme des villes arabes.
	▶	La galerie	▶	Elles constituent des espaces de transition entre espace privé/espace public et intérieur/extérieur au bâtiment.
	▶	La cour	▶	C'est un véritable lieu d'échange et de rencontre peut être ouverte ou fermée et constituer un espace public ou privé.
	▶	La promenade	▶	C'est un lieu aménagé dans une ville pour les promeneurs. (MANGIN D et al ; 2005)
	▶	La place du marché	▶	<i>Dans les temps anciens, chez les Grecs et les Romains, les marchés n'étaient pas seulement des centres d'approvisionnement pour les cités, c'étaient aussi des lieux de réunion où les affaires publiques et privées se traitaient entre les citoyens. L'Agora des Grecs et le Forum des Romains avaient cette double destination. »</i> (BALTARD, V ; Architecture, 1984)
	▶	La place publique	▶	CHOAY.F (1988) définit la place publique comme un lieu découvert constitué par l'ensemble d'un espace vide et des bâtiments qui l'entourent. Son importance et son rôle varient selon les cultures et les époques et selon l'intensité de la vie publique.

Figure IV.02: (Suite) schéma résume type et dénomination d'espace public.

Chapitre IV : Places publiques

IV.3.2. Liste des espaces et lieux publics (ou collectifs) :

L'espace public (collectif) est le lien organique essentiel de la ville. (DESABLET, M ; 1988). Cette liste est non exhaustive : Trottoirs, square, dalles piétonnes, abords d'immeubles, places, carrefours, édicules (urinoirs), sentiers, espaces verts, parcs urbains, cours urbains, cheminements piétonniers, rues mixtes, espaces extérieurs d'ensembles d'habitations, avenues, bases de loisirs, marchés, stations, gares, abords d'espace de loisirs, stationnements souterrains ou à l'air libre, fronts de mer, espaces pour handicapés, espaces aquatiques urbain, quais, espaces des jeux, abords d'espaces hospitaliers, rampes, ponts, franchissements divers souterrains ou à l'air libre, bords de plans d'eau, équipements collectifs de plages, parcs de jeux ou d'attractions, décors urbain, abords des ponts de plaisance, espaces de rencontre, terrasses et jardins suspendus, fontaines, voirie, esplanades, pistes cyclables, aménagements anti-bruits, aires de repos autoroutières, centres et espaces commerciaux, zones d'expositions, restauration libre, espaces de représentation en plein air, espaces insolites, espaces résiduels, espaces communs de clubs de vacances, espaces de jeux ou de sports aquatiques, aires de manœuvres diverses, aires de manœuvres diverses, aménagements végétaux, espaces scéniques²³ à l'air libre, lieux de pique-nique (dînette), jardins familiaux, espaces d'escalade, lieux d'activités physiques, monuments, lieux commémoratifs (évocatoires) et symboliques, cimetières, bords d'autoroutes, musées de plein air, lieux odorants (parfumés), Espaces mixtes et de transitions, espaces à microclimat, espaces d'information et de publicité, lieux d'isolement, lieux d'expression libres, terrains d'aventures, lieux d'éducatons scientifiques ou écologiques, espaces pour forains et animations temporaires. (DESABLET, M ; 1988 ; cité in Hanafi ; 2010)

IV.3.3. La société et l'espace public :

La qualité des espaces publics s'explique dans le fait de rassembler la communauté de la société. Puisque les médias et les moyens de communication se sont révélés impuissants à souder les citoyens entre eux ; le dialogue par téléphone mobile, Internet...etc. n'est qu'un lien immatériel qui rapproche provisoirement deux solitudes, par contre l'espace public crée ce rapport direct entre les gens.

²³ Scéniques : théâtraux ; qui répond aux exigences de l'art théâtral ; qui se rapporte à la scène d'un théâtre.

IV.4. La place publique (définition) :



Figure IV.03: Place Jema'a El-Fnaa / Marrakech / Maroc. Source: archive l'auteur.

« La place est vidée de son contenu, privée de son rôle d'espace majeur, du décor, la place est une notion seulement nominative ; cette appellation est distribuée au gré de l'actualité à n'importe quel lieu libre, pour commémorer un héros, un événement ... dans tout cela, la place, c'est quoi ? Un lieu, une fonction, un vide, une forme ? » (BERTRAND, J M ; 1984)²⁴

CHOAY.F (1988) définit la place publique comme un lieu découvert constitué par l'ensemble d'un espace vide et des bâtiments qui l'entourent. Son importance et son rôle varient selon les cultures et les époques et selon l'intensité de la vie publique. Dans certaines cultures la place urbaine n'a pratiquement pas d'existence et dans d'autres elle est exclusivement liée à des pratiques religieuses (au Mexique précolombien) (CHOAY. F et al ; 1988)

Au sujet de la place publique BERTRAND, J. et al (1984) ; nous annonçons que la place est sûrement le premier type d'espace urbain inventé par l'homme. Vu qu'elle résulte du regroupement des constructions autour d'un espace libre ; cette forme de regroupement autour d'une cour souvent chargée d'un contenu symbolique et culturel. Parfois choisi comme lieu de culte : agora, forum, cloître (couvent) et cour d'une mosquée.

²⁴ BERTRAND Jean Michel et LISTOWSKI Hiéronim ; les places dans la ville ; Page : 6 ; édition : Dunod, Paris, 1984.

Chapitre IV : Places publiques

Selon MANGIN, D et al ; (2005) ; la place : est un espace ; lieu public découvert et environné de bâtiments. Exemple : place d'armes, élargissement d'une fortification. À partir de la renaissance on assiste fréquemment à un dédoublement place majeure / place mineure ; piazza / piazzetta (ital). (MANGIN, D et al ; 2005)

Pour BERTRAND, J M et al (1984) ; La place publique est un support des fonctions « *L'histoire des places est double fonctionnelle et formelle ; née de la nécessité de se rassembler devant le siège du pouvoir, devant le temple ou dans les lieux du commerce ; la place devient un support des fonctions essentielles de la cité : l'échange, la rencontre au sens le plus large du mot* ».

GAUTHIEZ, B ; (2003) l'observe comme « *Un espace public non bâti, desservi par des voies, affecté aux piétons ou aux véhicules, au revêtement généralement minéral, entouré principalement par des bâtiments et agrémenté de mobilier urbain d'édicules divers* ».

Par ailleurs 'la place publique' n'est pas un espace délimité et fermé par des parois architecturées, ni un espace résiduel ; ni un vide fonctionnel occupé par le marché ou la circulation du carrefour ; par contre 'la place publique' est un lieu public découvert constitué par l'ensemble d'un espace vide et des bâtiments qui l'entourent. C'est un cadre architectural avec un décor d'une scène où le riverain est constitué en acteur et le passant en spectateur. La place publique assure les échanges sociaux, culturels, de festivités, de commémorations, d'interaction, de transmission des nouvelles, de communication et des échanges commerciaux, (fonction du commerce compatible avec la fonction de loisir et récréation). La place publique est à la fois un espace « convergent » c'est-à-dire : ayant des éléments internes susceptibles d'attirer les citoyens et un espace « divergent » qui impose une certaine relation aux structures urbaines alentour.

IV.4.1. Type de Places Publiques :



Figure IV.04: La place Saint-Pierre à Rome, conçue juste pour mettre en évidence 'la Basilique'. Source : REITER, S ; (2007)

Chapitre IV : Places publiques

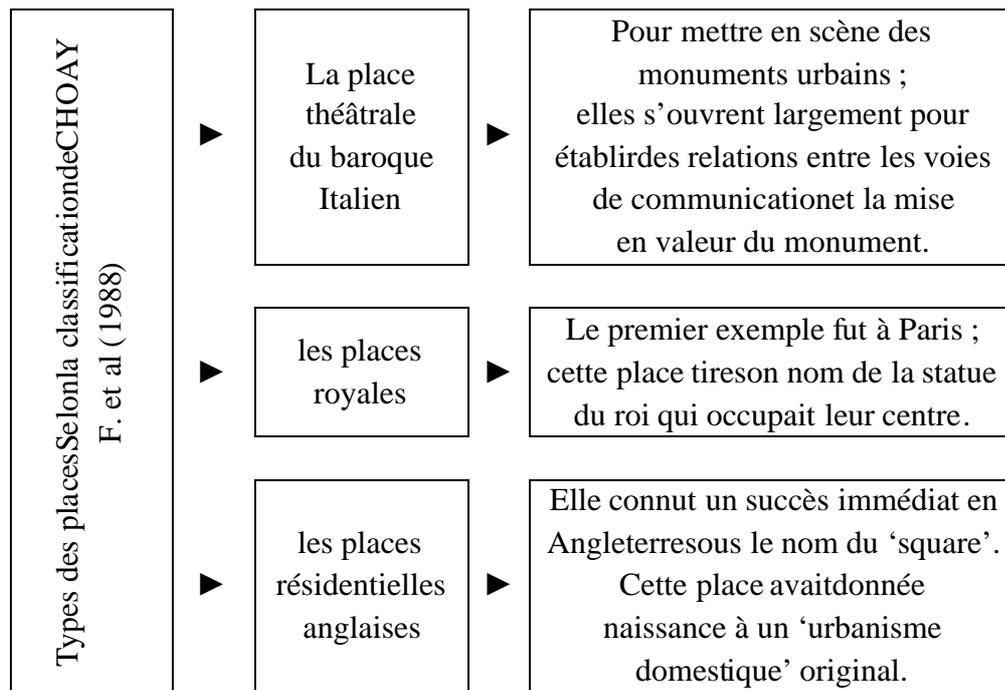


Figure IV.05 : schéma résume les types des places selon la classification de CHOAY, F et al (1988).

Une autre classification nous parvient de CLOQUET, L (1984) dont elle se base sur la fonction et le rôle de la place dans son environnement immédiat ; où on distingue trois espèces de places publiques :

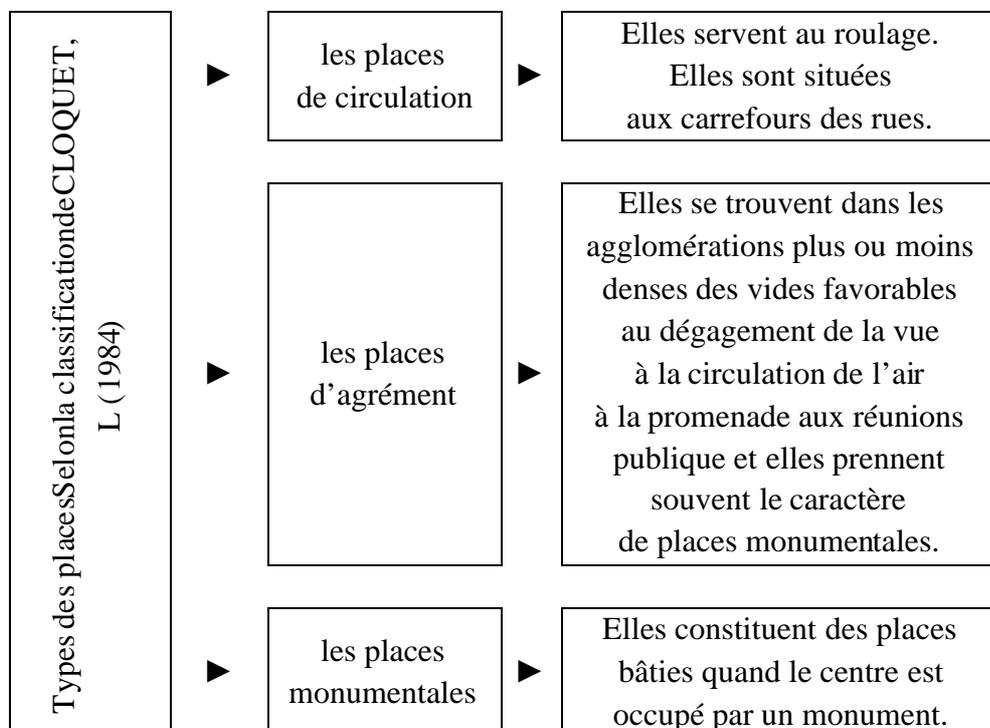


Figure IV.06: schéma relatif aux Types des places selon la classification de CLOQUET, L (1984).

IV.4.2. La place publique à travers l'histoire :

La place publique commence par 'l'agora' le centre de la ville grecque ; ensuite 'le forum' au sein de la ville romaine tout en assumant le rôle de l'agora. Au moyen âge, la ville médiévale la place s'est transformée vers la place du marché où se regroupent les monuments les plus importants de la cité : l'église, l'hôtel de ville, les maisons des nobles...etc. à la cité arabo-musulmane on trouve la place du marché et de son côté la mosquée.

A la renaissance des changements importants dans le traitement des places qui deviennent des salles à l'air libre qu'on cherche à embellir. À l'époque industrielle les diverses fonctions publiques quittent progressivement la place pour se réfugier dans des bâtiments conçus spécifiquement pour ça.

Fur et à mesure et jusqu'au nos jours la place est devenue un vrai vide entouré par des constructions.

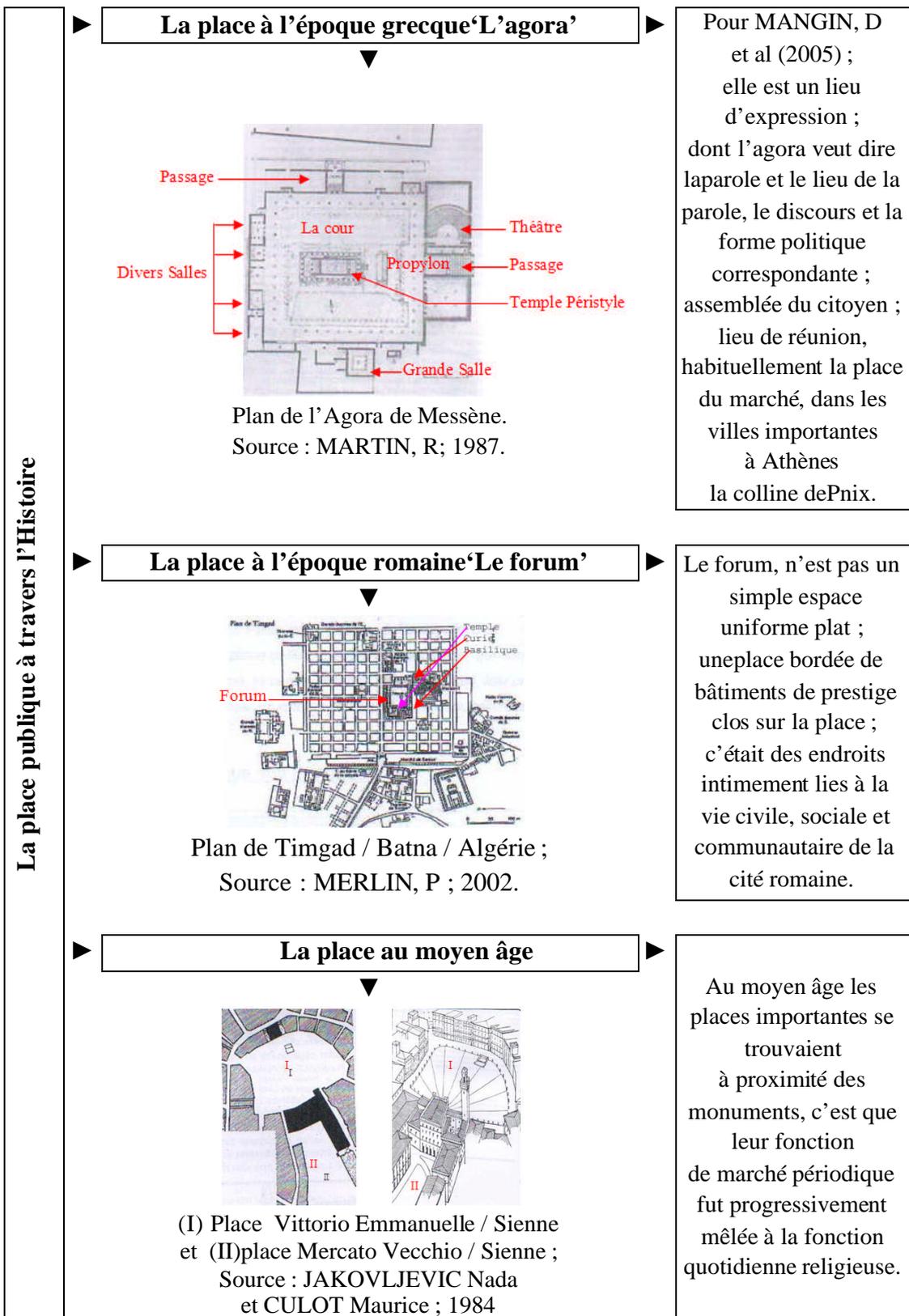


Figure IV.07: schéma relatif à La place publique à travers l'Histoire.

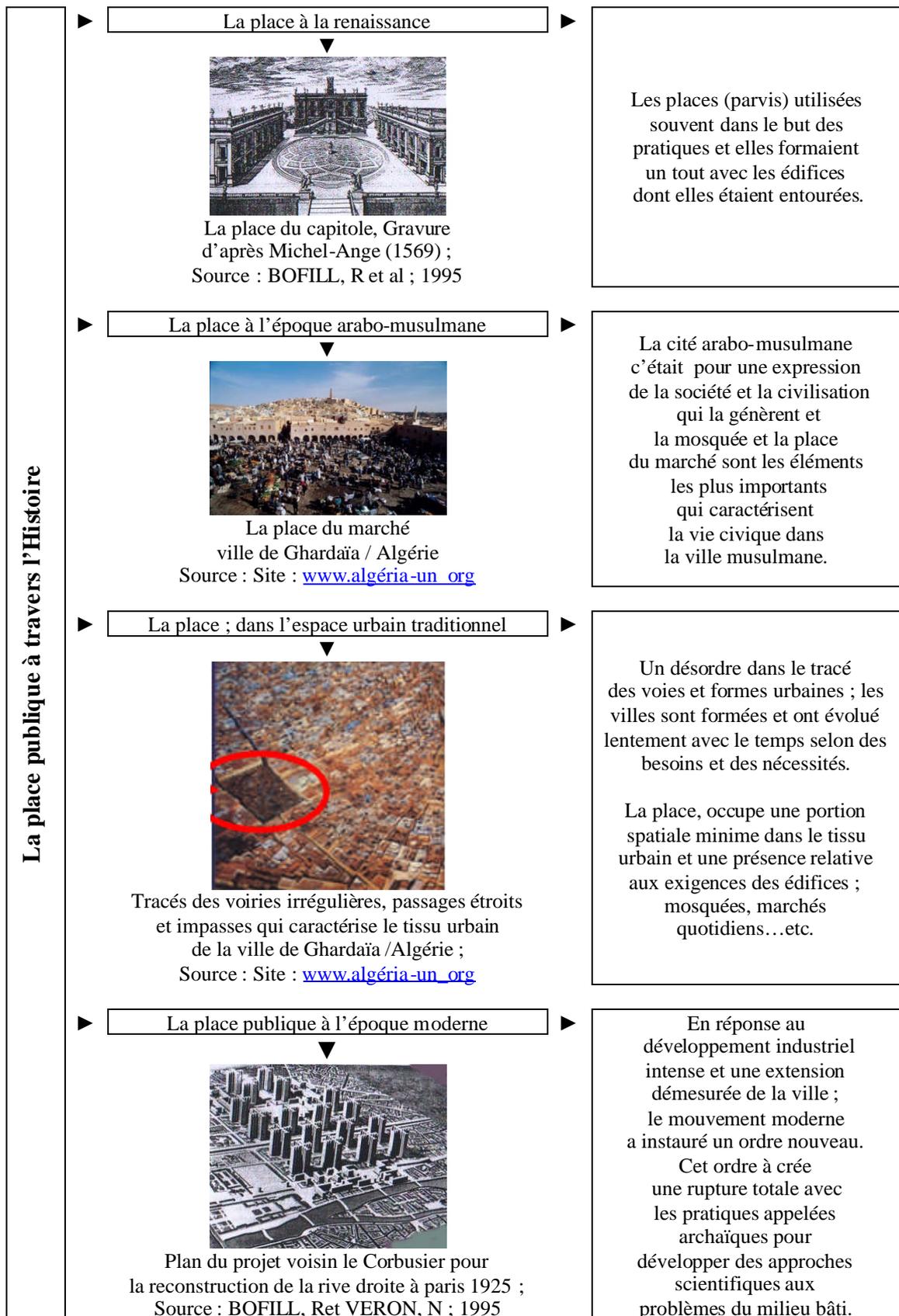
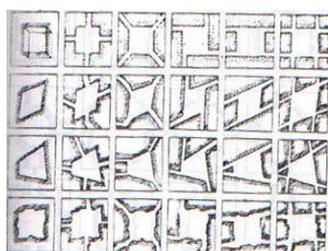


Figure IV.08 : (suite) schéma relatif à La place publique à travers l'Histoire.

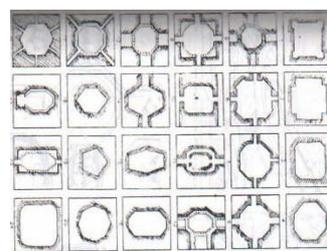
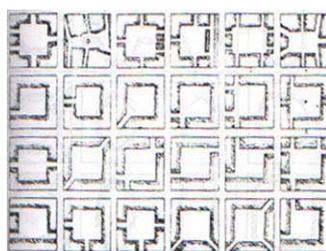
Chapitre IV : Places publiques

D'une façon générale, l'élimination de la notion de 'la place' et la remplacer par les supermarchés et les centres culturels, elle est devenue le symbole nostalgique d'une qualité urbaine perdue. (CHOAY, F et al ; 1988)

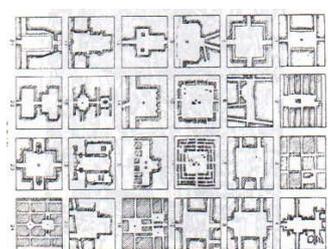
IV.4.3. Les formes et morphologie des différentes places (espace public)



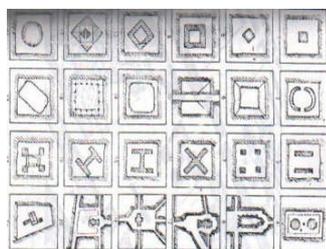
Formes irrégulières et régulières



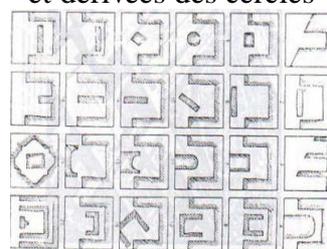
Formes rectangulaires et dérivées des cercles



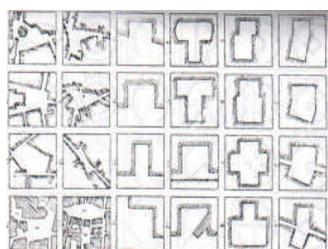
Formes orthogonales



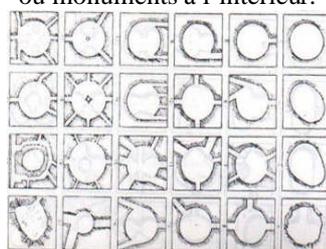
Formes éléments ou monuments à l'intérieur.



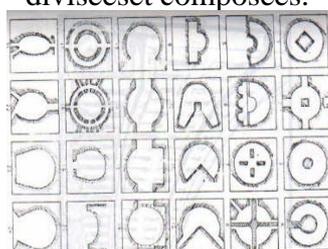
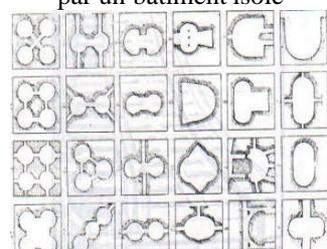
Formes ouvertes refermées par un bâtiment isolé



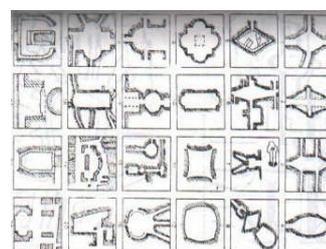
Formes brisées, divisées et composées.



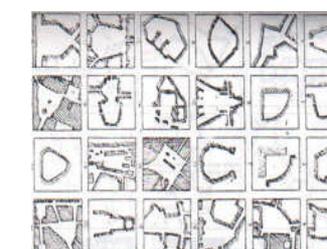
Formes rondes, circulaire et dérivée.



Formes circulaires avec constructions incluses



Formes géométriques complexes



Formes triangulaires

Figure IV.09 : Différentes formes des espaces publics. Source : l'espace de la ville ; KRIER, R;1975)

Chapitre IV : Places publiques

IV.4.4. Le rôle de la place ou placette :

On ne tient que le rôle polyvalent joué par cet espace public urbain dans les cités de l'antiquité grecque et romaine : 'l'agora' et 'le forum' qui se sont devenus le symbole de la vie urbaine et de l'espace public. Normalement la place ou la placette doit remplir plus que son rôle dominant :

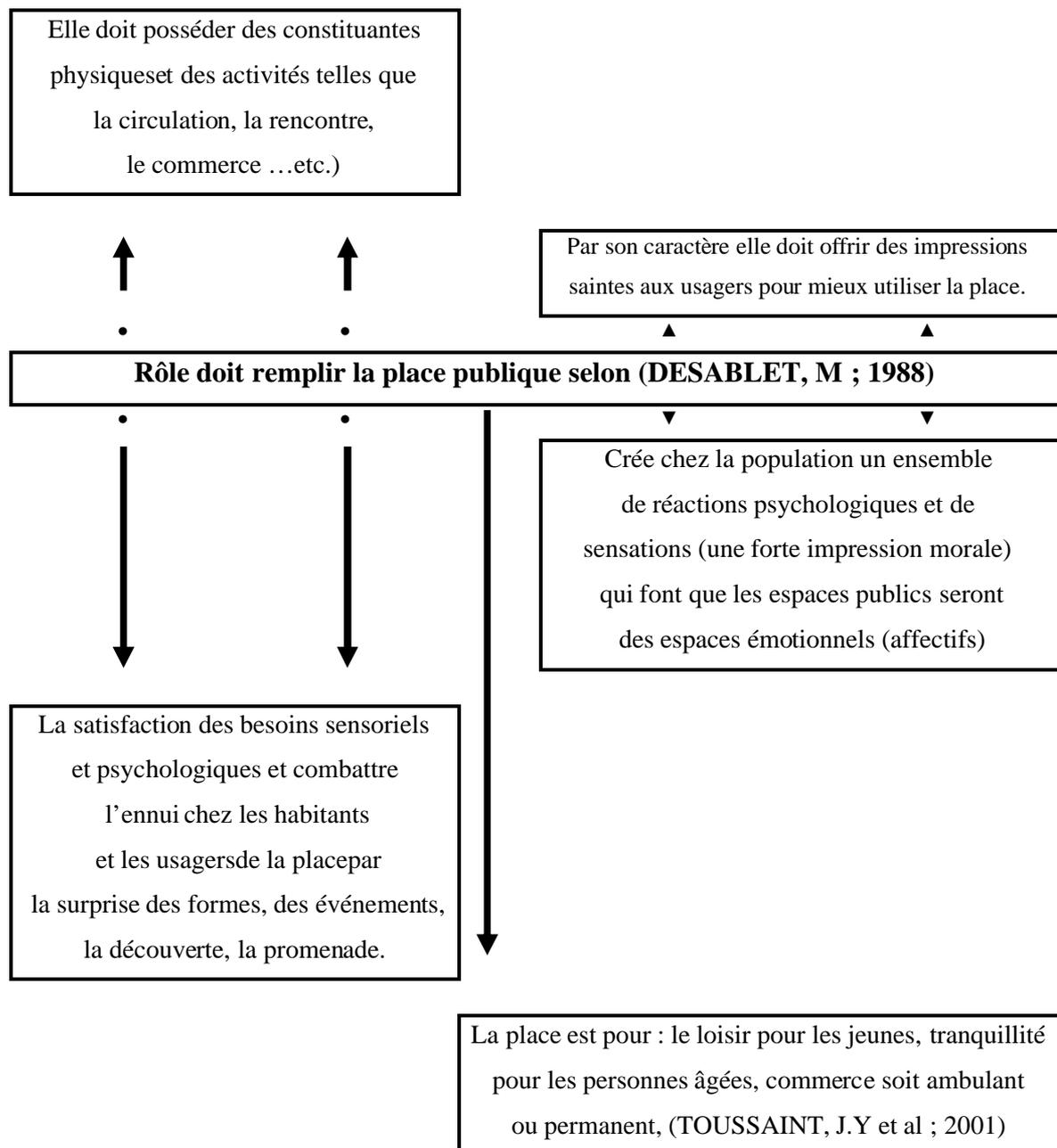


Figure IV.10 : Schéma relatif aux rôles de la place publique ; source : DESABLET, M ; 1988

Chapitre IV : Places publiques

IV.4.5. Fonctions que doit assurer la place publique :

Sachant que la place publique est un espace destiné aux échanges sociaux, culturels, de festivités, de commémorations, d'interaction, de transmission des nouvelles, de communication et des échanges commerciaux, (ces échanges doivent être compatibles avec le repos, le loisir et récréation) ; en plus la place est un espace public urbain ouvert et accessible à tous et forcément un lieu de confrontation symbolique ou réel ; pour toutes les catégories : jeunes, enfants, SDF, marginaux, actifs, personnes âgées, chômeurs ...etc. DESABLET, M ; (1988)

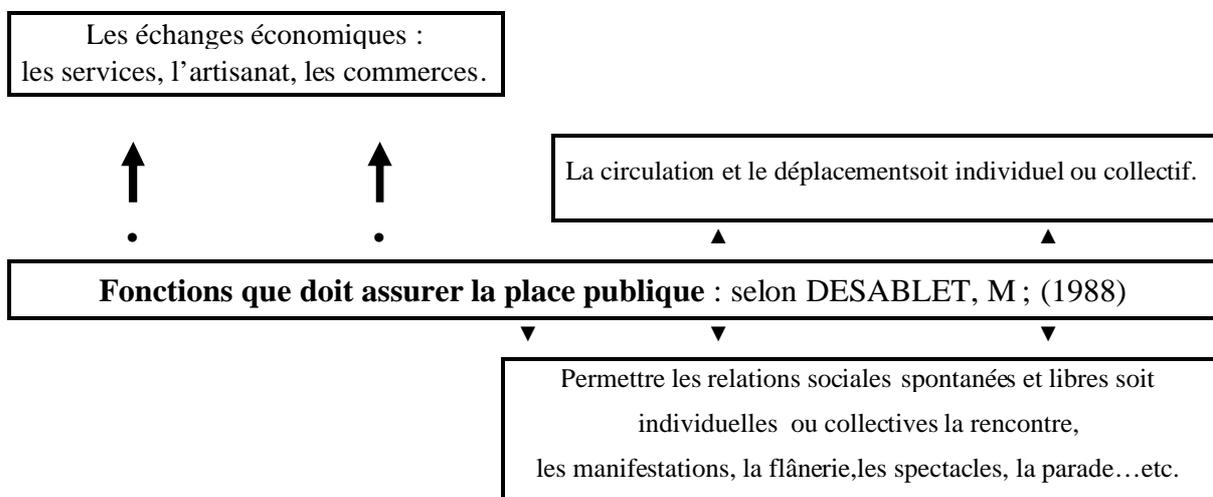


Figure IV.11 : schéma relatif aux diverses fonctions insérées dans la place publique : selon DESABLET, M ; (1988)

IV.4.5.1. Mobilier urbain :

GAUTHIEZ, B ; (2003) observe le mobilier urbain comme un ensemble des objets et dispositifs publics ou privés installés dans l'espace public, liés à une fonction ou à un service offerts à la population ; des objets relatifs à la propreté, à la publicité, à la circulation, à l'éclairage public. Le mobilier urbain est fixé au sol ou rattaché aux bâtiments.

Selon CHOAY, F ; (1988) le mobilier urbain est une expression utilisée pour désigner les objets légers et déplaçables, non mobiles. Il complète la commodité et le confort extérieur des citoyens et il contribue à l'urbanité et à l'esthétique de la ville. On le trouve comme : les bancs, les corbeilles à ordures, les lampadaires, les abris d'autobus, les panneaux d'affichage...etc. par contre le décor urbain est l'ensemble des éléments contribuant

Chapitre IV : Places publiques

à l'esthétique du paysage urbain : le mobilier urbain, les édicules, différents traitements de sol, le traitement de façades antérieures. (GAUTHIEZ, B ; 2003)

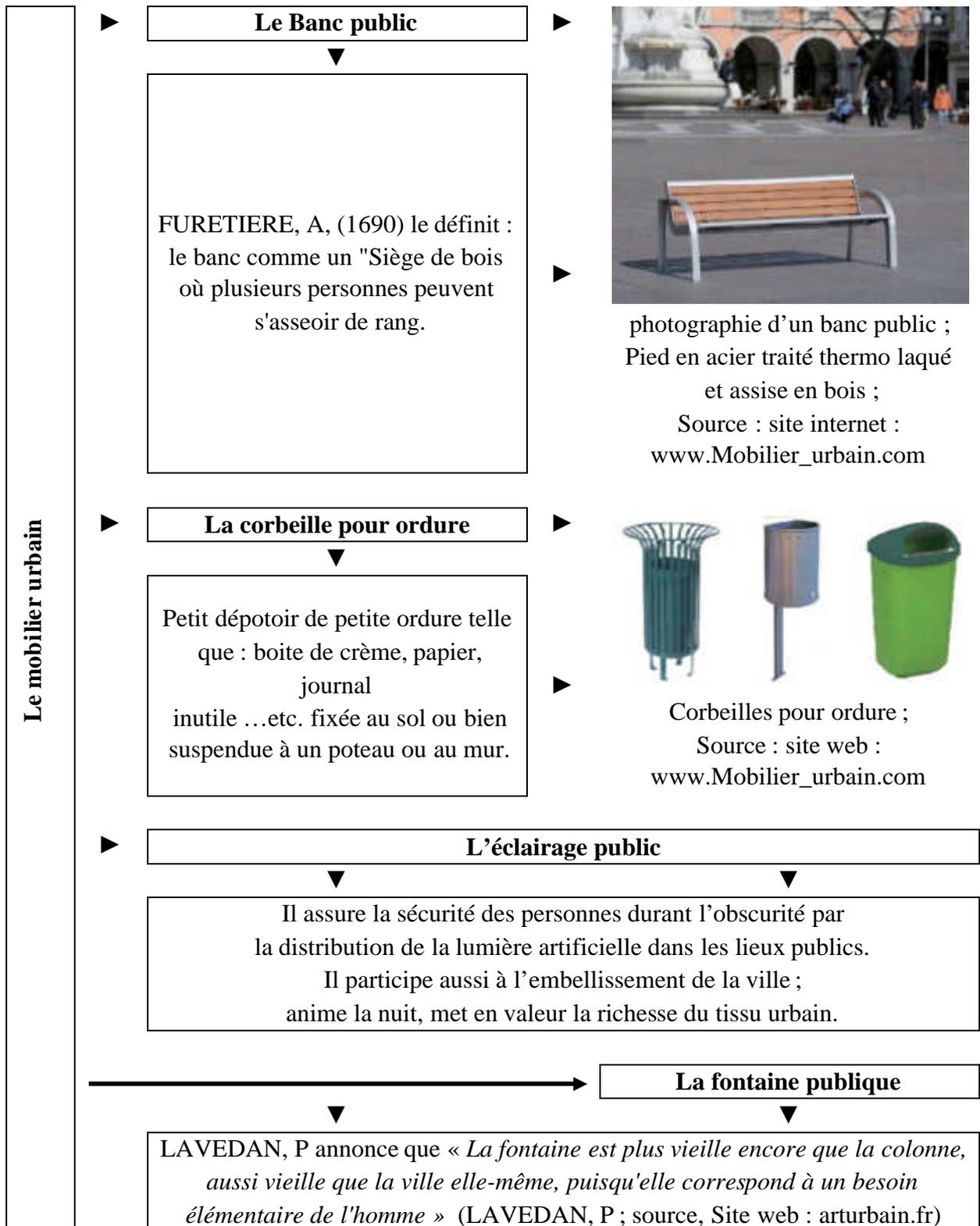


Figure IV.12 : Schéma relatif au mobilier urbain.

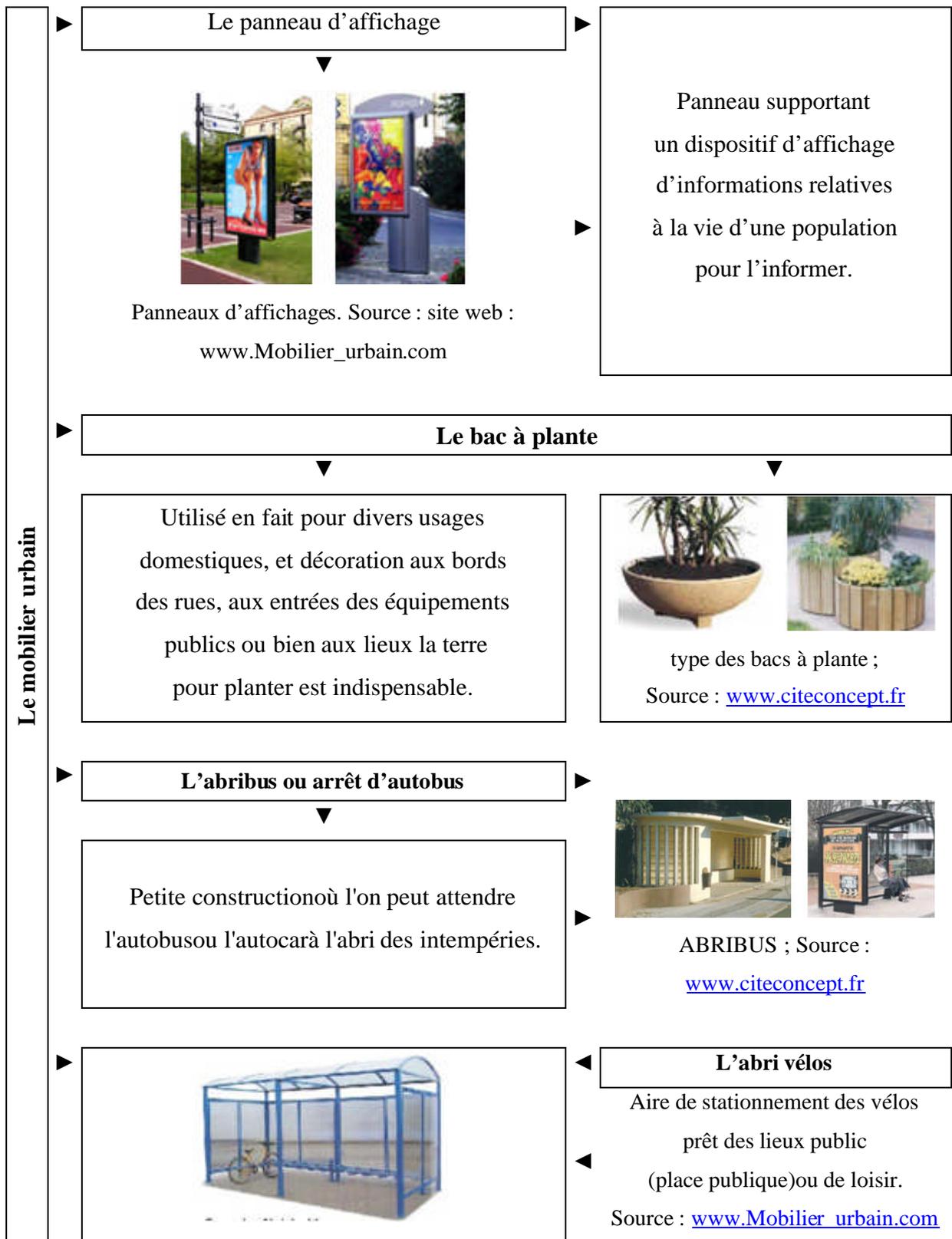


Figure IV.13 : suite schéma relatif au mobilier urbain.

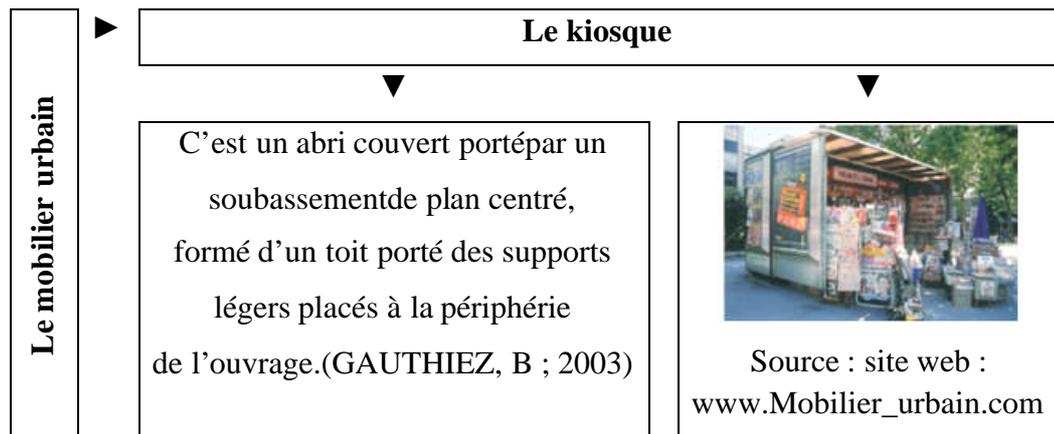


Figure IV.14 : suite, schéma relatif au mobilier urbain.

IV.5. Conclusion :

Avant d'entamer la notion de 'la place publique' on a cherché dans ce chapitre de voir 'l'espace urbain' cela nous a menés à l'urbanisation. Pour l'homme « *L'urbanisation lui a procuré le repos et la tranquillité, elle a apaisé sa férocité et a adouci ses mœurs. Elle l'a conduit à l'état de société, lui a enseigné la culture. Elle l'a civilisé* » CERDA, I ; (1979)

L'espace urbain est passé par un chemin de développement et de changement depuis l'acropole et ces lieux de culte ; 'l'agora grecque' et son environnement bâti et non bâti ; le 'Forum romain' et ces établissements qui les campagnes ; les places monumentales de la renaissance ; la mosquée et places des marchés dans les cités arabo-musulmanes ; arrivant à l'espace libre et la cité de le Corbusier. (Hanafi ; 2010) Sachant que l'espace urbain exprime et traduit le langage de l'époque et les signes culturels des civilisations qu'ils l'ont conçu à travers ses composants, le bâti et le non bâti (les espaces publics).

On a encore vu dans ce chapitre les différents types d'espace public, le mobilier urbain et décor, ensuite on s'est focalisé sur 'La place publique'. Cette dernière elle est à la fois un espace « convergent » c'est-à-dire : ayant des éléments internes susceptibles d'attirer les citadins et un espace « divergent » qui impose une certaine relation à la structure urbaine d'alentour. La relation entre la place publique et la ville est très profonde, dont BERTRAND, J. et al ; (1984) nous annonce que la place est sûrement le premier type d'espace urbain

Chapitre IV : Places publiques

inventé par l'homme. Vu qu'elle résulte du regroupement des constructions autour d'un espace libre,

cette forme de regroupement autour d'une cour souvent chargée d'un contenu symbolique ou culturel.

Le rôle de la place qui est polyvalent (politique, social, religieux, économique) joué par cet organe urbain dans les cités de l'antiquité à nos jours (CHOAY, F et al ; 1988).

Camilo Sitte, nous rend compte du rôle de la place à certaines époques « *Au Moyen Age et pendant la Renaissance les places urbaines jouaient encore un rôle vital dans la vie publique et par conséquent il existait encore une relation fondamentale entre ces places et les édifices publics qui les bordaient* »

« *La place est vidée de son contenu, privée de son rôle d'espace majeur, du décor, la place est une notion seulement nominative ; cette appellation est distribuée au gré de l'actualité à n'importe quel lieu libre, pour commémorer un héros, un événement ... dans tout cela, la place, c'est quoi ? Un lieu, une fonction, un vide, une forme ?* » (BERTRAND, J. M ; 1984). D'une façon générale, l'élimination de la notion de 'la place' et la remplacer par les supermarchés et les centres culturels, elle est devenue le symbole nostalgique d'une qualité urbaine perdue. (CHOAY, F et al ; 1988)

En revanche, la place publique n'est pas un simple espace public pour la circulation et la rencontre des citoyens, mais elle est pour créer chez la population de la ville un ensemble de réactions psychologiques et faire pousser l'urbanité tout en améliorant la qualité du cadre de vie urbaine.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Chapitre V

Cadre d'étude,
Places sélectionnées

« ... L'espace public, c'est la partie non bâtie de la ville, l'espace vide où excite de la place, l'espace appartenant la plupart du temps au domaine public, partie de la ville particulièrement affectée à des usages publics, se caractérise par la typologie empreinte par les différentes formes et par les diversités des usages pratiqués là. »

DOUMENC, L ; (1996)

Introduction :

Le contexte de notre recherche est la 'ville' dont elle englobe le corpus de notre étude. La ville, comme nous déclare GRAFMEYER Yves (1995) c'est un « ...territoire et population, cadre matériel et unité de vie collective, configuration d'objets physiques et nœuds de relations entre sujets sociaux ». Cette dernière avec cette complexité de relations entre plusieurs éléments morales et physiques, elle se développe et se croître avec le temps où le climat fait partie indissociable de son site et de son environnement naturel.

On arrive dans ce chapitre au 'terrain d'étude' de notre recherche, représenté dans les places publiques de la ville de Biskra. Donc cette ville est le cadre de notre étude, dont elle va être abordée dans son contexte climatique. Veut dire, on va exposer ses données physiques, socio-économiques et ses paramètres climatiques. Nous espérons à travers le choix de cette ville, voir la confirmation ou l'infirmité de nos hypothèses lancées au départ de notre sujet.

Un recensement sera fait dans ce chapitre avec une lecture sur les espaces publics de cette ville, ses jardins publics, ses lieux de rencontres et de ses places publiques depuis l'époque coloniale à nos jours, dans l'objectif de sélectionner et de choisir des places qui répondent aux critères de l'étude.

Une analyse typo-morphologique, de forme, de type d'espace urbain, de caractéristique géométrique, de matériaux, de revêtements, d'orientation, présence de végétations... etc. des places choisies pour l'étude et la simulation.

V.1. La ville de Biskra et contraintes climatiques :

V.1.1. Présentation de la wilaya de Biskra :

La wilaya de Biskra est classée par l'état Algérien comme wilaya de sud, malgré qu'elle se situe entre le nord et le sud et cela lui a donné le nom 'la porte de désert'. Elle est d'une population de 735921 habitants en 2005 ce qui vaut une densité moyenne de 34 habitants / kilomètre carré. A vrai dire que la densité varie d'une commune à une autre, par exemple le chef-lieu elle arrive jusqu'à 1650 Habitants/Km², par contre à la commune d'El Besbes ne dépasse pas les 3 Habitants/Km². (DPAT de Biskra. cité in :SRITI, L ; 2012)

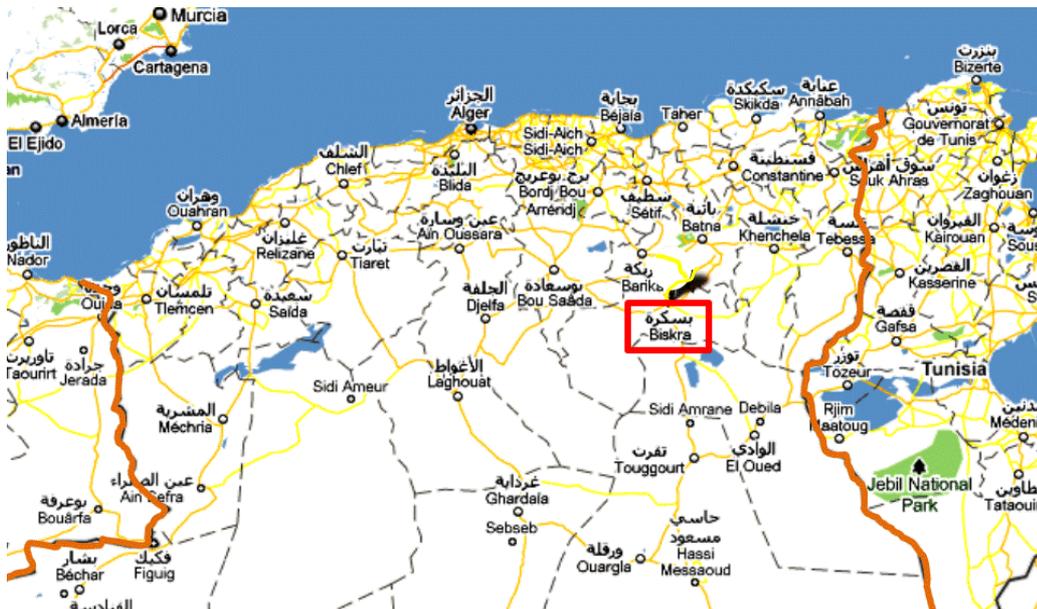


Figure V.01 : image par satellite de Biskra. Source Google Earth.

Avant de passer à la ville de Biskra il est évident de connaître la wilaya de Biskra, dont cette dernière contient 12 daïra enveloppant 33 communes. La wilaya de Biskra est d'une superficie de 21509.80 Km². (D.P.A.T de Biskra).

Elle est située à 425 km au Sud-Est d'Alger, 243 km au Sud de Constantine, 220 km au Nord de Touggourt et 113 km à l'Est de Bou Saada.

Limité : au nord par la wilaya de Batna.

Au sud par la wilaya d'El-oued.

Au nord est par la wilaya de Khenchela.

Au nord ouest par la wilaya de Msila.

Et au sud ouest par la wilaya de Djelfa.

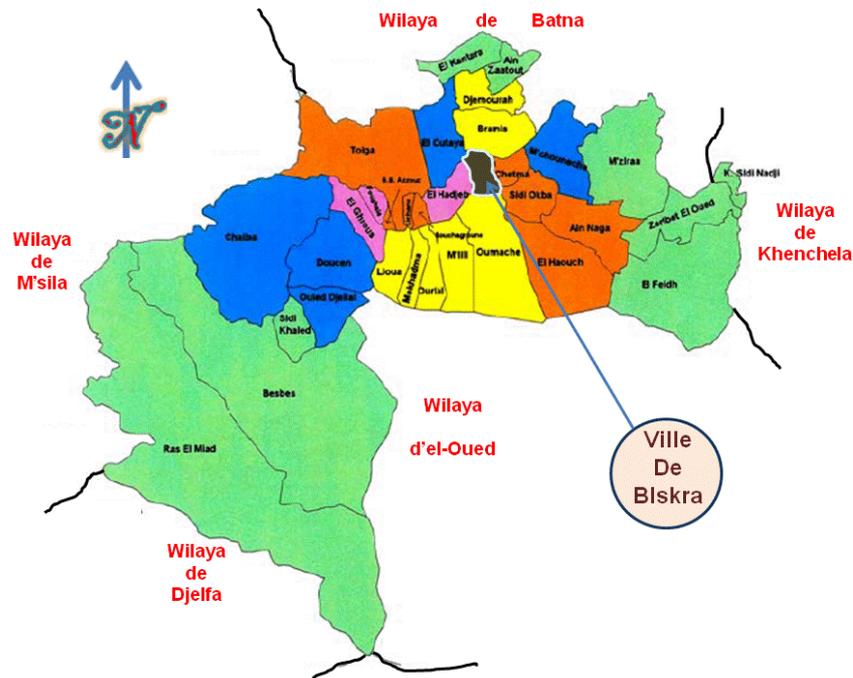


Figure V.02 : wilaya de Biskra et ses communes. Source : D.P.A.T de Biskra.

V.1.2. La ville de Biskra :

Biskra c'est le chef-lieu de la wilaya de Biskra, d'une superficie de 127.70 Km². Sa situation géographique de latitude nord 34.48 et 5.44 longitude Est²⁵. Avec une altitude moyennede : 88 m. la ville est implantée dans un bassin de dépression (cuvette), limité au nord par l'atlas saharien et à l'ouest par la chaîne du Zab. Biskra la traverse deux Oueds à l'est oued Biskra et à l'ouest Oued Z'mor.



Figure V.03 : image par satellite du site de Biskra. Source : Google Earth.

²⁵ Atlas solaire de l'Algérie, O.P.U, Alger 1985.

V.1.2.1. Topographie (relief) de Biskra :

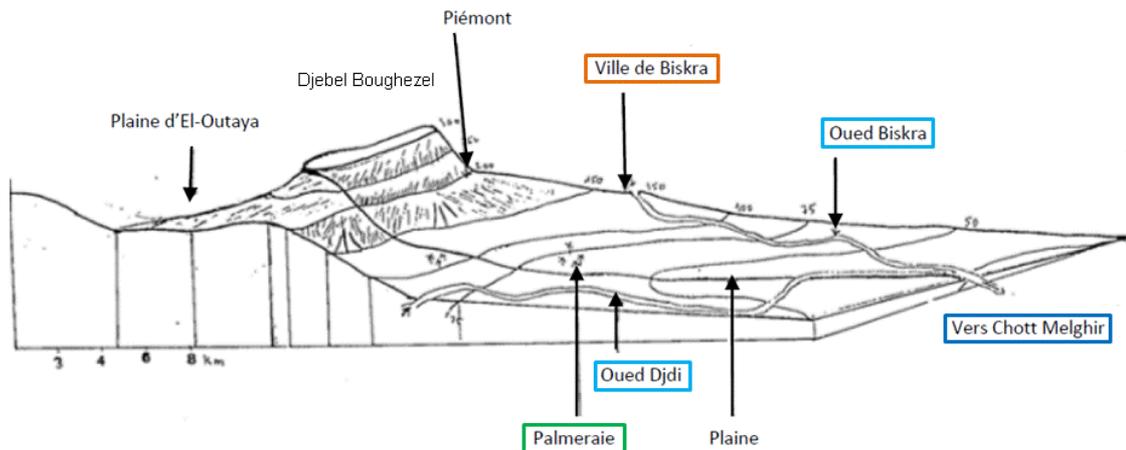


Figure V.04 : Coupe topographique de Biskra. Source : Carte Topographique de Biskra. Cité in : BOUZAHZAH, F; (2015)

V.1.2.2. Données socioéconomique :

En 1845 la ville de Biskra avait 4000 habitants, après la colonisation le nombre des habitants de la ville a augmenté. En 1893 Biskra font 7000 habitants natifs et 11000 européens. En effet en 1954 elle a fait 50000 habitants natifs et colons²⁶. Le tableau ci-dessous (tableau V.01) démontre la croissance démographique de la ville de Biskra après l'indépendance.

Année	1966	1977	1987	1998	2004	2006	2007
Population	59561	93800	128924	172341	201325	216 398	222 249

Tableau V.01: croissance de la population de Biskra. Source : monographie de Biskra année 2007 / D.P.A.T²⁷

V.1.2.3. Données physiques :

Biskra se caractérise par un climat très chaud et Sec l'été, d'une température moyenne de 43.5 °C et une humidité relative moyenne de 12%. Et un hiver très froid dont une température minimale moyenne de 4° et une humidité relative moyenne de 89%.

Les précipitations dans cette région sont rares et ne dépassent pas les 31 jours par an et le cumul annuel atteint les 200 mm.

²⁶ Lambert, A. Cité par AGLI, N ; (1988)

²⁷ Direction de planification et d'aménagement du territoire.

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

Comme elle connaît des pluies torrentielles qui provoquent des dégâts matériels. Toutefois les vents chauds et poussiéreux (le Sirocco) soufflent du Sud-est et du Sud-ouest durant la saison de l'automne et printemps avec une vitesse maximale arrive à 80 Km/h.

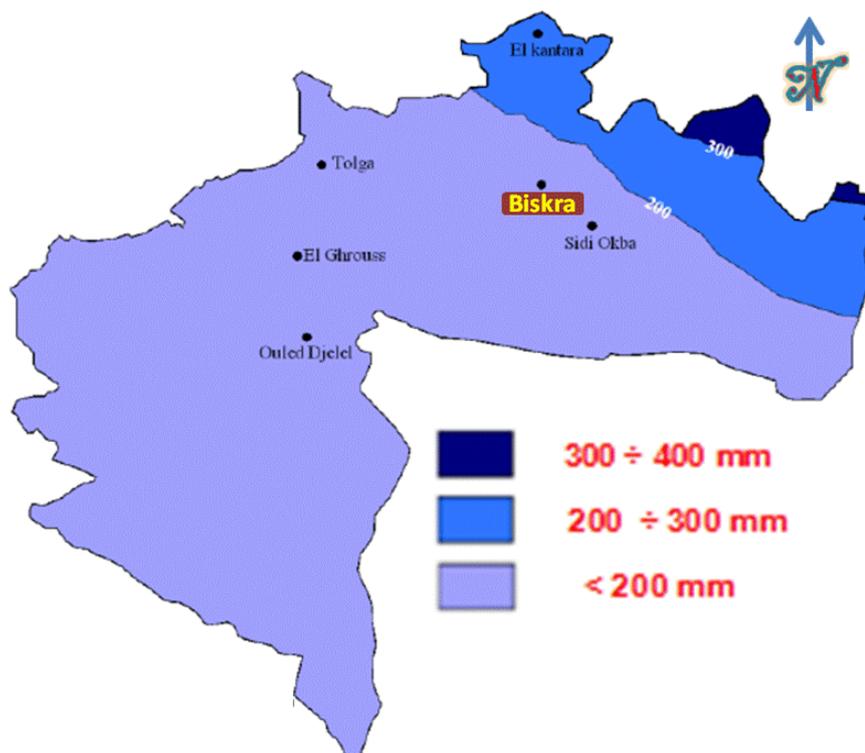


Figure V.05 : Carte pluviométrique de la Wilaya de Biskra. Source : Station météorologique de Biskra ; cité in : BOUZAHZAH, F ; (2015)

Mois	Température Moyenne en (°C)	Pluies en (mm)	L'humidité relative en (%)	La radiation Mégajoule/m ² /jour
Janvier	11.7	13.3	53	3.2
Février	13.6	12.9	51	5.3
Mars	16.4	7	41	8.3
Avril	19.8	12.7	38	11.1
Mai	24.3	13.5	35	13.2
Juin	30.2	5.1	29	14.4
Juillet	33.4	3.5	25	14.2
Août	32.5	8.5	30	12.7
Septembre	28	10.5	40	10.3
Octobre	21.7	12.2	47	6.8
Novembre	15.8	21.4	55	4
Décembre	12.5	3.5	56	2.7

Tableau V.02 : données climatiques de la ville de Biskra. Source P.D.A.U de Biskra année 98.

V.1.2.4. La température de l'air :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température de l'air maximum (°C)	16,7	18,9	22,1	25,8	30,9	36,5	39,7	39	34	28,2	21,4	17,2
Température de l'air moyenne (°C)	11,5	13,5	16,7	20,1	25,4	30,7	33,7	33,2	28,5	22,4	16,2	12,2
Température de l'air minimum (°C)	6,9	8,4	11,1	14,4	19,2	24	27	27,1	22,9	17,5	11,7	7,8

Tableau V.03 : moyennes mensuelles des températures de l'air de la période du 1967 à 2005.

Source : données de la station météorologique de Biskra. Cité in : BOUTABA, S ;(2007).

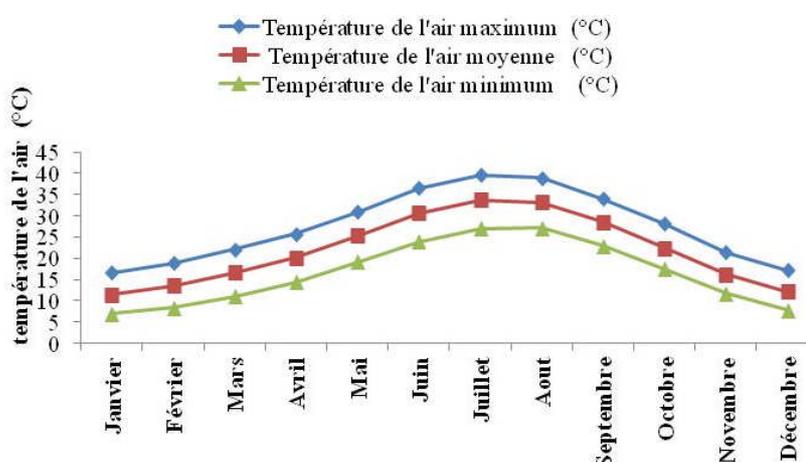


Figure V.06 : graphe des moyennes mensuelles des températures de l'air de la période du 1967 à 2005. Etabli par l'auteur.

V.1.2.5. L'humidité relative :

Les moyennes mensuelles de l'humidité relative ne dépassent pas 56% pour les périodes humides ce qui laisse penser qu'on est devant un climat hivernal sec, en plus elles ne dépassent pas 30% la période estivale. La courbe des humidités relatives évolue dans le sens inverse que celle des températures.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Moyennes mensuelles des humidités relatives (%)	52,6	51,4	41,2	38,2	34,7	29	25,1	29,7	40	47,3	54,6	56

Tableau V.04 : moyennes mensuelles des Humidités relatives de la période 1975 -1984.

Source : données atlas climatologique national. Cité in : BOUTABA, S ;(2007).

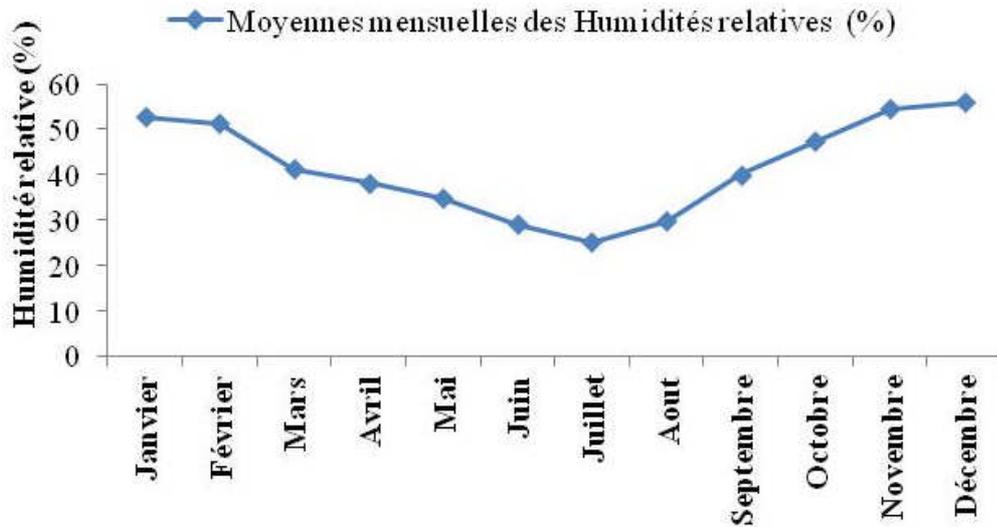


Figure V.07 : moyennes mensuelles d'Humidités relatives de la période 1975 -1984. Etabli par l'auteur.

V.1.2.6. Les vents :

/	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembr	Octobre	Novembre	Décembre
Moyennes mensuelles des vitesses du vent (m/s)	4,2	4,4	4,6	5,6	5,2	4,5	4	3,9	3,8	3,8	4	3,9

Tableau V.05: moyennes mensuelles des vitesses du vent de la période 1967-2005. Source : données station météorologique de Biskra. Cité in : BOUTABA, S ;(2007).

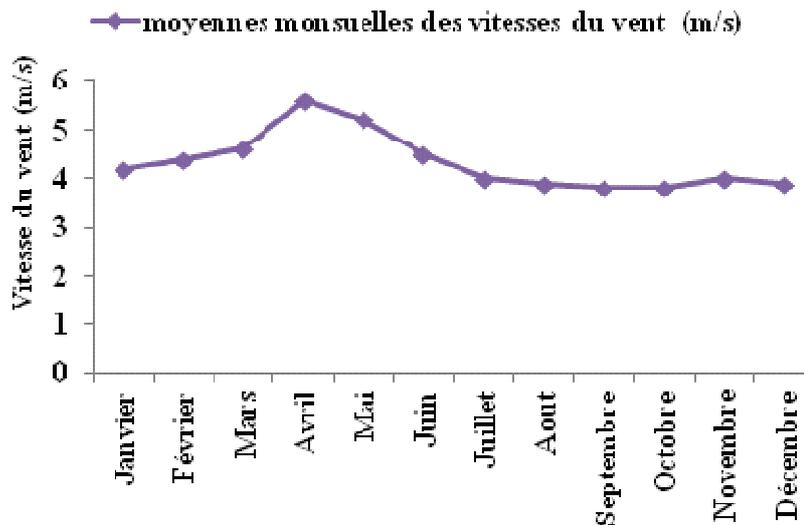


Figure V.08 : moyennes mensuelles des vitesses du vent de la période 1967-2005. Etabli par l'auteur.

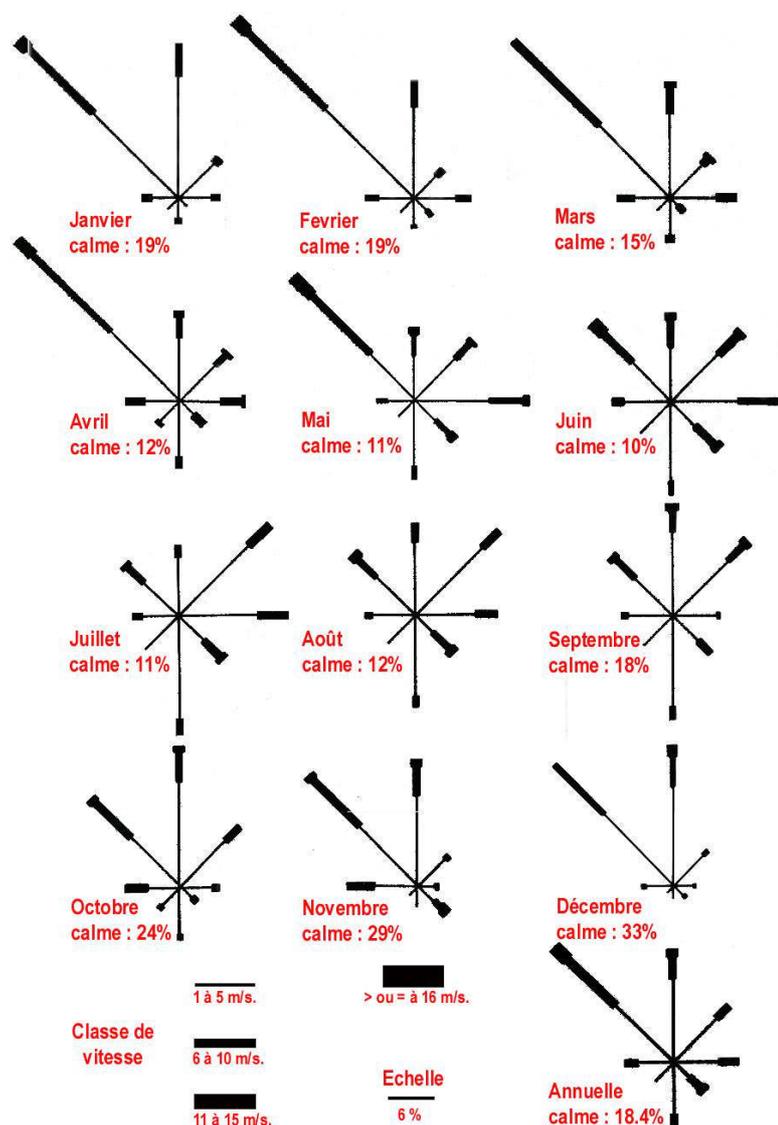


Figure V.09 : Direction et valeurs mensuelles et annuelles des vitesses du vent (1975- 1984).
 Source : BOUTABA, S ;(2007).

V.1.2.7. L'insolation :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Insolation moyenne quotidienne (heures)	7,3	8,2	9	9,7	10,3	11,2	12,4	11,5	10,5	8,2	7	7

Tableau V.06 : durée moyenne d'insolation quotidienne de la ville de Biskra. Source : CAPDEROU,M ; (1987)

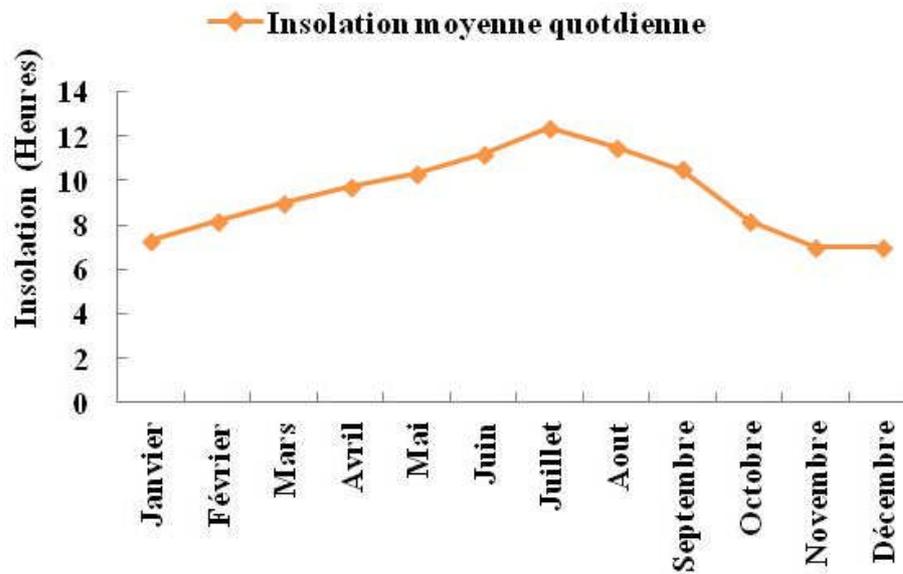


Figure V.10 : Graphe de la durée moyenne d'insolation quotidienne de la ville de Biskra.

Etabli par l'auteur.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Insolation Moyenne mensuelle	226	230	278	290	320	337	383	355	314	254	210	219

Tableau V.07 : durée moyenne d'insolation mensuelle de la ville de Biskra. Source : CAPDEROU, M ; (1987)



Figure V.11: Graphe relatif à la durée moyenne d'insolation mensuelle de la ville de Biskra.

Etabli par l'auteur.

V.1.2.8. Rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire incident est très intense et de l'ordre de 7680 wh/m² sur un plan horizontal pendant le mois de juillet qui correspond à une durée d'ensoleillement de 383 heures et qui peut dépasser 12 heures par jour.

V.1.2.9. Rayonnement solaire direct mensuel :

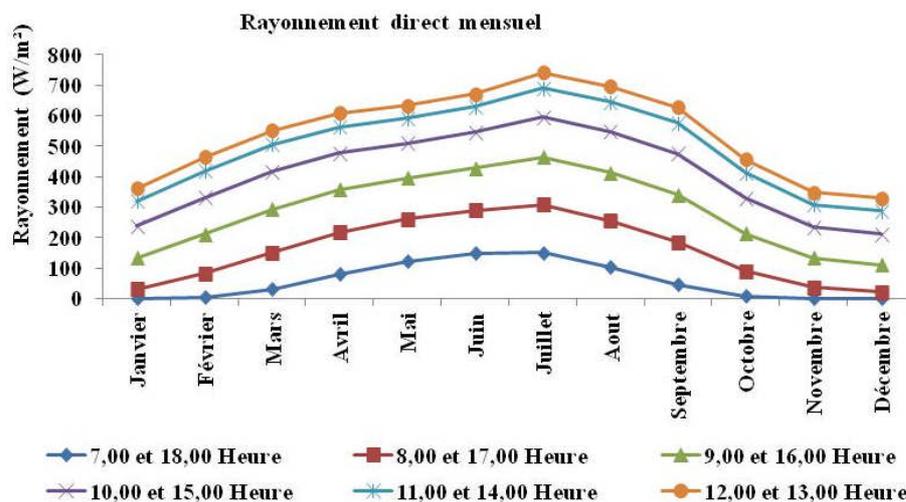


Figure V.12 : Graphe du rayonnement (rayonnement direct mensuel) incident sur un plan horizontal par heure d'un jour d'ensoleillement moyen pour chaque mois de Biskra. Etabli par l'auteur, source : CAPDEROU, M ; (1987).

V.1.2.10. Rayonnement solaire global mensuel :

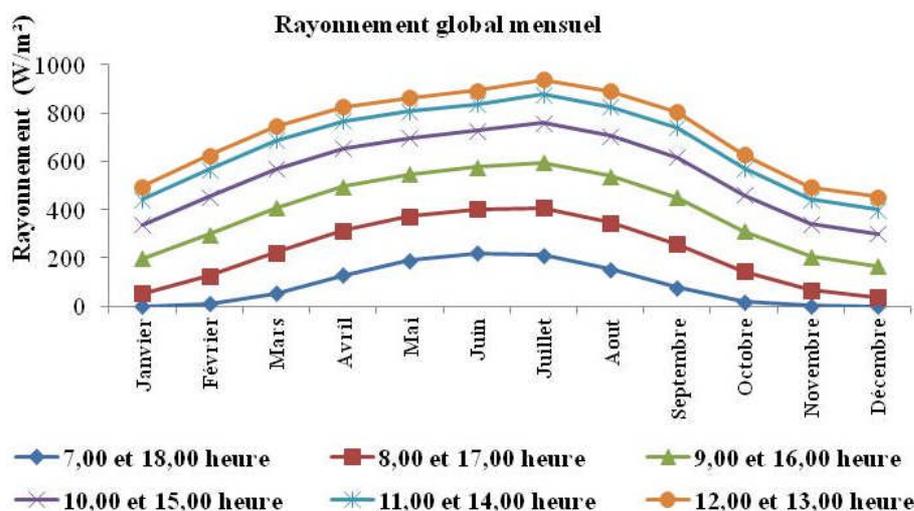


Figure V.13 : Graphe du rayonnement (rayonnement global mensuel) incident sur un plan horizontal par heure d'un jour d'ensoleillement moyen pour chaque mois de Biskra. Etabli par l'auteur, Source : CAPDEROU, M ; (1987).

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

V.2. Biskra et l'aridité :

Sachant que l'aridité n'est pas relative qu'aux zones désertiques à climat chaud et sec mais elle est relative au rapport de la précipitation et la température. On utilisant la formule de De Martonne pour connaître le degré d'aridité ou l'indice d'aridité $I = P / T + 10$.

Dont : I : indice d'aridité.

P: Précipitation de l'année

T : Température moyenne annuelle.

Le schéma si dessous indique la relation entre l'indice d'aridité et type du climat. (GUYOT, G ; 1999)

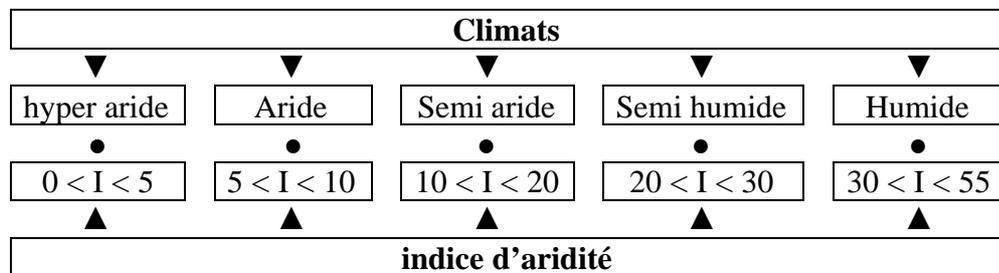


Figure V.14 : Schéma relation entre l'indice d'aridité et type du climat. Source : GUYOT, G ; (1999)

La ville de Biskra : $I = 148 / 22 + 10 = 4.6$, ces valeurs en 1970 par Godard et Estienne. D'après la carte bioclimatique de l'est algérien ouvrage ' les mutations rurales en Algérie' (COTE, M ; 1980). La ville de Biskra est classée dans la zone à climat aride.

Selon la classification des zones climatiques d'été de l'Algérie donnée par les recommandations architecturales 1993, ministère de l'habitat, la ville de Biskra se trouve dans la zone : E3 avec un été très chaud et sec et un écart de température diurne important.

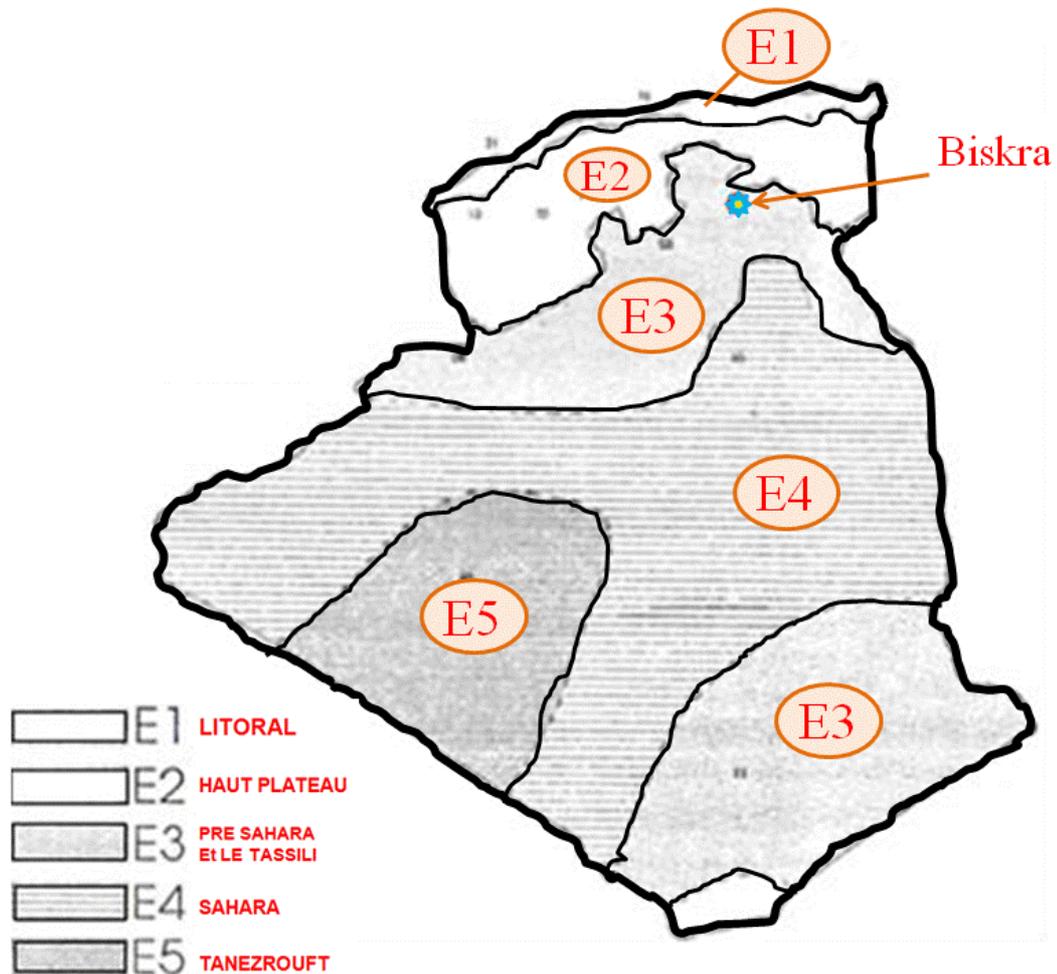


Figure V.15 : zones climatiques d'été en Algérie. Source : Recommandations Architecturales (1993). Ministère de l'habitat Algérie.

D'après la classification des zones climatiques d'Algérie établie par MAZOUZ Saïd, la ville de Biskra se trouve à la zone 'D' relative au pré Sahara. BOUKHABLA, M; 2015 (page 107).

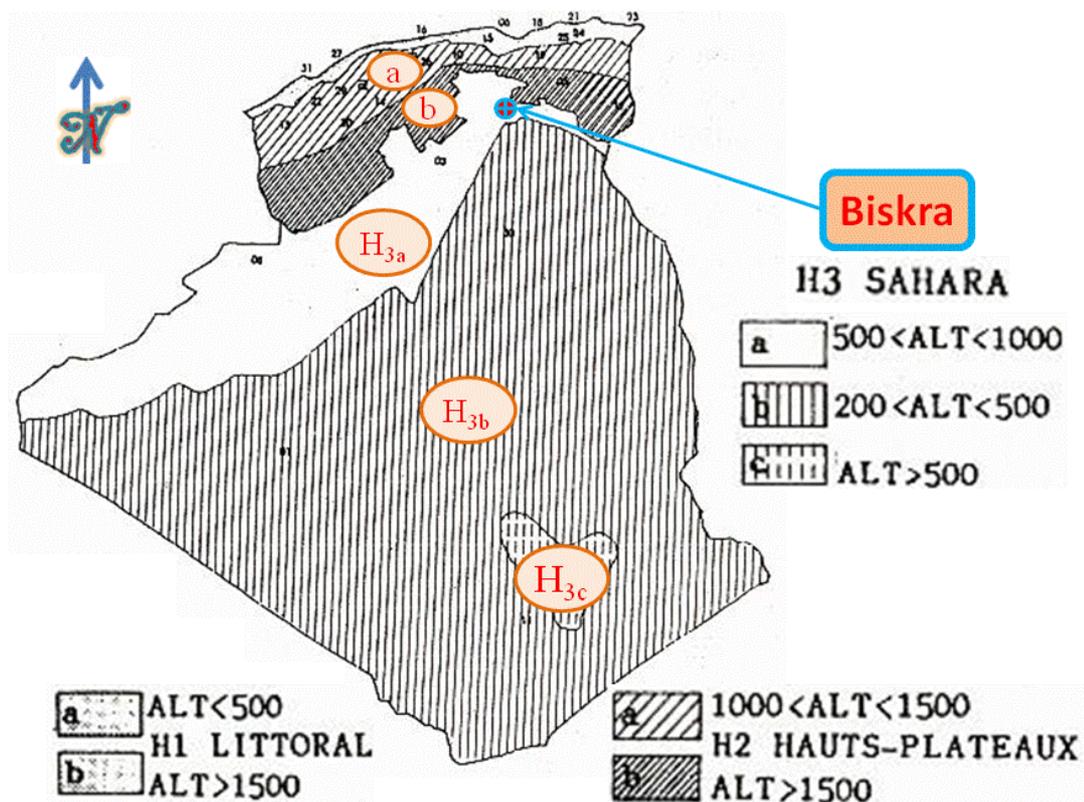


Figure V.16 : Carte des zones climatiques d'hiver en Algérie. Source : MATALLAH, M. H ; (2015)

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

V.3. Détermination des isothermes de la ville de Biskra :

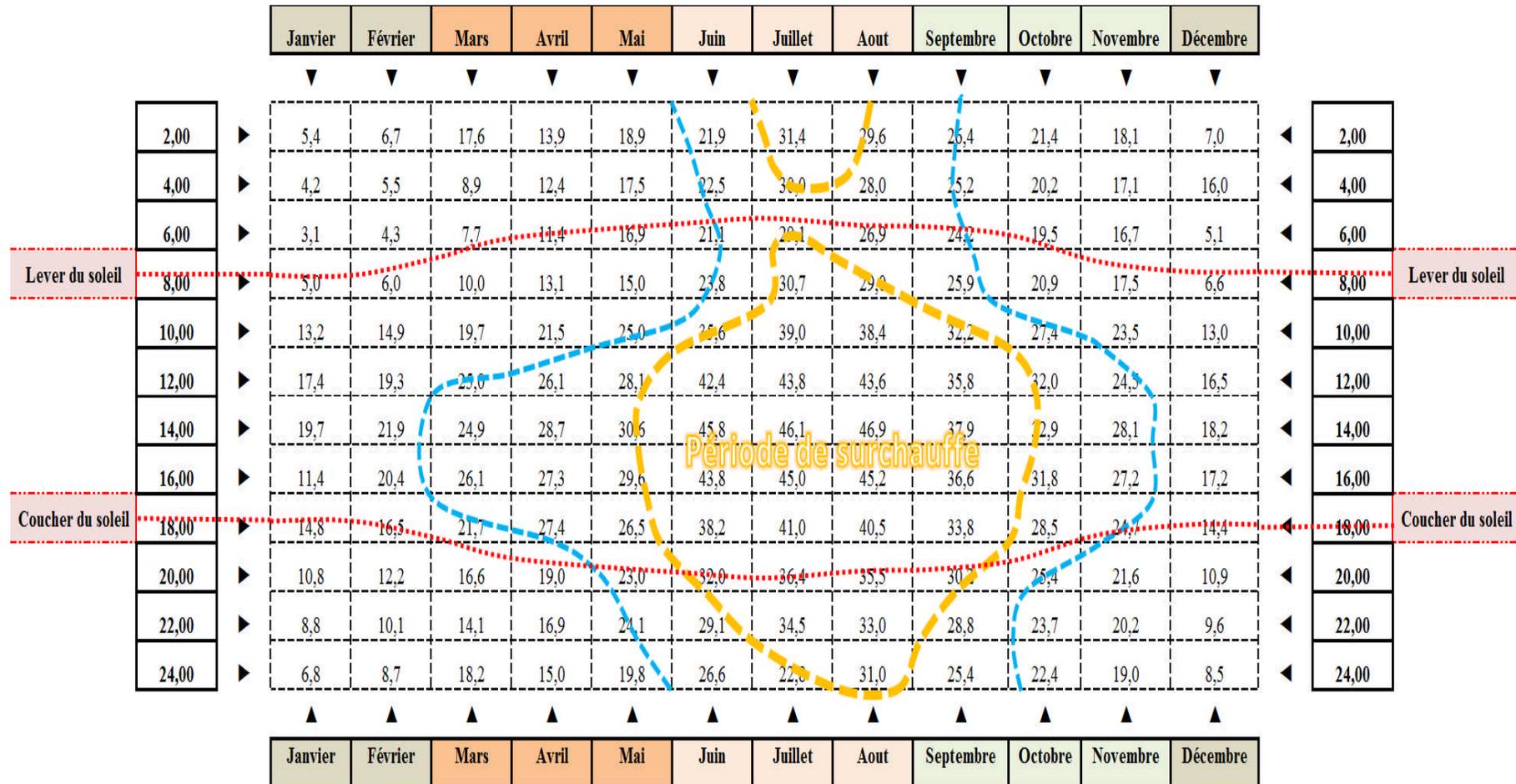


Figure V.17 : Isothermes indiquant les différentes périodes de confort. Etabli par l'auteur. Données (année 2004) de l'Office National de la Météorologie / Biskra. Source : BOUKHABLA, M ;(2015)

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

D'après la matrice on distingue trois périodes de confort ; du mois de décembre, janvier et février c'est la zone de sous chauffe. A vrai dire que les températures de cette période sont sous les températures de confort.

La deuxième zone de confort s'étale du mois de mars, avril et novembre. Et la dernière période de surchauffe englobe les mois de juin, juillet et août ; des températures très élevées dépassant le seuil de confort.

Par contre à travers la matrice, le mois le plus chaud de l'année dans la ville de Biskra c'est le mois de juillet.

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

V.4. **Espace urbain de la ville de Biskra** : la ville de Biskra se caractérise d'un espace urbain hétérogène, dont on constate à travers la carte ci-dessous, tissu désordonné comme hai star mlouk, hai boukhari et tissu urbain ordonné tel que le damier colonial, la Z.H.U.N Est EL-ALIA.

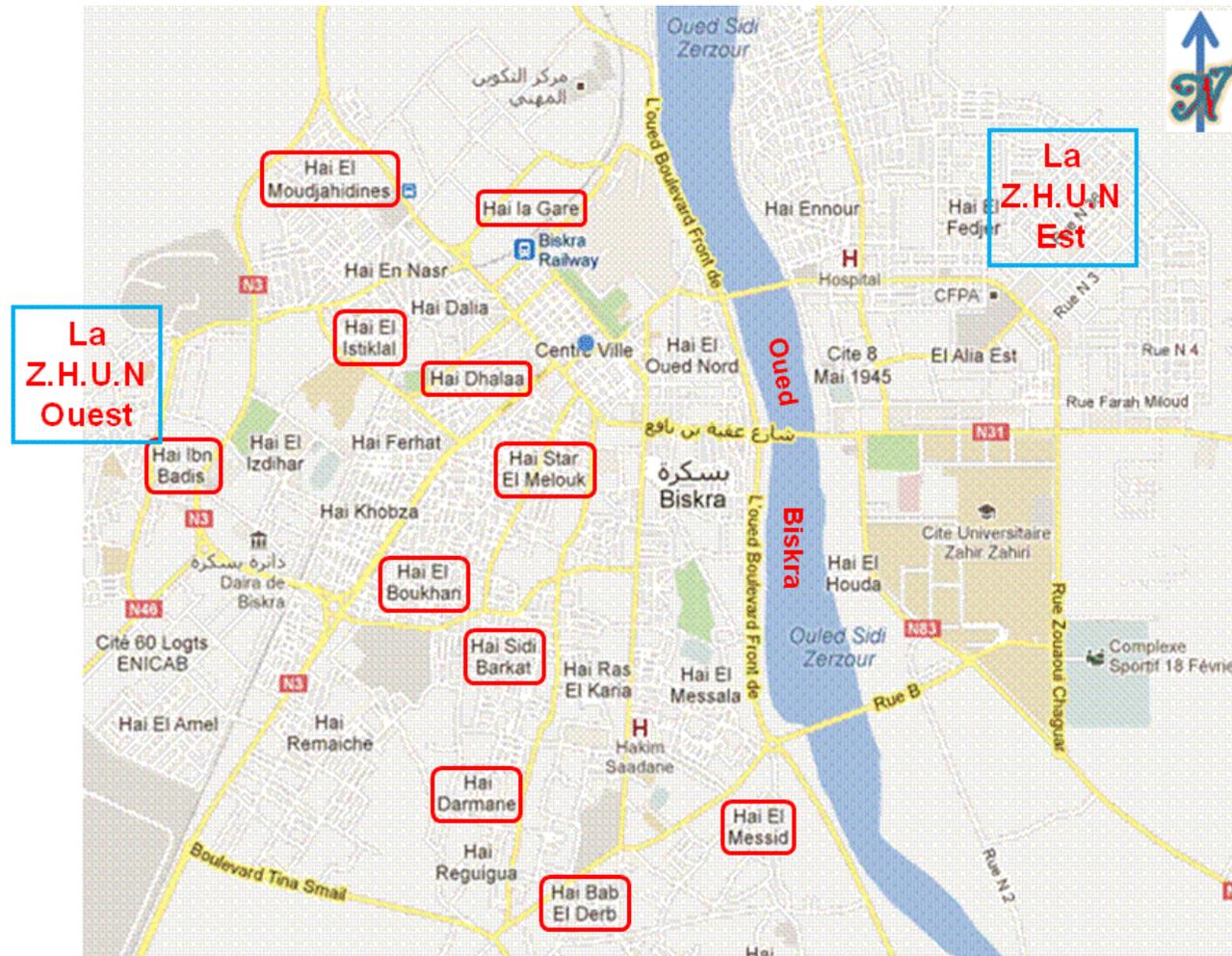


Figure V.18 : carte de la ville de Biskra avec ses différents quartiers. Source : PDAU de Biskra.

V.5.1. Classification chronologique des tissus urbains de la ville de Biskra :

La carte démontre les différents tissus urbains d'une façon chronologique commençant par le Tissu urbain traditionnel, colonial, arrivant aux autres tissus.

-  Tissu urbain traditionnel
-  Implantations coloniales
-  Tissu urbain apparu à la 1^{ère} décennie de l'indépendance
-  Tissu urbain apparu à la 2^{ème} décennie de l'indépendance

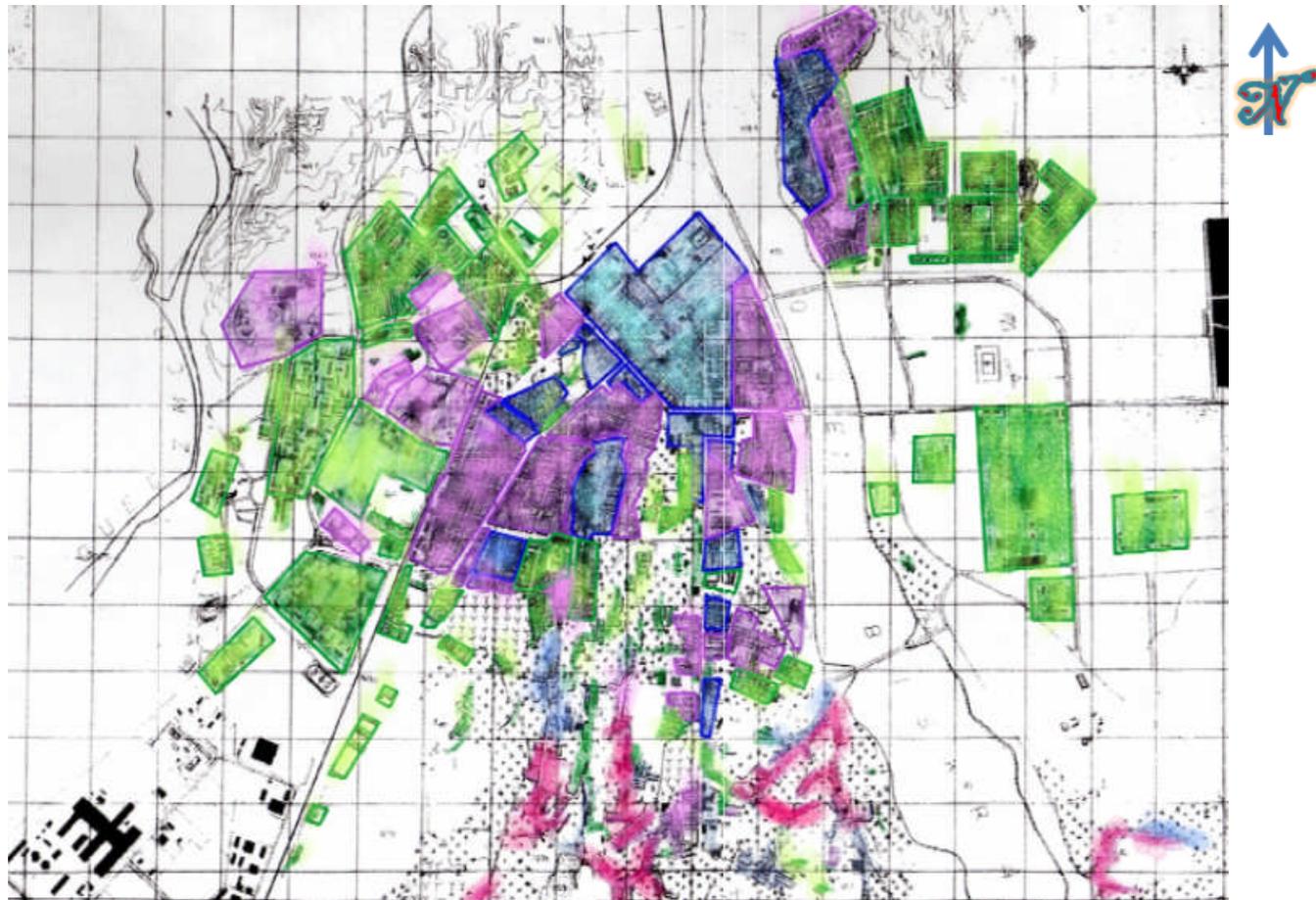


Figure V. 20 : carte chronologique des tissus urbains de la ville de Biskra. Source : **SRITI, L ; (2012)**

■ Tissu urbain contemporain



Figure V.21 : carte du tissu urbain contemporain de la ville de Biskra. Source : SRITI, L ; (2012).

V.5.1.1. Tissu urbain traditionnel : il remonte à l'époque pré-coloniale, où le tissu urbain avait une structure linière à l'intérieur de la palmeraie tout en suivant les seguias et les ruelles. (ALKAMA, D ; 1995) annonce que «... nos observations nous ont permis de distinguer un état de vieillissement dû à la fatigue des matériaux, au manque d'entretien et de restauration des anciennes constructions... D'où on note que l'introduction des nouveaux matériaux à base de béton a donné l'apparition à de nouveaux éléments architectoniques inspirés de l'architecture contemporaine (balcon, fenêtre ouverte sur l'extérieur) ».



Figure V.22 : quartier M'Cid / Biskra, avec différentes hauteur des enveloppes bâties. Source : HAMEL, K ; (2005)

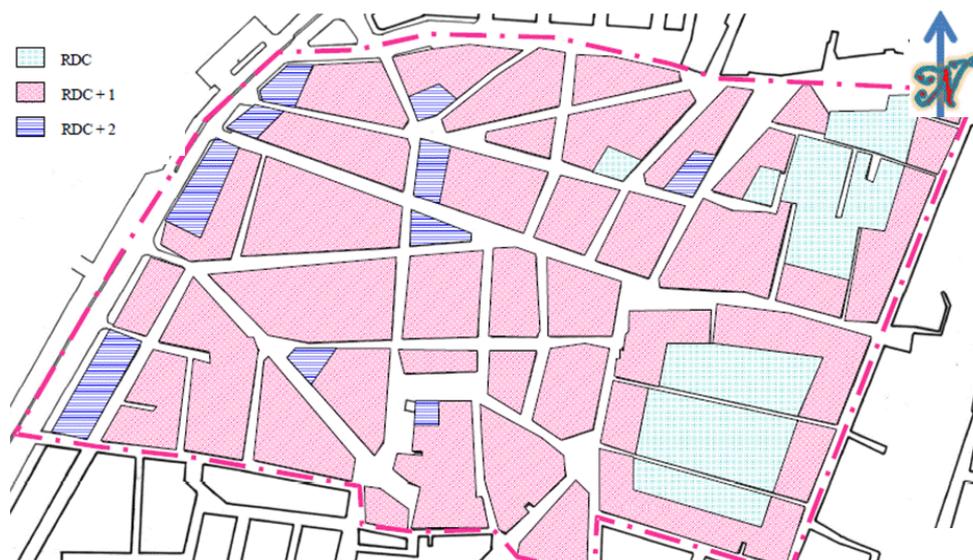


Figure V.23 : Quartier Star Melouk / Biskra, avec différentes hauteur des enveloppes bâties. Source : HAMEL,K ;(2005)

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

Le style architectural de ce tissu se marque par des façades presque aveugles, pour échapper aux effets néfastes du climat, en plus les constructions avec des murs épais et une hauteur limitée ne dépassant pas le premier étage dans la majorité du temps. L'organisation spatiale des habitations se caractérise par l'introvertie. L'utilisation des matériaux de construction locaux ; brique de terre crue (Toub tine) pour les murs et les branches de palmiers pour les planchers.

V.5.1.2. Le Damier colonial :

Ce quartier présente l'habitat colonial dont l'organisation spatiale était en forme régulière. Qui avait donné une armature urbaine formée de rues uniformes. Cet habitat s'est présenté sous forme des îlots basés sur un tracé parcellaire en damier.

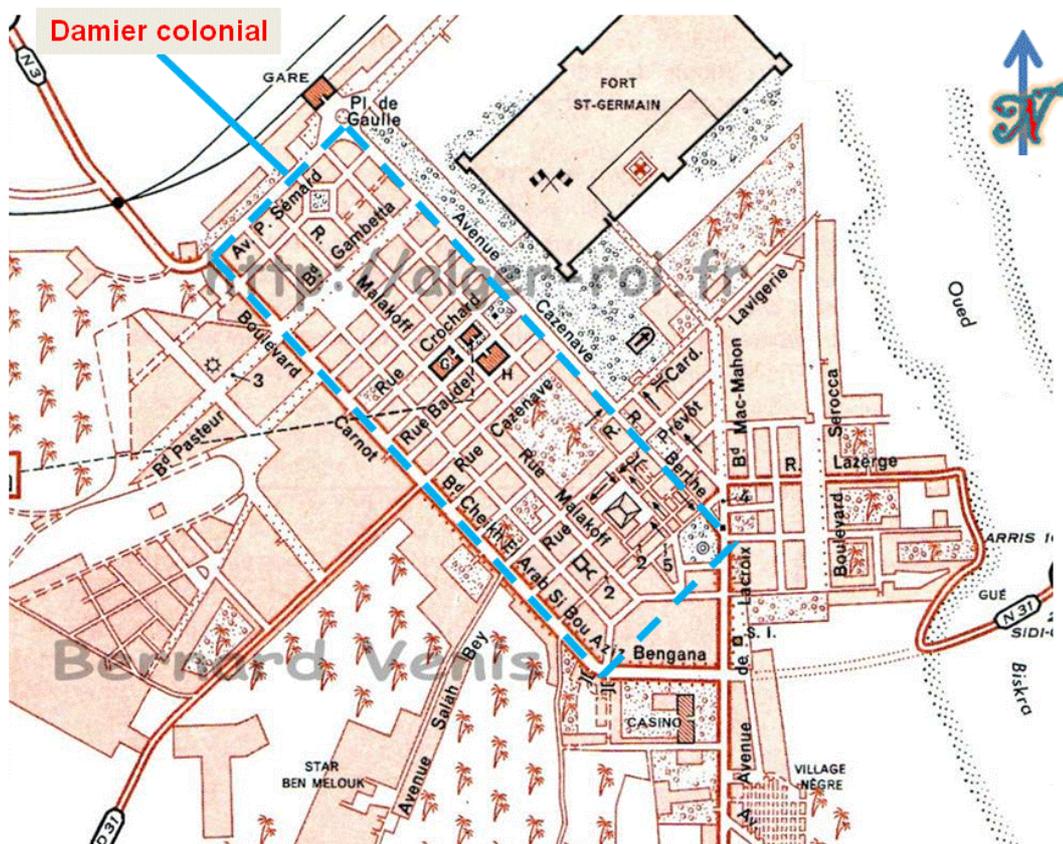


Figure V.24 : Damier colonial / Biskra. Source : <http://notrejournal.info/INFO-604-BISKRA>.

Les matériaux de construction locaux (Toub tine) ont été utilisés dans la construction des habitations du damier colonial. La protection des murs extérieurs c'était par l'enduit en mortier de ciment.

V.5.1.3. Tissu urbain non planifié :

L'extension du damier colonial c'était dans le côté ouest tout en créant le quartier Djouala 1 et 2 en 1955, par la suite le quartier star mlouk et le quartier Dhalaa. La période après indépendance s'est caractérisée par le lancement de l'auto-construit non planifier qui avait une qualité architecturale et urbaine sans modèle ni référence typologique.

En absence d'un plan d'aménagement, la structure urbaine de ces quartiers était mal organisée, dont les voies de circulations mécaniques principales mal formées et la majorité des voies tertiaires parfois ne permettaient même pas le passage d'un seul véhicule.



Figure V.25 : image par satellite du Tissu urbain non planifié, quartier Djouala, Star mlouk et Dhalaa / Biskra. Source : Google Earth.

La technique de construction du tissu traditionnel a été abandonnée et remplacée par la structure poteaux / poutre en béton armé et le remplissage des murs c'était par le parpaing creux en ciment et les planchers c'était par l'hourdis.

V.5.1.4. Tissu urbain planifié :

La création des lotissements communaux dans le cadre de l'auto-construit pour absorber la forte demande en logement. Ces lotissements ce sont des produits évolutifs dans un tracé parcellaire établi par l'état. Les habitations entraînent dans le cadre de l'habitat individuel avec une ou deux façades sur la rue et à deux ou trois niveaux.

V.5.1.4.1. Quartier Hay El-Moudjahidine :



Figure V. 26 : image par satellite du quartier Hay El-Moudjahidine / Biskra.

Source : Google Earth.

V.5.1.4.2. Quartier El-Alia :



Figure V. 27 : image par satellite de la Z.H.U.N Est de Biskra cité 500 et 300 logements.

Source : site web : Google Earth.

Toutefois le système constructif utilisé aux deux quartiers soit : Hay El moudjahidine ou bien lotissement El alia est le système : poteau / poutre en béton armé et le parpaing creux en mortier en ciment et pour les planchers est par l'hourdis. Le nombre des niveaux de construction dépasse ce qu'on a touché au tissu traditionnel ou colonial.

V.5.1.5. Tissu urbain habitat collectif :

La croissance démographique a engendré de nouvelles extensions présentées dans les deux Z.H.U.N, soit la Z.H.U.N Est et la Z.H.U.N Ouest. Un habitat collectif qui présente un tissu urbain contemporain.

Cet habitat se présente en bâtiment fini, sous forme d'un nombre des blocs au tour d'un espace libre agencés les uns à côté des autres. La technique de construction utilisée c'était le poteau / poutre ou bien le préfabriqué.



Figure V. 28 : image par satellite de la Z.H.U.N Ouest de Biskra cité 1000 logements.

Source : site web Google Earth.



Figure V. 29 : image par satellite de la Z.H.U.N Est de Biskra cité 500 et 300 logements.

Source : site web Google Earth.

V.6. Jardins et espaces publics de la ville de Biskra :

À noter que la ville de Biskra englobe un nombre important des espaces publics veut dire des places publiques et des jardins, presque toutes les places occupent des poches et des terrains résiduels. Ces places non pas étaient conçus pour être des espaces publics pour répondre aux besoins de la population.

Par contre les jardins publics surtout ce qui a été créé à l'époque coloniale répondent à nos jours aux aspirations de la population biskri. Dont on touche la variété des plantes et des espèces qui résistent au climat de la région de Biskra. Ces plantes se trouvent aux jardins publics tels que le jardin 5 juillet, 20 Août et jardin London qui ont agrémenté la ville de Biskra. Comme on retrouve la notion d'oasis où ces jardins sont traversés par des seguias.

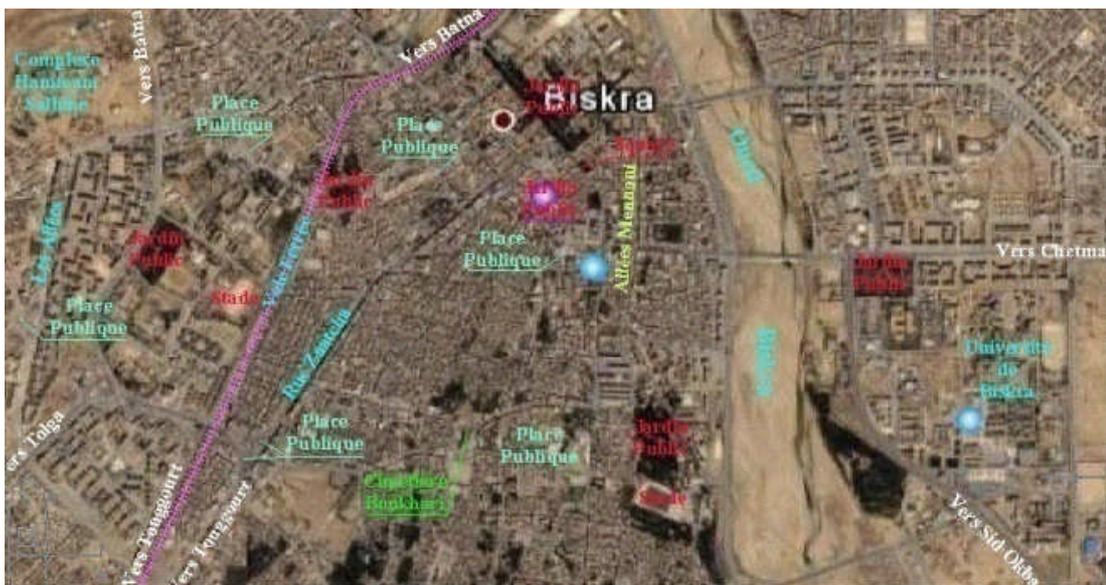


Figure V. 30 : image par satellite relative aux jardins et espaces publics de la ville de Biskra.

Source : site web Google Earth.

V.6.1. Divers jardins publics de la ville de Biskra :

La ville de Biskra contient des jardins leurs créations remonte à l'époque coloniale.



Figure V. 31 : (a) plan de situation du Jardin public 5 juillet. Source : P.D.A.U / Biskra.
(b) Jardin public 5 juillet. Source : site web Google Earth 2014.



Figure V. 32 : (a) plan de situation jardin public London. Source : P.D.A.U / Biskra.
(b) Jardin public London. Source: site web Google Earth.

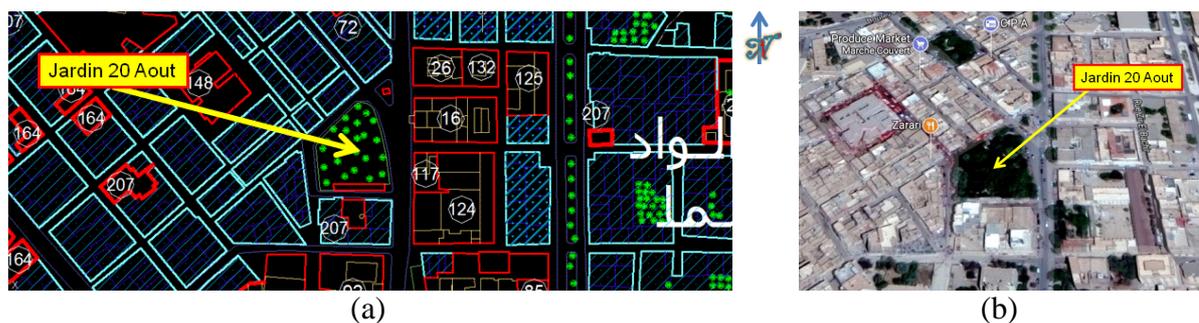


Figure V. 33 : (a) plan de situation Jardin public 20 août. Source : P.D.A.U / Biskra.
(b) : Jardin public 20 août. Source : site web Google Earth.

V.6.2. Les jardins publics après l'indépendance.

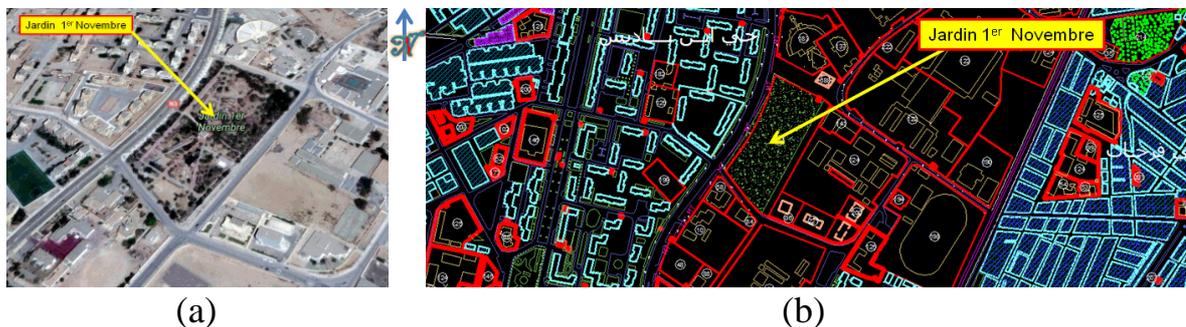


Figure V. 34 : (a) Jardin 1^{er} November. Source: site web Google Earth.

(b) plan de situation Jardin public 1^{er} November. Source : P.D.A.U / Biskra.

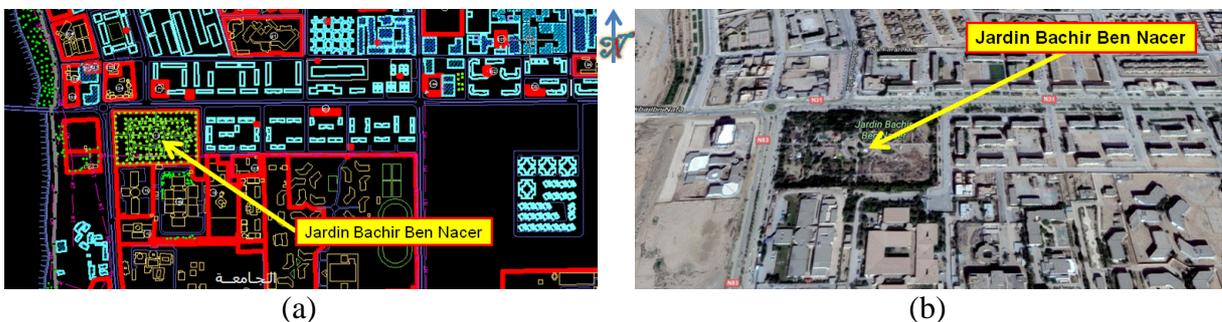


Figure V. 35 : (a) plan de situation Jardin Bachir public Ben Nacer. Source: P.D.A.U / Biskra.

(b) Jardin Bachir public Ben Nacer. Source : site web Google Earth.

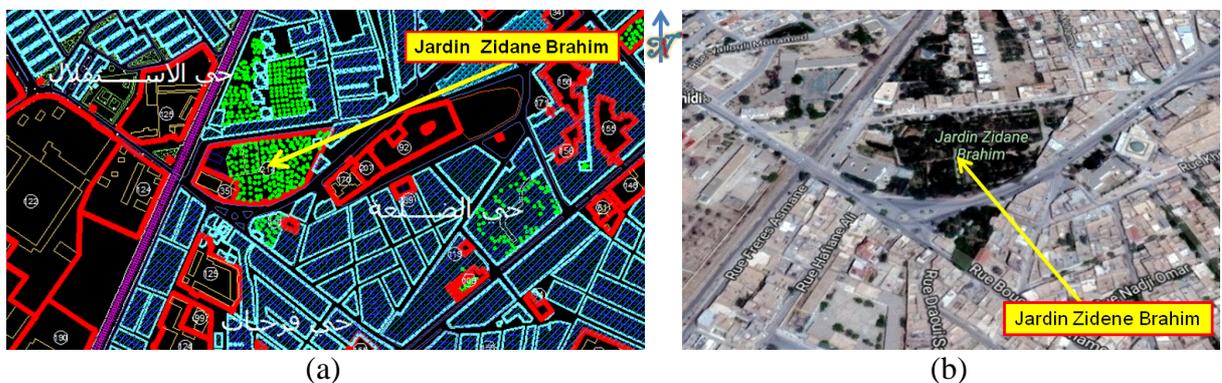


Figure V. 36 : (a) plan de situation Jardin public Zidane Brahim. Source: P.D.A.U / Biskra.

(b) Jardin public Zidane Brahim. Source: site web Google Earth.

V.7. Ensemble des places publiques de la ville de Biskra :

La ville de Biskra ne contient qu'un nombre limité des places, bien sûr qui porte la notion de la place publique, tout en éliminant les espaces libres et les dégagements. (Voir figure V. 37 et figure V. 38)

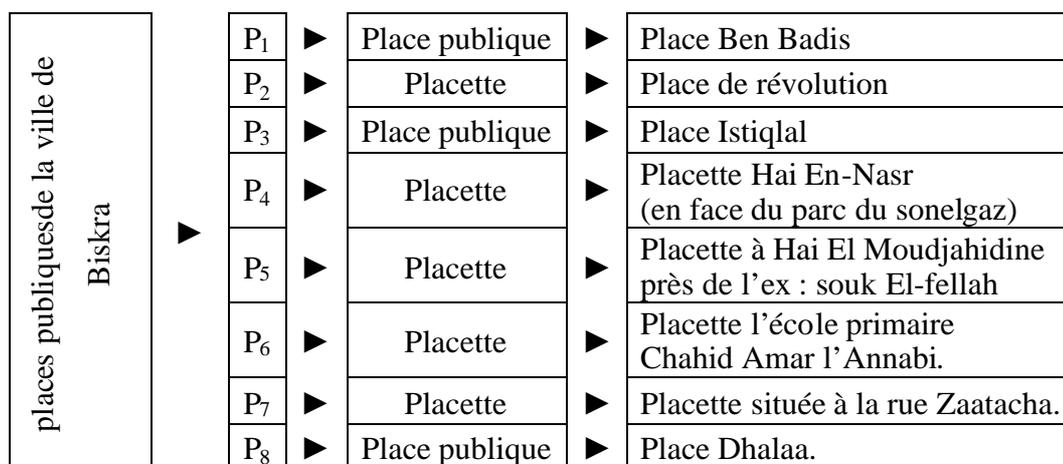


Figure V. 37 : légende de l'ensemble des places publiques de la ville de Biskra.

Etabli par l'auteur.

Le nombre des places et des placettes de la ville, est limité par rapport à son espace urbain et à son nombre des habitats.

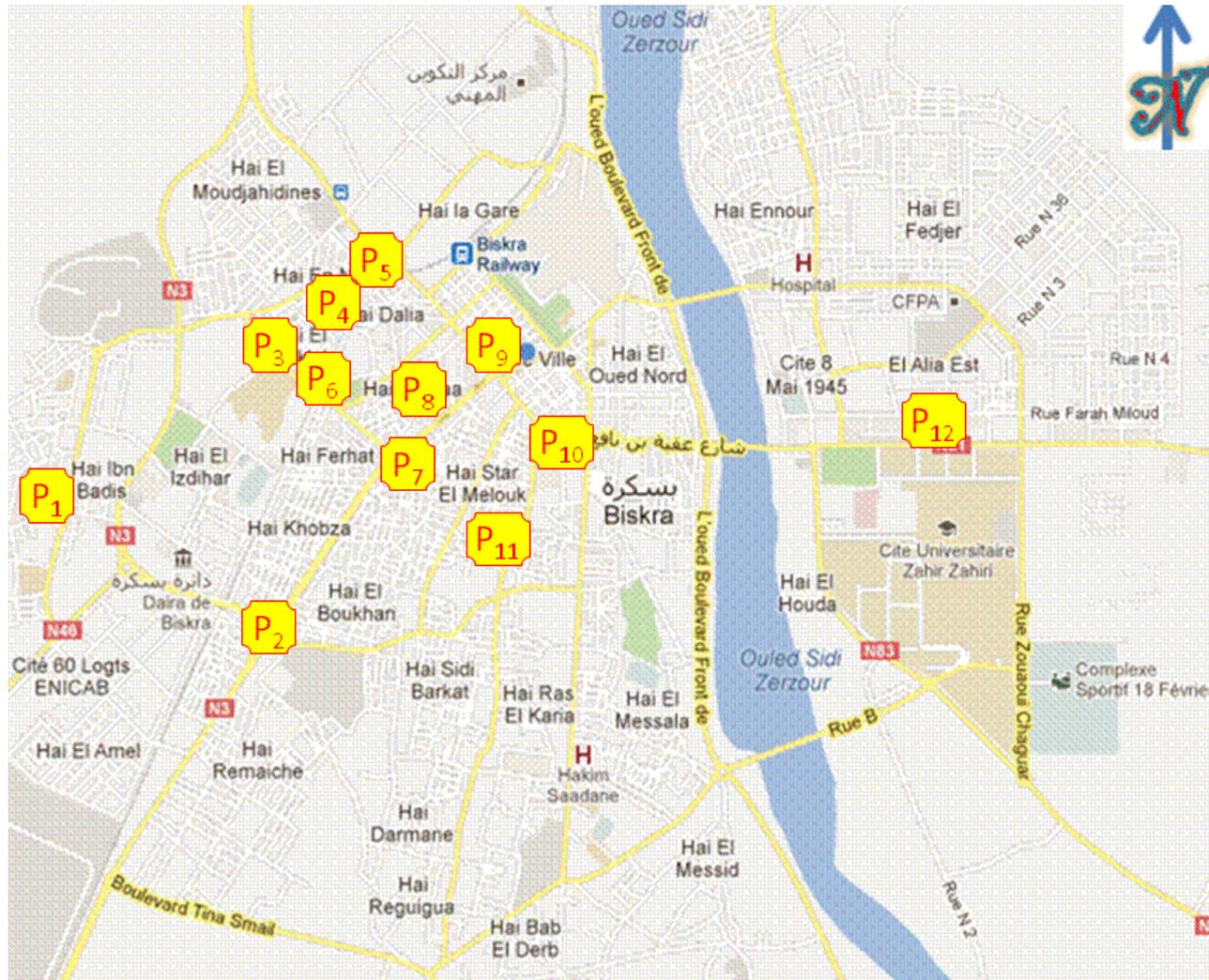


Figure V. 38 : ensemble des places publiques de la ville de Biskra. Source P.D.A.U de Biskra.

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

V.7.1. Placette à Hai El Moudjahidine près du ex : souk El-fellah / Biskra : on réalise que cette placette est un espace urbain résiduel, dont elle s'est formée comme îlot séparateur entre trois voies mécaniques.



Figure V. 39 : (a) et (b) images par satellite de placette à Hai El Moudjahidin.

Source: site web Google Earth.



Figure V. 40 : (a) et (b) photographies de la placette Hai El Moudjahidin. Source : l'auteur.

V.7.2. Placette Hai En-nasr (en face du parc du sonelgaz) :



Figure V. 41 : (a) image par satellite de la placette Hai En-nasr. Source: Google Earth.
(b) plan de situation de la placette Hai En-nasr. Source: P.D.A.U / Biskra.



Figure V.42 : vue sur la placette Hai En-nasr (en face du parc du sonelgaz / Biskra).
Source : l'auteur.

V.7.3. Placette l'école primaire Chahid Amar l'Annabi :

Dans son origine c'est un espace urbain résiduel, un îlot séparateur entre deux voies mécaniques et l'emprise de la voie ferrée de l'autre côté. (Voir figure V. 43 et figure V. 44) Elle est occupée par un kiosque et jamais été utilisée par les gens comme une place sauf la fréquentation des élèves de l'école. Même son aménagement n'a jamais vu de réfection depuis sa création les années 90.

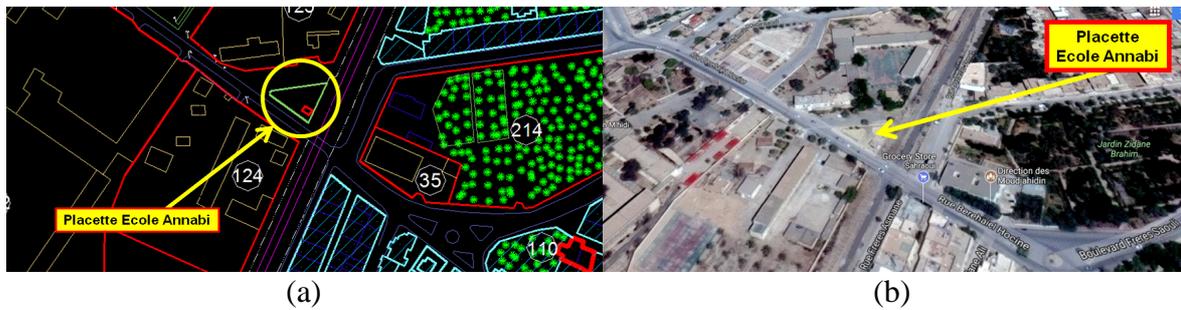


Figure V. 43 : (a) plan de situation de la placette l'école primaire Chahid Amar l'Annabi / Biskra. Source : P.D.A.U / Biskra.

(b) image par satellite de la placette l'école primaire Chahid Amar l'Annabi / Biskra. Source : site web Google Earth.



Figure V.44 : vue sur la placette l'école primaire Chahid Amar l'Annabi / Biskra. Source : l'auteur.

V.7.4. Placette située à la rue Zaatcha :

Dans son ensemble c'est un espace résiduel entre trois voies mécaniques aménagées placette pour agrément ; presque toute sa surface est occupée par un poste transformateur et un kiosque. Utilisé comme terrasse pour la cafétéria de côté les après-midi.

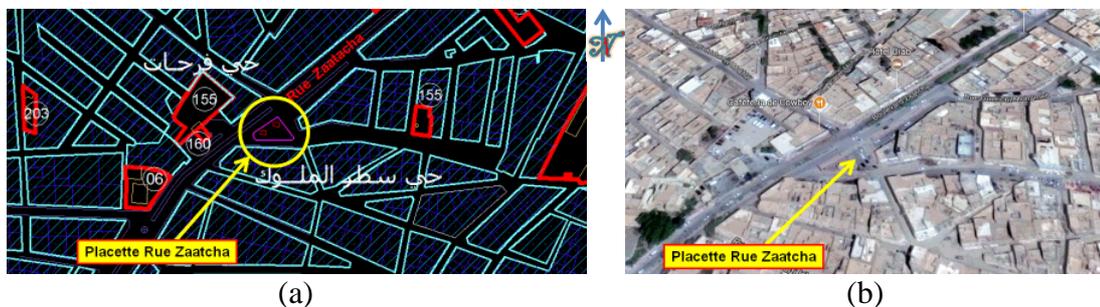


Figure V.45 : (a) plan de situation de la placette située à la rue Zaatcha / Biskra.

Source : P.D.A.U / Biskra.

(b) : image par satellite de la placette située à la rue Zaatcha / Biskra.

Source : site web Google Earth.



Figure V. 46 : vue sur la placette située à la rue Zaatcha. Source : l'auteur.

V.7.5. Place de la révolution Biskra :

L'architecte BARKAT Fouzi qui était occupé par son aménagement (conception et suivi). Les travaux lançaient en septembre 2005 et achevaient en novembre 2007. (Voir figure V. 47) La place de la révolution se situe au rond-point de la rue Zaatcha. Lieu dit 'rond point la route de Touggourt'. Elle se compose de quatre parties, le rond point au centre et trois autres parties de forme triangulaire, limitées par des voies mécaniques.



Figure V. 47 : (a) image par satellite de la place de la révolution. Source : site web Google Earth 2014. (b) Plan de situation de la place de la révolution. Source : P.D.A.U Biskra.

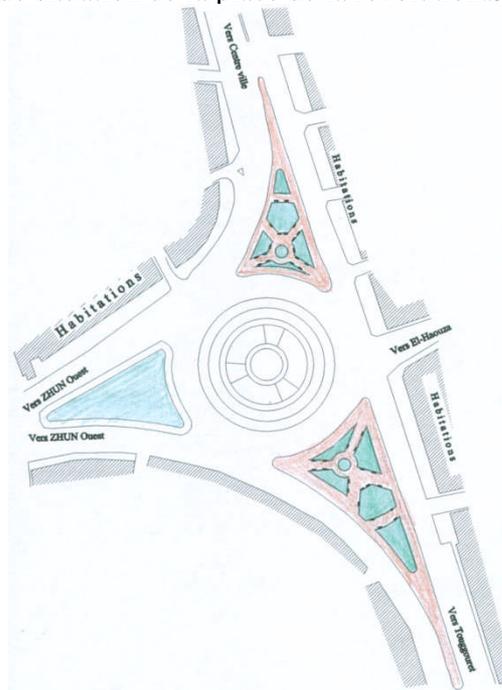


Figure V. 48 : Plan de masse de place de la révolution Biskra.

Source : Bureau d'étude FOUZI BARKAT.



(a)



(b)

Figure V. 49 : (a) et (b) photographies relatives à la place de la révolution Biskra.

Source : L'auteur.

V.7.6. Place Laarbi Ben M'hidi (ex: square béchu):

La place se situe au centre-ville de Biskra à la rue de la république. Sa création remonte à l'époque coloniale elle porte le nom 'square Béchu'. (Voir figure V. 50 et figure V. 51) De nos jours 'la place Ben M'hidi'. Elle se trouve dans un site urbain animé par des activités commerciales et des prestations depuis sa création à nos jours.



Figure V. 50 : plan de situation de la Place Larbi Ben M'hidi / Biskra (ex : Square Béchu).

Source : P.D.A.U / Biskra.



Figure V. 51 : image par satellite de la Place Larbi Ben M'hidi / Biskra (ex : Square Béchu).

Source : site web Google Earth.

Cette place est un lieu de rencontre, vu qu'il est près du marché couvert, c'est un espace public ombragé et entouré par des activités commerciales attractives, néanmoins les gens l'utilisent occasionnellement. (Voir figure V. 54)

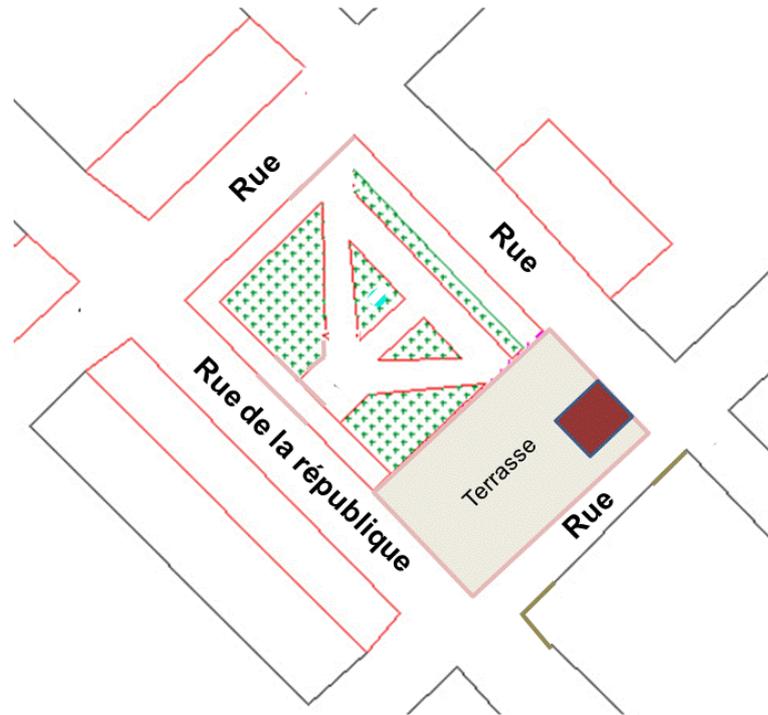


Figure V. 52 : Plan de masse la place Larbi Ben M'hidi. Établi par l'auteur.



(a)



(b)

Figure V. 53 : (a) et (b) Vues sur la place Larbi Ben M'hidi / Biskra. Source : l'auteur.



(a)



(b)

Figure V. 54 : (a) : Vue sur la place Larbi Ben M'hidi / Biskra en 2001.

(b) : vue sur la place Larbi Ben M'hidi / Biskra. Source : archive l'auteur.

V.7.7. Placette musée El Moudjahid / Biskra :

Cette placette se situe à l'entrée du musée El-Moudjahid. Le bureau d'étude la SETEB s'est occupé par l'aménagement de cette dernière. (Voir figure V. 55 et figure V. 58) Les travaux d'aménagement de cette dernière lançaient en parallèle avec les travaux de réhabilitation du musée qui était auparavant une salle de cinéma.



Figure V. 55 : image par satellite de la placette musée El Moudjahid / Biskra.

Source:site web GoogleEarth.



Figure V. 56 : plan de situation de la placette musée El Moudjahid / Biskra.

Source : P.D.A.U / Biskra.

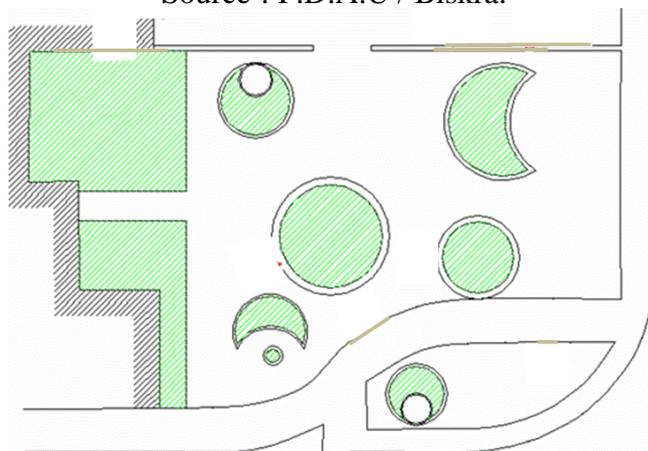


Figure V. 57 : Croquis du plan de masse de la placette. Etabli par l'auteur.



(a)



(b)

Figure V. 58 : (a) vue sur le Casino à l'époque coloniale, de nos jours le musée El-Moudjahid.
(b) vue sur le musée El-Moudjahid ; après réhabilitation les années 90.
Source : site web : perso.wanadoo.fr/Boufarik

V.8. Choix des places pour l'étude :

La sélection des places pour l'analyse et l'étude c'était sur la base d'une classification qui répond aux objectifs de notre recherche. Donc on a commencé par recenser presque toutes les places de la ville de Biskra et puis sélectionnées par mis eux qui répondent à la notion de la place publique en plus qui peut être objet d'étude, où elle doit être conçue par un concepteur, côté situation, forme, structure de l'espace, son étendu, aménagement, activités, usage, orientation, (Voir le paragraphe : IV.4. La place publique)

La ville de Biskra contient plusieurs places publiques et placettes, on a choisi selon les critères cités en haut : la place El-Houria ; la place Zouaka ; la place Ben Badis ; une partie de la place Dhalaa et la place Hai Istiqlal.

L'analyse de l'espace public peut être effectuée de plusieurs points de vue : selon PANERAI, P et al ; (2002)

- Comme un système global qui constitue l'armature de la forme urbaine.
- Comme un système local qui organise le tissu urbain.
- Comme un espace spécifique susceptible d'être apprécié pour lui-même et analysé en relation avec son environnement proche et lointain.

V.8.1. Place Ben Badis / Biskra:

La place Ben Badis (à la cité Ben Badis dont elle prend le nom), se situe dans la Z.H.U.N Ouest, où elle fait partie des allées Seddik Ben Yahia. (Voir figure V. 61 et figure V. 62) Son aménagement conçu par l'architecte : ZERNAJI chérif (architecte à la DUE /APC Biskra) et les travaux d'aménagement achevaient en : 2001.



Figure V. 59 : image par satellite de la place Ben Badis / Biskra. Source : site web Google Earth.



Figure V. 60 : plan de situation de la place Ben Badis / Biskra. Source : P.D.A.U/ Biskra.

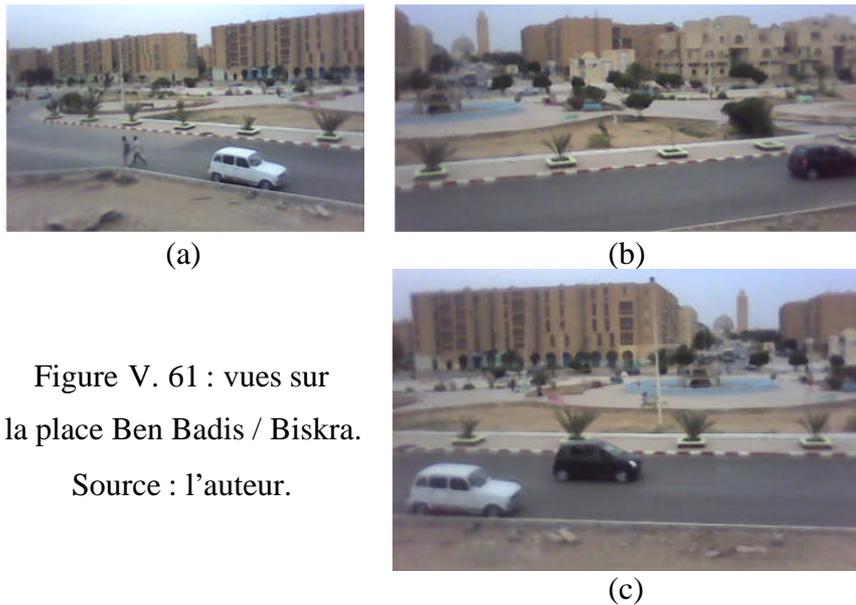


Figure V. 61 : vues sur la place Ben Badis / Biskra.

Source : l'auteur.

La place Ben Badis est d'une forme trapézoïdale, d'une surface totale de : 7423.00 m², d'un espace vert de : 2604 m² et le reste carrelée. La place Ben Badis est limitée au Nord, Est, Ouest et au Sud par des voies de circulation mécaniques.



Figure V. 62 : plan de masse de la place Ben Badis / Biskra. Etabli par l'auteur.

V.8.1.1. Analyse typo-morphologique de la place Ben Badis / Biskra :

La place prend situation au sein d'une cité (type habitat collectif) entourée par des établissements administratifs l'OPGI, une antenne d'état civil, la banque C.R.M.A, une clinique et autres. Ils ne sont que minorités par rapport à l'activité résidentielle où elle fait une dominance ; ces activités n'influencent guère l'animation et la fréquentation de la place, vu qu'elle est utilisée comme passage la plupart du temps. (Voir figure V. 63)

V.8.1.2. L'assiette de la place avant l'aménagement :



Figure V. 63 :
l'assiette de la place Ben Badis
avant l'aménagement.

Source : plan de répartition
des équipements commerciaux
de la ville de Biskra
daté le : 30/11/1976 établi
par la CADAT / Alger.

Le lieu de la place Ben Badis avant d'être aménagée et dont les limites n'ont guère changé. était un terrain revêtu en asphalté considéré comme chaussée d'une rue, destiné au stationnement des véhicules des résidents de la cité pendant la nuit et l'exposition des marchandises du marché hebdomadaire la journée du jeudi.

V.8.1.3. L'état de la place :

On constate l'abandon et le délaissement total soit de l'espace vert, soit du monument du central qui est inachevé depuis la réception de la place en 2001.



Figure V. 64 : monument central de la place Ben Badis / Biskra. Source : l'auteur.



(a)



(b)

Figure V. 65: (a) et (b) vues exposent l'état de l'espace vert de la place Ben Badis / Biskra.

Source : l'auteur.

V.8.1.4. Typologie urbaine de la place Ben Badis / Biskra :

Rappelant que les différentes classes de typologie urbaine sont le canyon soit $H > 2W$, le dièdre $H = 0.5W$ et l'espace dégagé $H = 0.25W$. (Voir figure II.19) Donc la place publique Ben Badis se classe comme espace public urbain dégagé (dégagé) vu que H moy des bâtiments = 6 m et $W = 108.00$ m. (Voir figure V. 66)

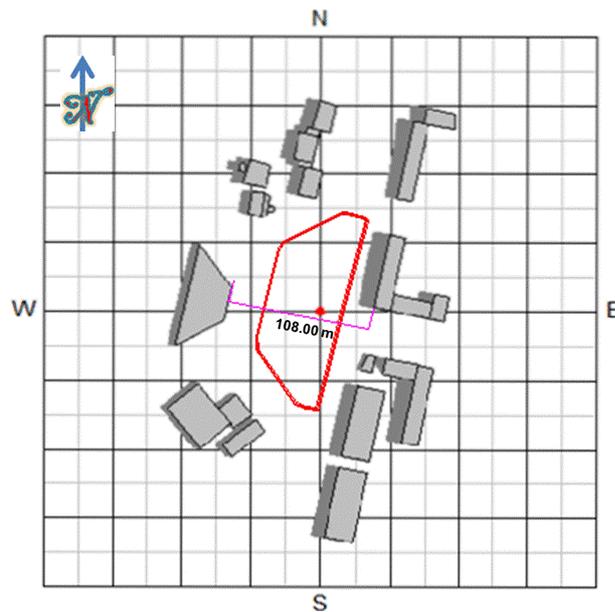


Figure V. 66: plan de masse de la place Ben Badis / Biskra. Etabli par l'auteur.

V.8.2. Place Dhalaa / Biskra :

Cette place aménagée par les Architectes : Arioutte Brahim Et Ouamene Abdelkrim ; les travaux lancés 09/2005 ; achevés en Août 2007. La place Dhalaa se situe au centre ville de la ville de Biskra, aux alentours du 'Jebel Dhalaa' dont elle porte son nom. (Voir figure V. 68)



Figure V. 67: plan de situation de la place Dhalaa / Biskra. Source : P.D.A.U / Biskra.



Figure V. 68 : image par satellite de la place Dhalaa / Biskra.

Source : site web Google Earth 2014.

Au premier temps la place était 'une place de transport urbain' aménagée par des arrêts de bus pour différentes destinations de la ville de Biskra. En plus elle dessert un grand trafic des véhicules et des bus.



Figure V. 69 : place Dhalaa, la partie (a), aménagée des arrêts de bus. Source : L'auteur 2003



Figure V. 70 : plan de masse (vue par satellite) de la place Dhalaa avant son aménagement.
Source : site web Google Earth ; 2007.



Figure V. 71 : (a) et (b) vues sur la place Dhalaa, partie A. Source : l'auteur.

L'espace de la place est composé de 03 parties fractionnées par des voies qui mènent aux différentes destinations. (Voir figure V. 72)

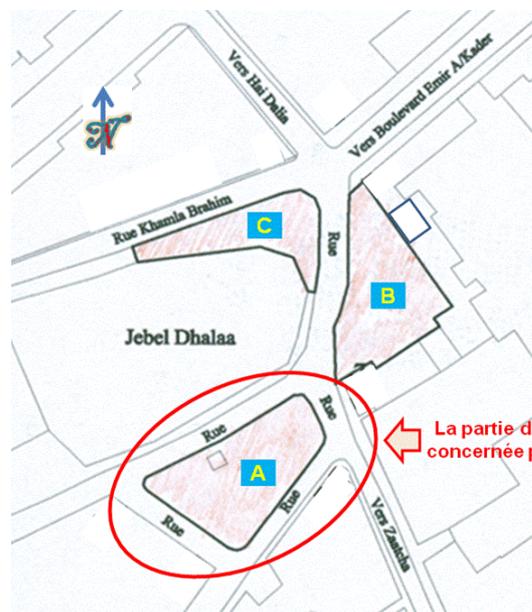


Figure V. 72 : la place Dhalaa avec ses diverses parties. Etabli par l'auteur.

- La partie (A) (Voir figure V. 72) qui se situe au sud du 'Jebel Dhalaa' de forme trapézoïdale avec une surface de : 1782.31 m^2 , c'est la partie la plus grande en surface par rapport aux autres parties.
- La partie (b) se situe à l'est du 'Jebel Dhalaa' de forme triangulaire avec une surface de : 779.95 m^2 .
- En dernier, la partie (c) se situe au nord du 'Jebel Dhalaa' de forme triangulaire avec une surface de : 573.00 m^2 .

La place Dhalaa est une place 'd'agrément' à la ville de Biskra, vu le monticule (djebel Dhalaa) élément naturel presque à son centre. (Voir figure V. 73)

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

La place Dhalaa est un espace public urbain de convergence de plusieurs voies de circulations, ces dernières mènent au Nord-Est vers Boulevard L'Emir Abdelkader, au Nord-Ouest vers la rue frères Saouli et au Sud vers la rue Zaatcha.



Figure V. 73 : croquis de la place Dhalaa démontre les voies qui dessertes les différentes parties de la place.Établi par l'auteur.

La partie concernée par l'étude se dote par une excellente accessibilité dont elle est limitée par des voies de circulations mécaniques dans tous ses côtés. (Voir figure V. 73)



Figure V. 74 : Plan de masse de la place Dhalaa / Biskra après aménagement.
Source : Bureau d'étude : Ariouet Brahim et Ouamen A/Krim.

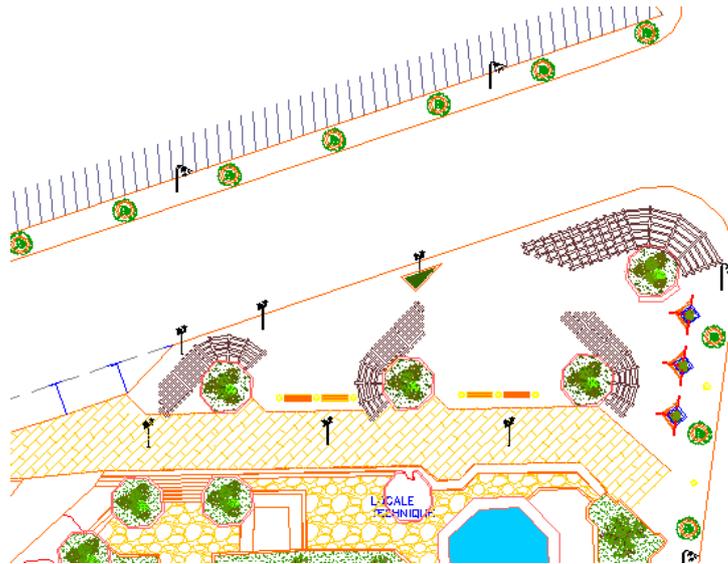


Figure V. 75 : Plan de masse de la place Dhalaa (la partie C) / Biskra après aménagement.

Source : Bureau d'étude : Ariouet Brahim et Ouamen A/Krim.

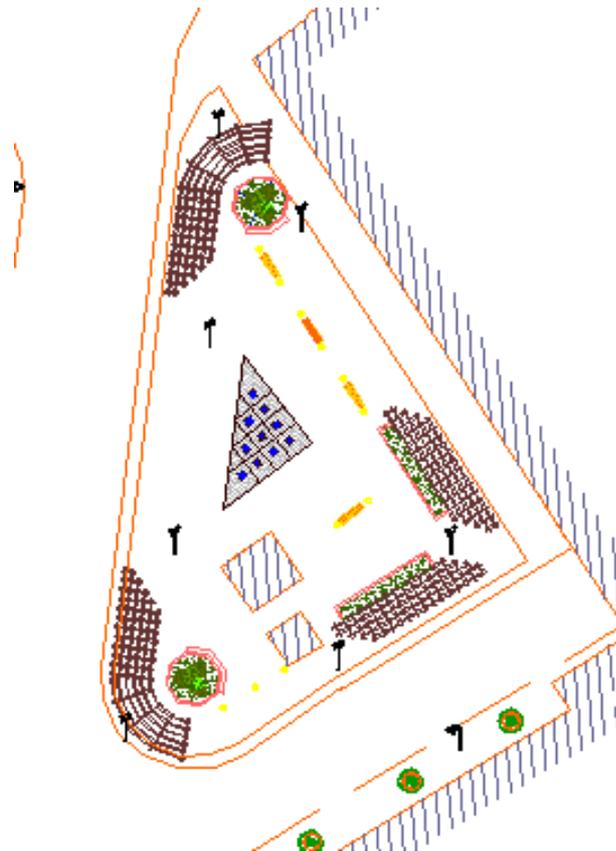


Figure V. 76 : Plan de masse de la place Dhalaa (la partie B) / Biskra après aménagement.

Source : Bureau d'étude : Ariouet Brahim et Ouamen A/Krim.

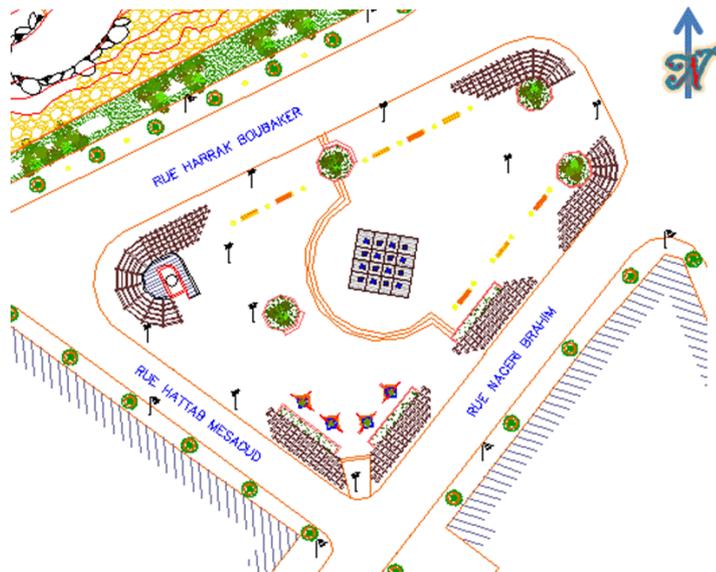


Figure V. 77 : Plan de masse de la place Dhalaa (la partie A concernée par l'étude).

Source : Bureau d'étude : Ariouet Brahim et Ouamen A/Krim.

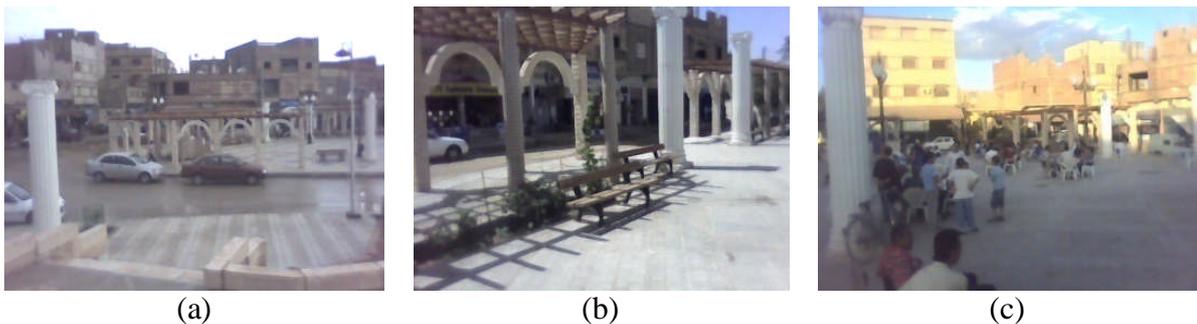


Figure V. 78 : (a), (b) et (c) différentes prise de photos relatives à la place Dhalaa. (Partie concernée par l'étude). Source : l'auteur.

V.8.2.1. Mobilier urbain :

- Fontaine et jet d'eau :

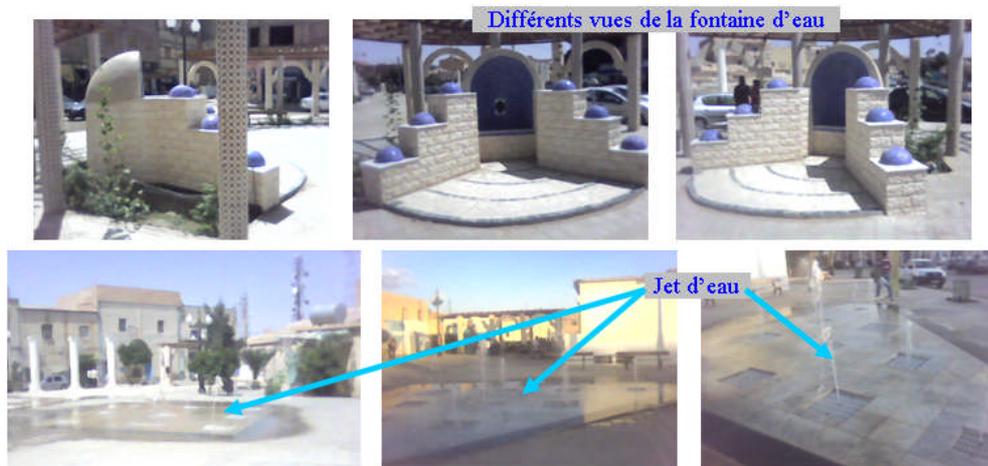


Figure V. 79 : vues sur le jet d'eau et la fontaine à la place Dhalaa. Source l'auteur.

- Pergolas :



Figure V. 80 : vues sur les pergolas installées aux différents passages de la place Dhalaa.

Source l'auteur.

V.8.2.2. Typologie urbaine de la place Dhalaa / Biskra :

Les différentes classes de typologie urbaine sont : le canyon soit $H > 2 W$, le dièdre $H = 0.5W$ et l'espace dégagé $H = 0.25W$. La place publique Dhalaa se classe comme espace public urbain dégagé (ouvert) vu que H moy des bâtiments = 5.00 m et $W = 50.00$ m et à noter que le côté Ouest de la place est sans obstacle. (Voir figure V. 81)

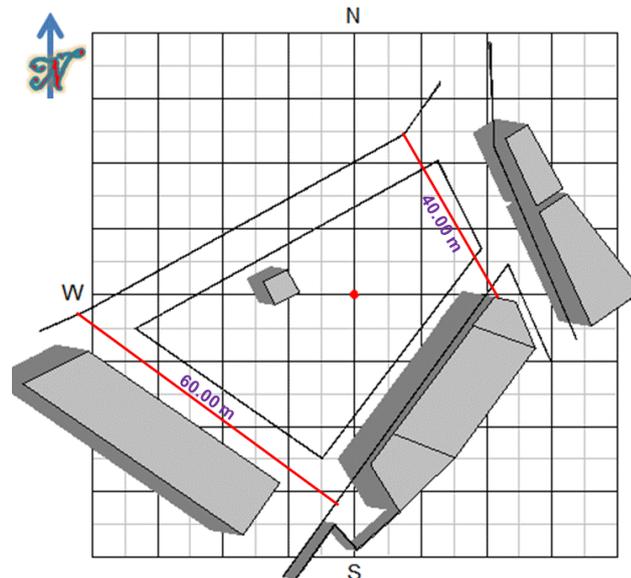


Figure V. 81 : Plan de masse de la place publique Dhalaa. Etabli par l'auteur.

V.8.3. Place El-Houria / Biskra :

L'aménagement de la place El-Houria conçu par BOUASBANA Slimane Omar, architecte à la S.E.T.E.B et les travaux d'aménagement achevaient en 1991.

V.8.3.1. Localisation de la place :

La place EL-Houria se situe au centre-ville de Biskra, elle est limitée au nord par le Boulevard l'Emir Abdelkader, à son Est la Maison de la culture Rédha Houhou, à son sud une rue (elle relie l'avenue Hakim Saadane par la rue ras Gueria) et à l'ouest limité par des habitations (privées). (Voir figure V. 82)



Figure V. 82 : (a) : Plan de situation de place El-Houria. Source : P.D.A.U de Biskra.

(b): image par satellite de la place El-Houria. Source : site web Google Earth 2014.

La place El-Houria se compose d'une esplanade et de deux parties séparées par un passage accompagné d'un cours d'eau ; des passages à la périphérie de la place ; qui permettent l'accès du public à la place et à ses différentes parties.

V.8.3.2. Genèse de la place El-Houria, avant aménagement :

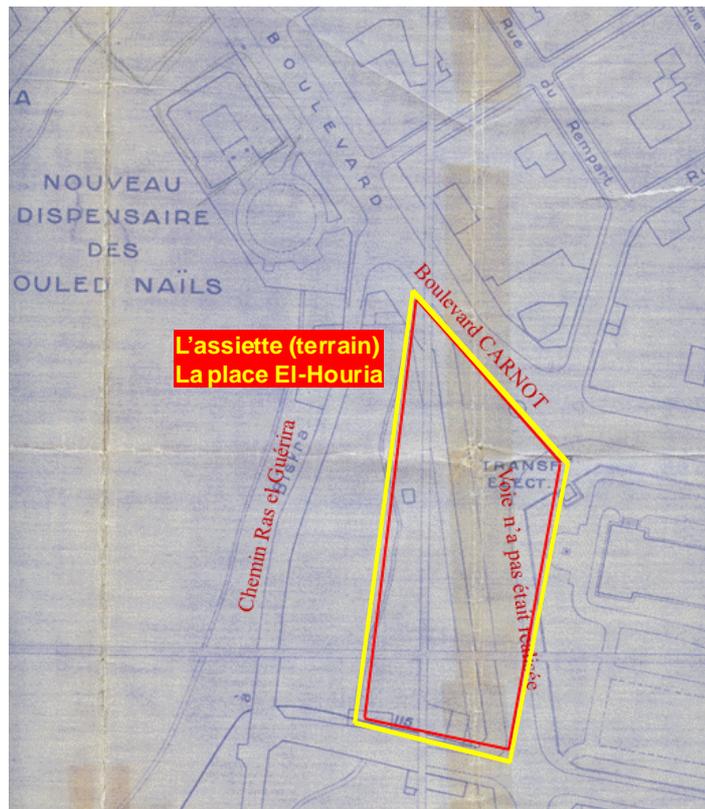


Figure V. 83 : l'assiette (le terrain) de la place El-Houria avant l'indépendance. Dont on constate les deux voies du Nord (boulevard Carnot) et du sud existent encore à nos jours. Source : plan d'aménagement, d'embellissement et d'extension de la ville de Biskra ; sans date. Archive CADASTRE de Biskra.



Figure V. 84 : relative à l'assiette (terrain) de la place El-Houria avant son aménagement dont le terrain de la place c'était un centre de formation professionnelle. Source : plan de répartition des équipements commerciaux de la ville Biskra ; daté le : 30/11/1976 ; établi par la CADAT/Alger.

V.8.3.3. La place El-Houria après aménagement :

La création de cette place c'était pour la mise en valeur du siège de la wilaya qui se trouve juste en face de la place ; dont le siège de la wilaya était masqué derrière le C.F.P. Enfin c'est une place d'agrément depuis sa création à nos jours. La place El-Houria se compose de deux parties, une esplanade sans mobiliers et la place en bas. Elle a une forme géométrique régulière dans son ensemble ; sa situation permet l'accès à la place par deux directions, du Boulevard l'Emir Abdelkader et de la voie reliant l'avenue Hakim Saadane et la rue menant à Ras-guéria. (Voir figure V. 84)



Figure V. 85 : plan de masse de la place El-Houria / Biskra. Source : archive l'auteur.

V.8.3.4. Typologie urbaine de la place El-Houria / Biskra :

La place publique El-Houria se classe comme espace public urbain dégagé (ouvert) vu que H moy des bâtiments = 3.00 m et $W = 73.00$ m. puisque les différentes classes de typologie urbaine sont le canyon soit $H > 2W$, le dièdre $H = 0.5W$ et l'espace dégagé $H = 0.25W$.

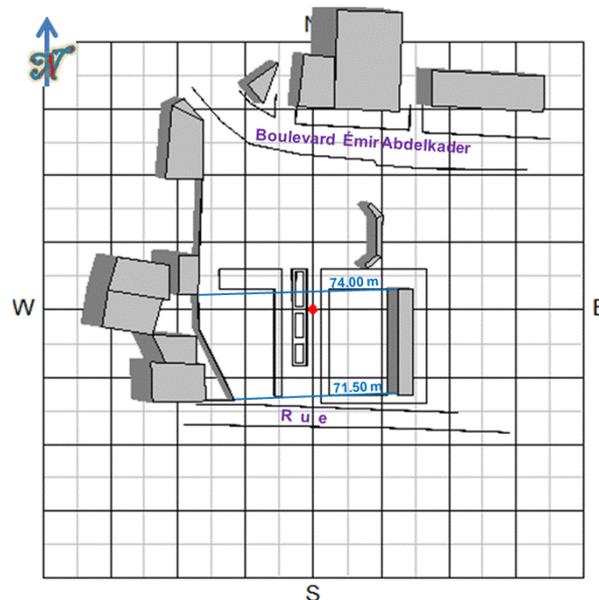


Figure V. 86 : Plan de masse de la place publique El-Houria. Etabli par l'auteur.

V.8.4. Place Zouaka / Biskra :

La place Zouaka / Biskra se situe à l'avenue Hakim SAADANE. La DUE /APC Biskra chargeait par son aménagement. La conception et le suivi été faits par l'architecte : OUNIS ALI. Les travaux d'aménagement achevaient en 2001.

Lors de la création de cette place c'était destinée d'être une place d'agrément, les gens ne l'utilisent qu'un trajet de raccourci.



Figure V. 87 : (a) Plan de situation de la place Zouaka. Source : P.D.A.U / Biskra.

(b) : image par satellite de la place Zouaka. Source : site web Google Earth.

La place Zouaka / Biskra de son côté nord est limitée par une voie mécanique, à l'est l'avenue Hakim Saadane, au sud par une rue et à l'ouest respectivement par une rue, lycée et des habitations.

V.8.4.1. L'assiette de la place Zouaka avant son aménagement :

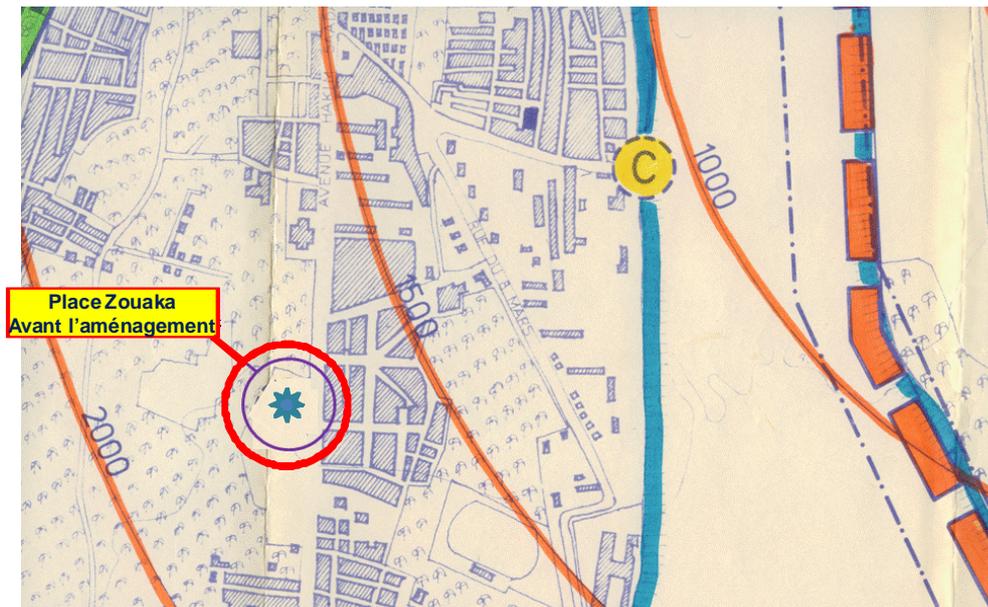


Figure V. 88 : la place Zouaka l'assiette avant son aménagement. Source : plan de répartition des équipements commerciaux de la ville Biskra ; daté le : 30/11/1976 ; établi par la CADAT/Alger.

La place Zouaka est déterminée par un tracé orthogonal dont elle a une forme régulière, dans son ensemble elle est limitée par des voies dans tous ses côtés ce qui lui permet l'accès à la place de différentes directions et cela fait relier la place à divers quartiers. L'aménagement de la place parût comme des passages entre un espace vert. D'une surface totale de : 6479.00 m² dont 2277.25 m² espace vert et 4201.75 m² espace minéral. (Voir figure V. 89)

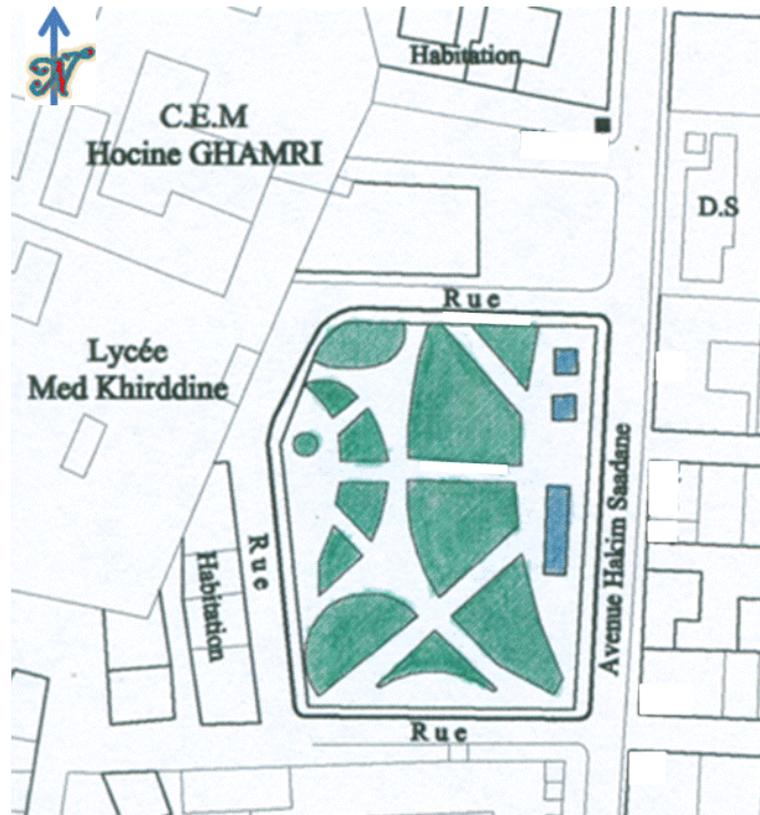


Figure V. 89 : Plan de masse de la place publique Zouaka, espace vert / espace minéral.

Etabli par l'auteur.



(a)



(b)

Figure V. 90 : (a) et (b) vues sur la place Zouaka. Source l'auteur.

V.8.4.2. Typologie urbaine de la place Zouaka / Biskra :

Les différentes classes de typologie urbaine sont le canyon soit $H > 2 W$, le dièdre $H = 0.5W$ et l'espace dégagé $H = 0.25W$. La place publique Zouaka se classe comme espace public urbain dégagé (ouvert) vu que H moy des bâtiments = 5.00 m et $W = 91.00$ m.

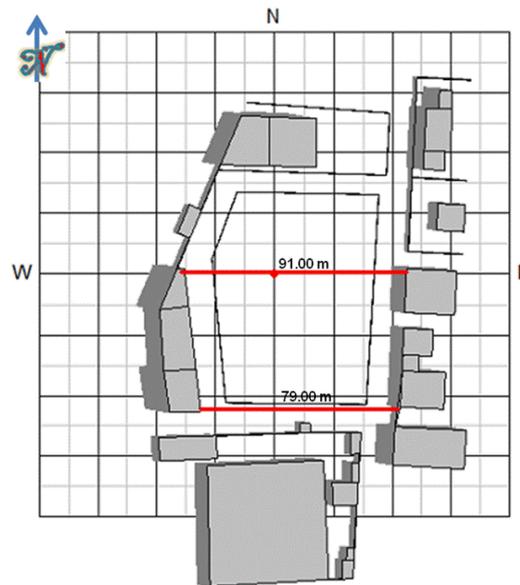


Figure V. 91 : Plan de masse de la place publique Zouaka. Etabli par l'auteur.

V.8.5. Place Hai Istiqlal / Biskra :

Elle se situe à Hai (quartier) Istiqlal Biskra, en face lycée Larbi ben m'hidi. La DUE /APC Biskra chargeait par son aménagement. La conception et le suivi étaient faits par l'architecte : OUNIS ALI. Les travaux d'aménagement achevaient en 1990. Cette place s'était destinée d'être une place d'agrément pour le quartier et la ville.



Figure V. 92 : image par satellite de la Place Hai Istiqlal. Source : Google Earth.



Figure V. 93 : Plan de situation de la Place Hai Istiqlal. Source : P.D.A.U / Biskra



Figure V. 94 : vue sur la place Hai Istiqlal. Source : l'auteur.

La place Hai Istiqlal d'une forme régulière, limitée dans tous ses côtés par des voies mécaniques ce qui lui permet une bonne accessibilité. Elle est d'une surface totale de : 3727 m², 448.00 m² espace vert et 3279.00 m² espace minéral.



Figure V. 95 : Plan de masse de la place Hai Istiqlal. Etabli par l'auteur.

V.8.5.1. Typologie urbaine de la place Hai Istiqlal / Biskra :

Les différentes classes de typologie urbaine sont le canyon soit $H > 2 W$, le dièdre $H = 0.5W$ et l'espace dégagé $H = 0.25W$. La place publique Hai Istiqlal se classe comme un espace public urbain dégagé (ouvert) vu que H moy des bâtiments = 2.00 m et $W = 73.00$ m. (Voir figure V. 96)

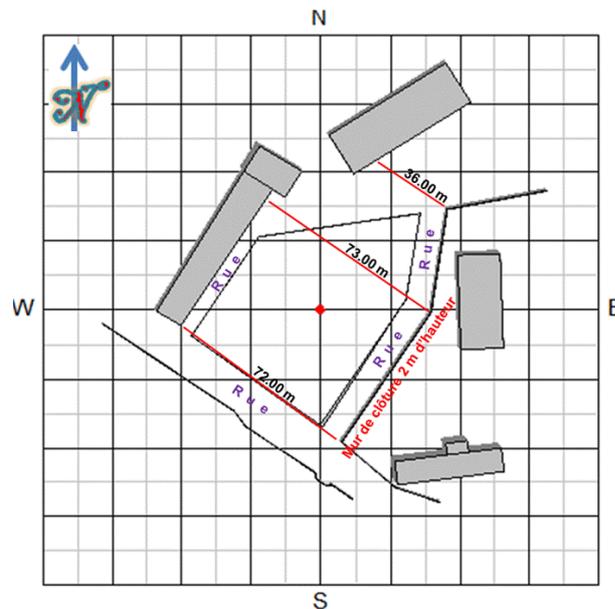


Figure V. 96 : Plan de masse de la place publique Hai Istiqlal. Etabli par l'auteur.

V.9. Conclusion :

A l'issue de ce chapitre, on a tenté de présenter le cadre d'étude : la ville de Biskra et on a caractérisé le terrain d'étude, veut dire 'les places publiques' de cette ville. En commençant par sa situation administrative et géographique et une présentation de ses limites, ses données socioéconomiques, topographiques et physiques.

Elle est classée dans la zone à climat aride, dont elle se caractérise par un climat très chaud et Sec l'été, température moyenne de 43.5 °C et une humidité relative moyenne de 12%. Et un hiver très froid, température minimale moyenne de 4 °C; une insolation de 12.4 heures par jour le mois de juillet et un rayonnement solaire incident très intense et de l'ordre de 7680 wh/m² sur un plan horizontal toujours le mois de juillet. La période de surchauffe englobe les mois de juin, juillet et aout où ses températures sont très élevées dépassant le seuil du confort.

A cet égard, le fait que cette recherche se focalise sur les places publiques de la ville de Biskra on a essayé dans ce chapitre de voir et d'établir un petit inventaire sur les lieux de rencontre (espace public ouvert), les places, les jardins publics pour bien cerner le terrain d'étude. Dont le choix des places devait couvrir le territoire et les différents tissus urbains de la ville de Biskra.

Chapitre V : Cadre d'étude / places sélectionnées

Les lieux de rencontres et les espaces publics appelés 'places' ou 'placettes' ne répondaient pas toutes aux objectifs et les critères de notre recherche, soit à la notion de la 'place publique' elle-même soit à la nature de la place tant que espace public, c'est-à-dire, la situation, la forme, la taille, l'état d'aménagement et d'usage de l'espace lui-même.

Enfin, le choix c'était sur : la place El-Houria, la place Hai Istiqlal, la place Ben Badis, la place Dhalaa et la place Zouaka.

Chaque place était étudiée et analysée dans le but d'avoir toutes les données physiques nécessaires pour servir et établir la simulation au prochain chapitre. L'analyse a touché le côté typo-morphologique de la place, son environnement, forme, géométrie de l'espace (rapport H/L, SVF), revêtement et type de matériaux, présence de la végétation.

Ce chapitre nous a permis de connaître de près le cadre d'étude de notre recherche la ville de Biskra et dans toutes les dimensions surtout ce que va nous servir pour la simulation et d'englober toutes les données sur notre corpus.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Chapitre VI

Stratégies d'optimisation du confort thermique

« Les espaces extérieurs jouent un très grand rôle dans la promotion de la qualité de la vie urbaine. Leurs modes d'utilisations dépendent des propriétés physiques microclimatiques qui peuvent augmenter, limiter, diriger ou modifier leurs usages. »

TEBBANI, H et al ; (2016)

Introduction :

Comme déjà cité aux précédents chapitres, les gens des villes sahariennes, zone aride et de climat chaud, cherchent à s'abriter contre les rayons solaires par tous les moyens disponibles, surtout durant la période estivale.

Ces gens sont touchés par 'le stress thermique', vu le manque de la fraîcheur et de l'ombre, cela les pousse à abandonner les espaces publics et les places publiques, tout en rejoignant les espaces bâtis et clost ils utilisent la climatisation, qui engendra une importante consommation d'énergie (électricité).

D'après HANAFI ; (2010) l'abandon d'usage des places publiques de la ville de Biskra, est dû au manque du confort thermique, qui oblige ses usagers à les quitter, ou bien les fréquenter occasionnellement.

Le confort thermique en espace extérieur est influencé par plusieurs facteurs, surtout par le rayonnement solaire, ce qui est déjà vu en chapitre II. Ce chapitre est consacré pour chercher comment et par quels moyens optimiser le confort thermique des places tant qu'espaces extérieurs urbains très ouverts, sont déjà existants ; dans l'objectif de la création de l'ombre au sein de ces dernières, c'est-à-dire produire un masque contre les rayons solaires.

On essayera, toujours dans ce chapitre de voir toutes les propositions possibles, relatives à la forme, à l'insertion de la végétation avec ses types, de l'arbre urbain et à l'insertion de l'eau ; encore on va voir les propositions relatives : aux revêtements, aux matériaux, aux mobiliers...etc. tout en cherchant la proposition optimale et adéquate pour les places publiques de la ville de Biskra et dans toutes les dimensions.

Pour optimiser le confort thermique d'un espace public (précisément une place publique) il faut maîtriser les différents éléments intervenants à l'augmentation de la température de l'air au sein de cet espace pour savoir les éviter et à la diminution d'humidité relative. On note la morphologie des constructions (morphologie urbaine) et les matériaux utilisés, la vitesse de l'air, la présence de bassins d'eau et la végétation. (REITER, S ; 2007)

- Optimisation par la modification de forme de l'espace.
- Optimisation par la modification de revêtement du sol.
- Optimisation par l'insertion de l'eau.
- Optimisation par l'introduction du végétal urbain (l'arbre urbain).

VI.1. Principes de conception et applications :

Il est possible de concevoir un espace extérieur urbain, par exemple une place publique, confortable pour ses usagers et elle répond aux exigences de la population ; le défi c'est améliorer le confort thermique d'un espace extérieur urbain existant ; sachant que lors de la conception de cet espace le concepteur n'avait pas pris au sérieux les paramètres climatiques du site. En plus le confort thermique n'a pas été primordial dans les préoccupations du concepteur.

Pour optimiser (améliorer) les conditions de confort thermique d'un espace extérieur urbain existant, cela exige une réhabilitation de ce dernier ; vu les solutions possibles à ce problème d'inconfort ressenti par les usagers.

Avant de chercher les solutions il faut cerner le problème d'inconfort thermique qui est dû à l'effet d'ensoleillement. Donc la solution se présente claire dans la création de l'ombre au sein de l'espace public urbain ou plutôt la place publique. En effet à la saison d'été le contrôle de la température de l'air est fondamental pour atteindre le confort thermique ; et crée de l'ombre permet le contrôle permanent de la température vu que c'est un facteur essentiel dans le confort des usagers.

VI.1.1. Proposition 1 : Optimisation par modification de forme de l'espace.

Cette proposition est pour mettre des panneaux à la taille de l'homme au sein de l'espace ou bien la place pour créer de l'ombre et en même temps canaliser le courant d'air.

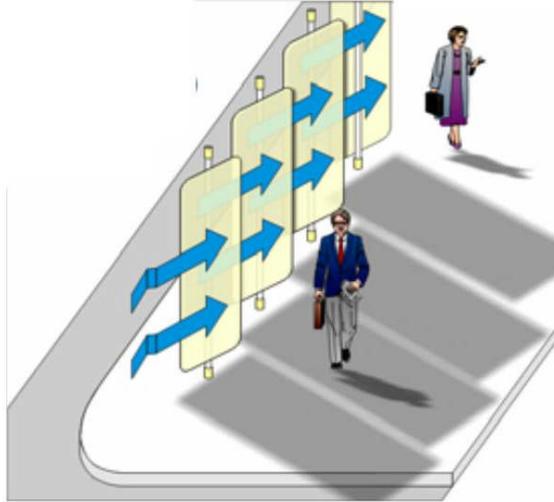


Figure VI.01 : Des panneaux employés pour créer de l'ombre et canaliser le courant d'air.
Source: CHRISOMALLIDOU, N et al; (2002)

VI.1.2. Proposition 2 :

Ombrager les chemins des usagers de l'espace public (la place) ou bien les axes des piétons par des passages couverts (les arcades), ces derniers permettent d'offrir de l'ombre durant une grande période de la journée.

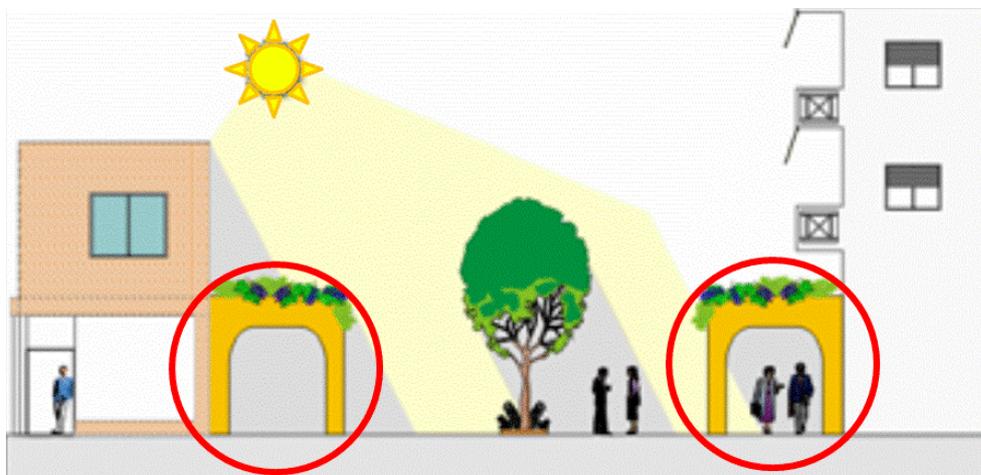


Figure VI.02 : les passages couverts (les arcades) le long d'une zone piétonne peuvent offrir de l'ombre. CHRISOMALLIDOU, N et al; (2002)

VI.1.3. Proposition 3 :

Elle consiste à toucher la morphologie urbaine du site de la place publique ; cette dernière et d'après STEEMERS, et al ;(2004) « ... signifie la forme tridimensionnelle d'un groupe de bâtiments ainsi que les espaces qu'ils créent autour d'eux» (AHMED OUAMEUR FOUAD d'après STEEMERS, et al ; 2004)

L'espace public ou bien la place publique semi-enterrée peut offrir de l'ombre à différentes périodes de la journée.

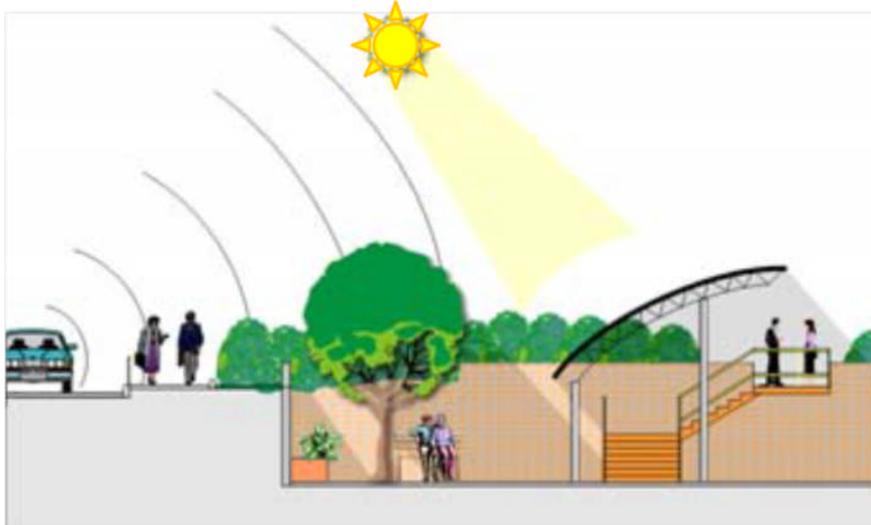


Figure VI.03 : espaces publics (place publique) semi-enterrés, pour offrir de l'ombre aux usagers. Source : CHRISOMALLIDOU, N et al; (2002)

VI.1.4. Proposition 4 :

La construction des pergolas vont permettre de créer des zones ombragées au sein de la place publique ; sur ses bordures ou bien suivant les itinéraires des usagers. Ces pergolas sont conçues avec des lames permettant le passage des rayons solaires la période d'hiver et l'empêcher la période estivale.

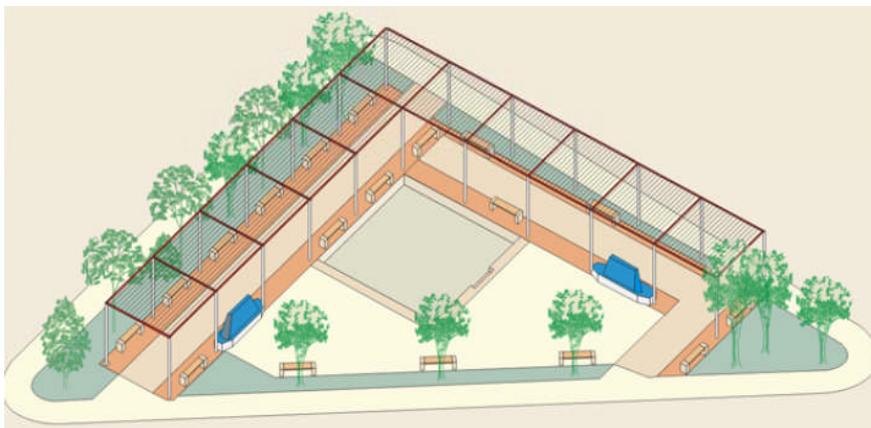
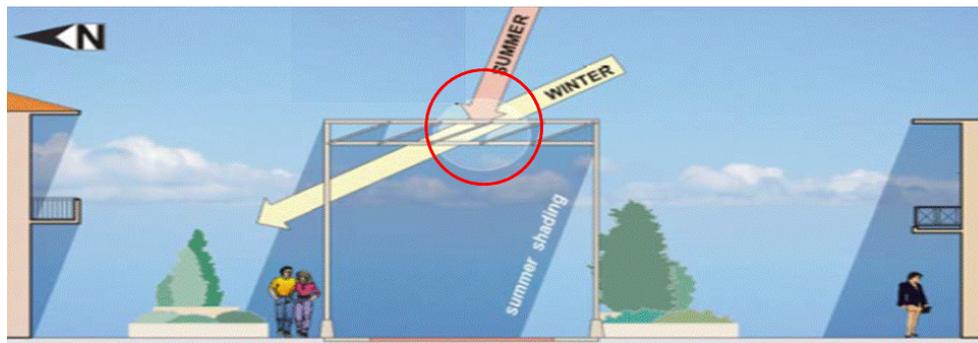
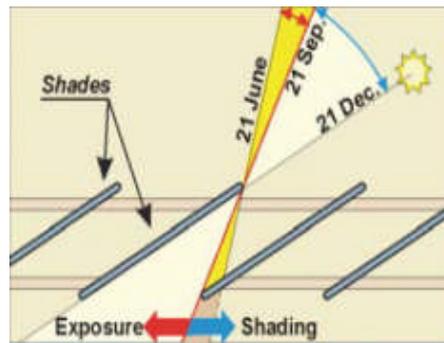


Figure VI.04 : Vue en perspective de pergola au sein d'une place publique (exemple). Source : CHRISOMALLIDOU, N et al; (2002)



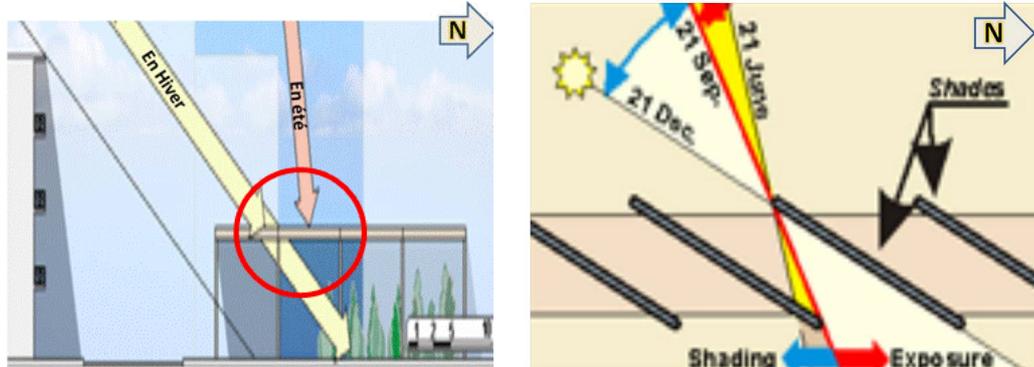
(a)



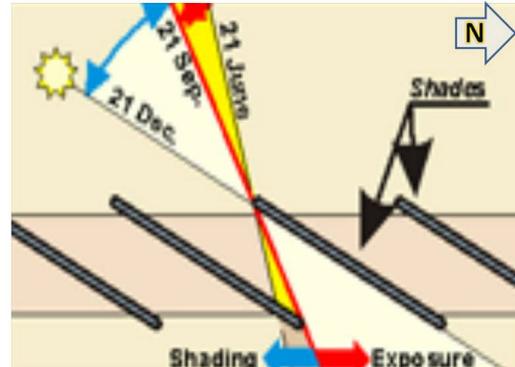
(b)

Figure VI.05 : (a) coupe de pergola au sein d'une place publique ; (b) détail des lames.

Source : CHRISOMALLIDOU, N et al; (2002)



(a)



(b)

Figure VI.06 : (a) coupe sur pergola au sein d'une place publique ; (b) détail des lames.

Source : CHRISOMALLIDOU, N et al; (2002)

Il est à noter qu'il faut respecter les angles indiqués dans le schéma ci-dessous (figure VI.07) en cas d'utiliser les éléments de la pergola en lames pour fournir de l'ombrage. La protection contre les rayons solaires est garantie le long de la journée-ci ils sont orientés vers le sud ; par contre l'ombrage est fourni la demi-journée-ci les lames sont orientées vers l'est et l'ouest. (BROWN et DEKAY; 2001)

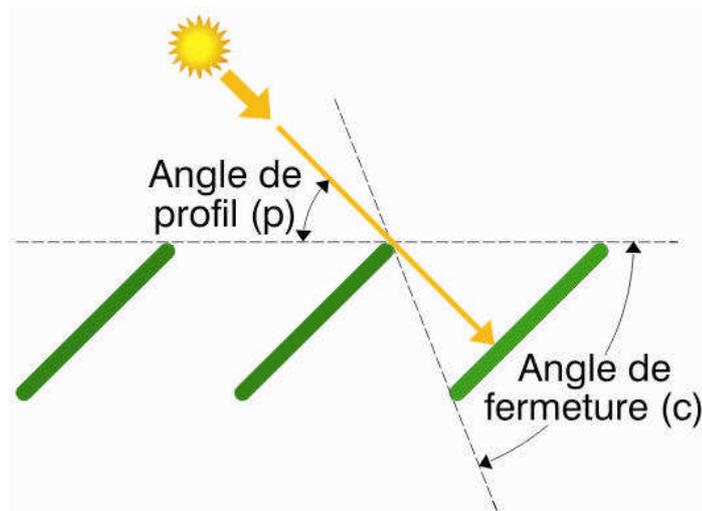


Figure VI.07 : schéma relatif au détail ; angles des lames composant une pergola.

Source : REITER, S ; (2007)

VI.1.5. Proposition 5:

En espace public on peut mettre des «auvents » comme masque contre les rayons solaires ; ces derniers favorisent un microclimat spécifique et il est recommandé d'avoir des auvents amovibles pour les retirer la nuit pour profiter d'un refroidissement nocturne de la place publique par rayonnement vers le ciel. (REITER, S ; 2007)

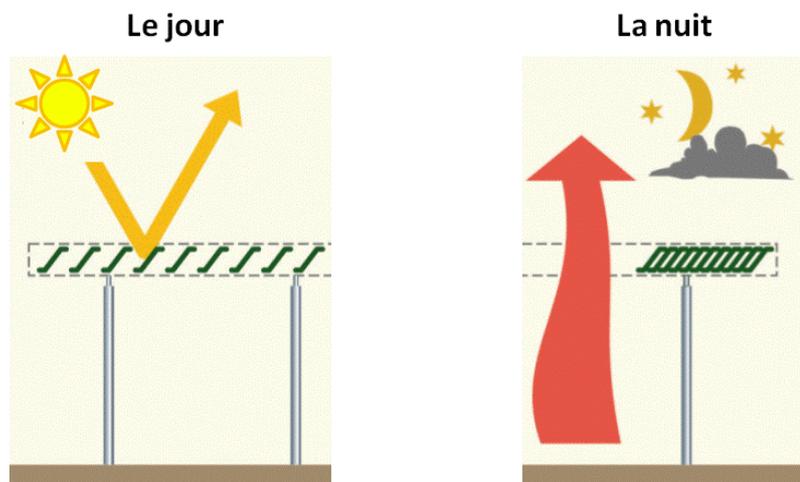


Figure VI.08 : l'usage de l'auvent amovible comme masque aux rayons solaire. Source : REITER, S ; (2007)

VI.1.6. Proposition 6 :

L'insertion de l'eau telle qu'un bassin, une fontaine, un jet d'eau, un cours d'eau ... etc. au sein de la place publique dans le but de rafraîchir cet espace. (Voir figure VI.09 et figure VI.10)

VI.1.6.1. L'influence des surfaces d'eau sur la température :

Selon HESCHONG, L ; (1981) « *Au Moyen Age, dans les pays islamiques, on déployait des efforts considérables pour rafraîchir l'air de la salle du trône ou des appartements du Sultan. On bâtissait des fontaines et des bassins pour rafraîchir l'air par évaporation.* »
D'après REITER, S ; (2007) les surfaces d'eau présentées sous forme de fontaines d'eau, des canaux, des bassins, jets d'eau ; diminuent la température de l'air par évaporation. Vu que « l'eau » joue le rôle de tampon et par son inertie thermique elle atténue les fluctuations de température. De plus, les surfaces d'eau et les mouvements d'air qui la traverse peuvent aussi contribuer à un rafraîchissement de l'air par convection.

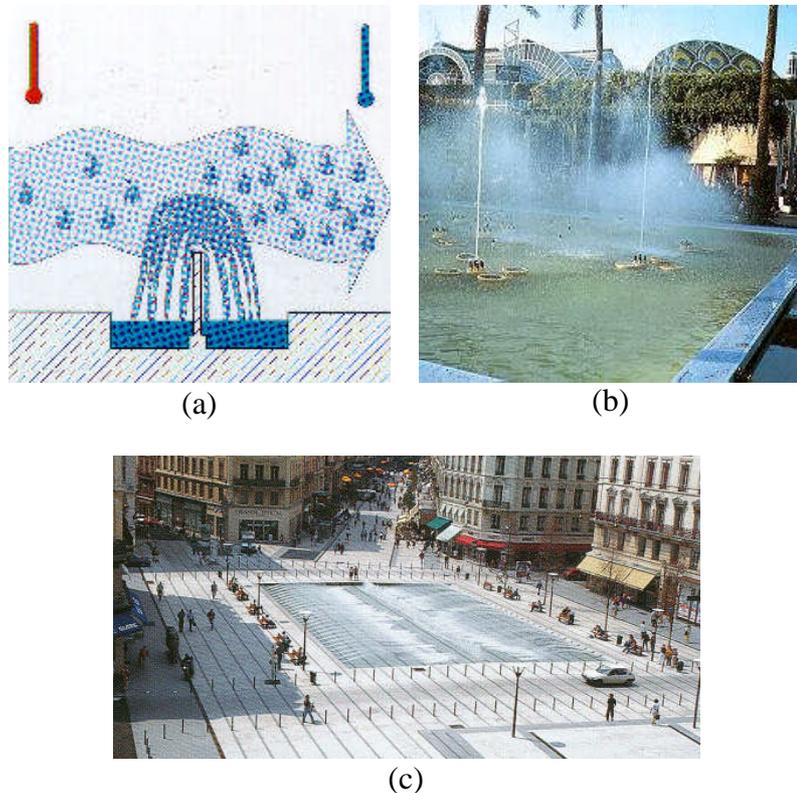


Figure VI.09 : influence des surfaces d'eau sur la température de l'air.

(c) Humidification de l'air par une fontaine.

(d) Exposition universelle à Séville en 1992. Photo : Grupo de termotecnia 1994).

(c) Place et rue de la République à Lyon. Photo de la place : J.-M. Gillon.

Source : REITER, S ; (2007)

VI.1.6.2. Facteurs influençant la température de l'air par la présence de l'eau :

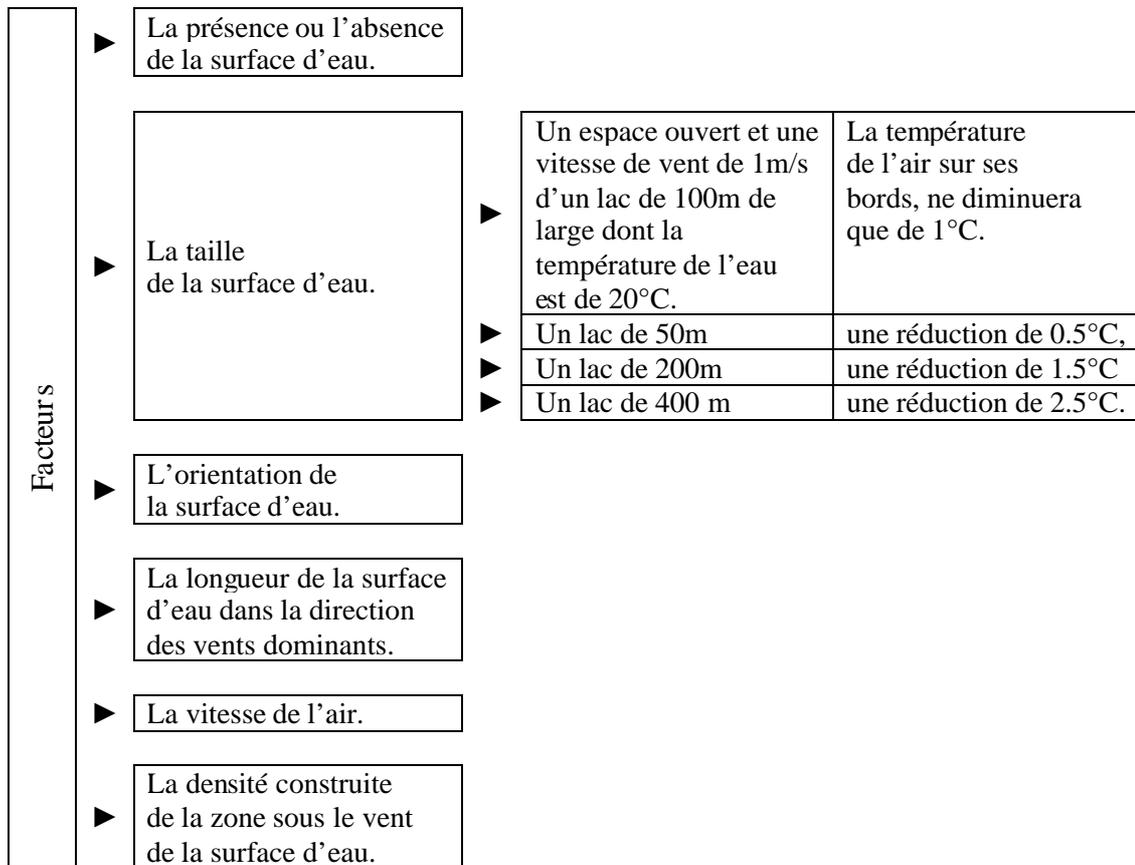


Figure VI.10 : schéma relatif aux facteurs influençant la température de l'air par l'eau.

Source : REITER, S ; (2007)

D'après REITER, S ; (2007)« *les surfaces d'eau n'ont qu'une faible influence sur la température de l'air en zone ouverte, sauf si ces surfaces deviennent de très grande dimension. Des bassins de petite dimension peuvent toutefois avoir une influence réelle sur la température de l'air d'espaces urbains fermés et protégés du vent, surtout si ces bassins sont agrémentés de jets d'eau ou accompagnés d'un système de pulvérisation d'eau dans cet espace public.* »

VI.1.7. Proposition 07 :

Optimisation par modification de matériaux (revêtement du sol et des façades).

En général, dans la ville on utilise des multitudes de matériaux de revêtements, soit pour les façades soit pour le sol ; même pour ce dernier sa diffère, où on utilise des matériaux pour les voies de circulation mécanique veut dire la chaussée par « l'asphalte » ou bien pour les voies destinées aux piétons, le carrelage, le pavé ...etc. tous ces matériaux imperméables ont de faibles capacités thermiques (capacité à stocker de la chaleur) et une grande conductivité ; dont ils absorbent et libèrent rapidement la chaleur ce qui engendre une hausse de température de l'air et des surfaces au sein de la place publique ou l'espace public en général. (Voir figure VI.11)

La proposition contre ce problème, est de choisir des matériaux de revêtement possédants un 'albédo' élevé ; vu que les surfaces noires exposées au soleil peuvent être jusqu'à 21°C plus chaudes que les surfaces blanches.

En effet les matériaux ont un effet sur le microclimat au niveau des espaces extérieurs urbains, particulièrement les places publiques qui dépendent de la réflectivité des matériaux, veut dire 'l'albédo' ce dernier détermine la quantité du rayonnement réfléchi de la surface concernée, en plus de la capacité thermique qui détermine la quantité d'énergie stockée et le temps nécessaire pour le déphasage. Sachant que l'espace urbain est composé d'une mosaïque de matériaux, l'albédo est évalué en fonction d'une valeur moyenne calculée en fonction de l'albédo de chaque matériau et sa fraction d'occupation. (TEBBANI, H et al 2016)

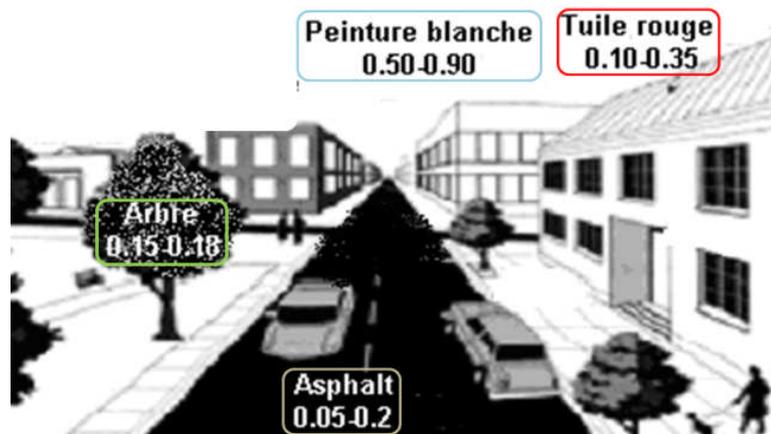


Figure VI.11 : quelques valeurs de « l'albédo » des revêtements des façades et sol d'une rue.
Source : GUAY, F et al (2003)

Chapitre VI : Stratégies d'optimisation du confort thermique

Des études ont montré que les revêtements du sol imperméables et les matériaux de couleurs sombres reflètent mal le rayonnement solaire ce qui engendre l'augmentation de la température de l'air en espace urbain, tout en comparant ce dernier avec l'espace rural. (MANSOURI, O ; 2008) (Voir figure VI.12)

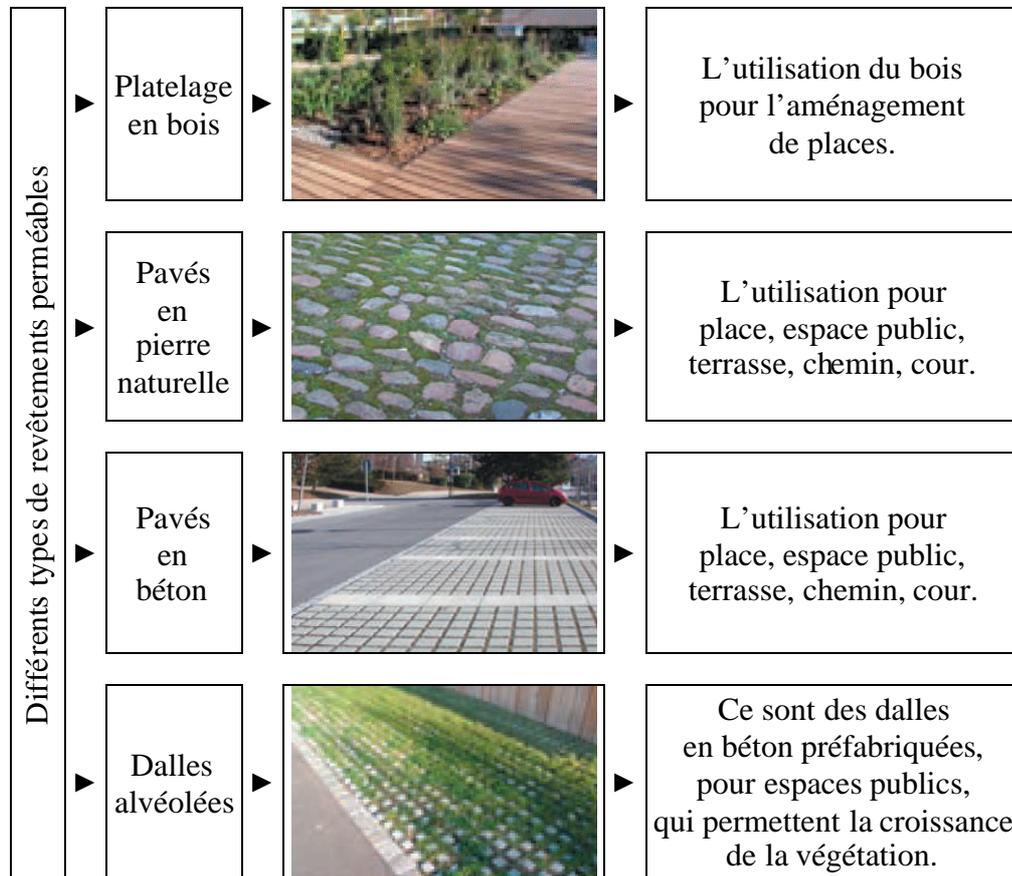


Figure VI.12 :Schémarésume les différents types de revêtements perméables et leurs utilisations. Source : MÜLLERGAËL et al ;(2004)

VI.1.7.1. Enherber le sol :

Le sol enherbé se distingue des autres revêtements par la perméabilité dont il réchauffe moins l'air par convection thermique et la capacité de dissiper l'énergie par évapotranspiration (évaporation au niveau du sol et transpiration des plantes) vu qu'il limite le stockage de chaleur dans le sol par conduction. (Voir figure VI.13)

Il est à noter que le sol enherbé ne modifie pas beaucoup le confort thermique dans un espace extérieur ouvert car l'effet sur la température de l'air est à peine perceptible. Source : GUILLAUME, P et al ;(2014)

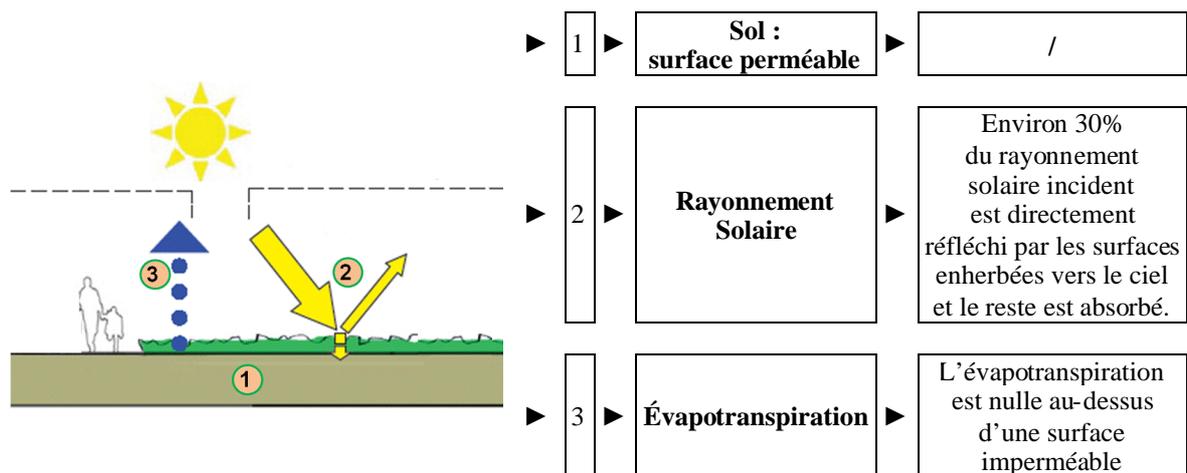


Figure VI.13 : Schéma d'un sol enherbé (surface perméable). Source : GUILLAUME, P et al ;(2014)

VI.1.8. Proposition 08 : Diminution du facteur de vue du ciel (SVF)

Réduire le facteur de vue du ciel (SVF) : qui est au juste « ... une mesure de l'angle solide sous lequel le ciel est vu depuis un espace urbain. Il détermine les échanges de chaleur par rayonnement entre la ville et le ciel »(KOEN A et al ; 2002)

Ce facteur de vue du ciel est lié directement à l'effet d'îlot de chaleur urbain ; si le facteur de vue du ciel (SVF) égale à zéro cela signifie que la vue du ciel est totalement obstruée donc les températures de l'air seront minimales par rapport à un espace public ou bien une place publique où son SVF inférieur ou égale à un.

Donc ce facteur est en rapport direct avec la morphologie du site et cette dernière peut influencer positivement ou négativement les paramètres en relation avec le confort thermique des usagers ; répartition des zones ombrées et ensoleillées, champs radiatifs et thermiques et l'écoulement de l'air.

Modifier la morphologie urbaine d'une place publique existante et jouer sur son SVF en touchant aux constructions entourant cette dernière nous semble difficile puisque la modification des hauteurs, disposition et orientation des bâtiments situés aux alentours de cet espace est vraiment impossible.

VI.1.9. Proposition 9 :

Selon KANG, J et al ;(2002) « *Les deux effets principaux de la végétation sont l'effet d'ombrage du rayonnement solaire (la plupart des arbres feuillus ont une transmissivité faible à l'égard du rayonnement solaire, entre 2 et 5%) et la conservation d'une température du feuillage proche de celle de l'air, soit entre 20-35 °C inférieurs aux températures des surfaces des matériaux urbains communs, comme l'asphalte, les blocs de béton, etc.* »
(Voir figure VI.14)

En plus les bienfaits du végétal urbain dépasse l'ombrage vers l'humidification de l'air.

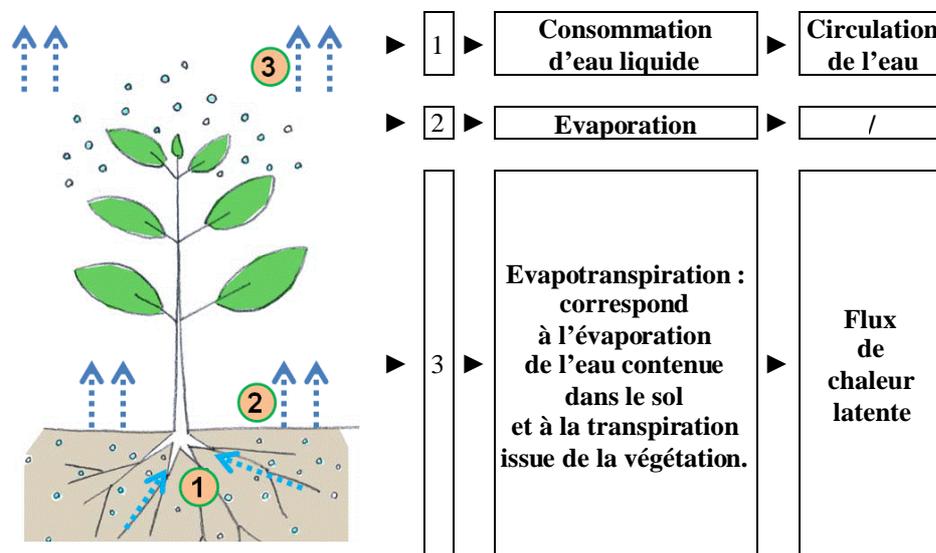


Figure VI.14 : Schéma de l'humidification de l'air par l'arbre urbain ; source : GUILLAUME, P et al ;(2014)

VI.1.9.1. L'introduction du végétal urbain (plantes grimpantes) :

La construction des pergolas couvertes par des plantes grimpantes vont permettre de créer des zones ombragées au sein de la place publique ; soit sur ses bords ou bien suivant les itinéraires des usagers. (Voir figure VI.15) Et d'après REITER, S ; (2007) « *les pergolas ou des plantations dont le feuillage couvre la presque totalité de l'espace d'une cour ou d'une place relativement confinée servent de séparation entre l'air au-dessus et en dessous de son feuillage.* »



Figure VI.15 : (a) et (b) exemples des pergolas couvertes par des plantes grimpantes.

Source : site web : www.plante-et-cite.fr

VI.1.9.2. L'introduction de l'arbre urbain :

Comme déjà cité en haut, l'ombre est le facteur le plus important dans le confort thermique et permettant le contrôle de la température de l'air. En plus on trouve une grande variété des arbres générant de l'ombre au sein de l'espace public. (Voir figure VI.14 et figure VI.17)

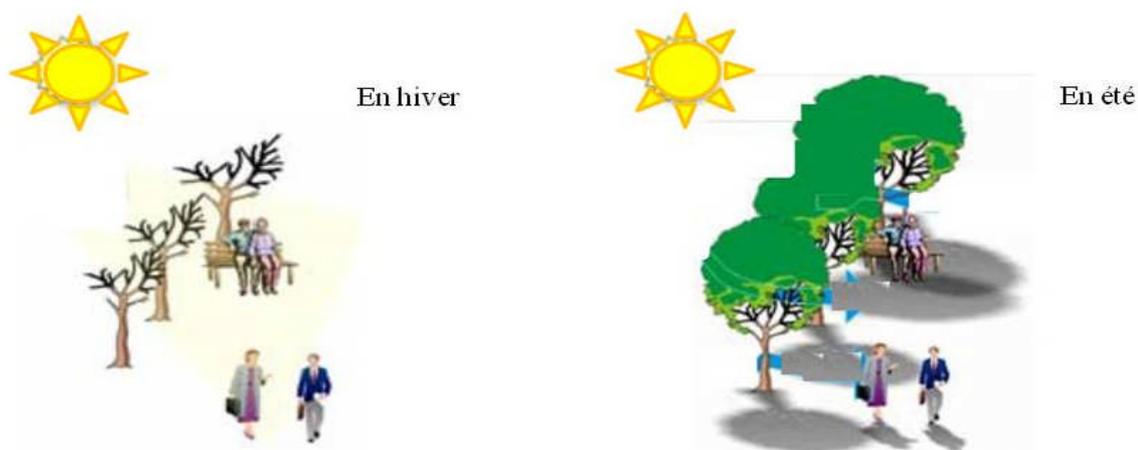


Figure VI.16 : des arbres à feuilles caduques offrent de l'ombre en été ; et en hiver ils permettent l'exposition du site au soleil. Source : CHRISOMALLIDOU, N et al; (2002)

En plus l'arbre urbain modifie son environnement par :

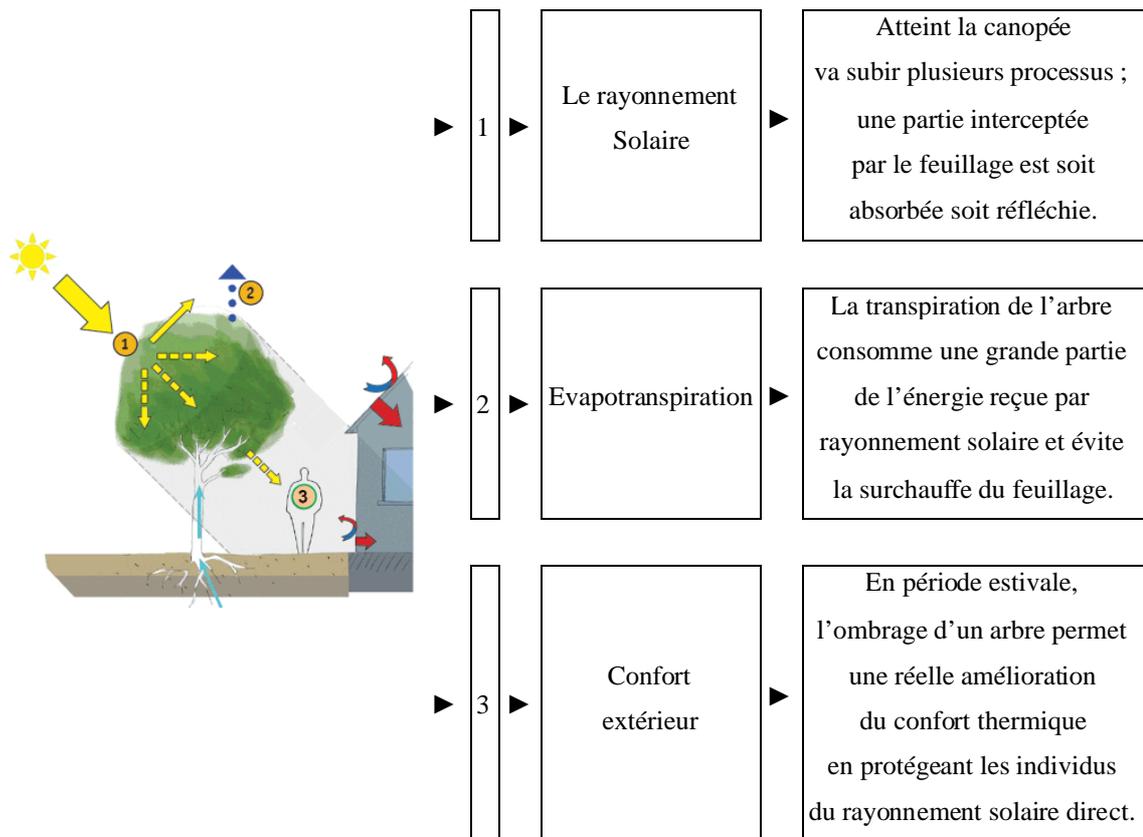


Figure VI.17 : Schéma modification de l'environnement par l'arbre urbain ; source : GUILLAUME, P et al ;(2014)

Les arbres concernés par l'étude sont en stade de maturité, vu que c'est l'étape de plein développement de l'arbre. Toutefois KANG, Jet al ;(2002), annonce que « *la température de globe sous un grand arbre est habituellement de 15 à 20 °C plus faible que la température de globe de la même surface sans ombre. Les effets microclimatiques de la végétation dépendent aussi de la maturité de cette dernière. Les arbres âgés ont des températures de feuillage légèrement inférieures à celle de l'air, tandis que les jeunes arbres et les pergolas ont des températures de feuillage quelques degrés au-dessus de celle de l'air* » (Voir figure VI.16 et figure VI.18)

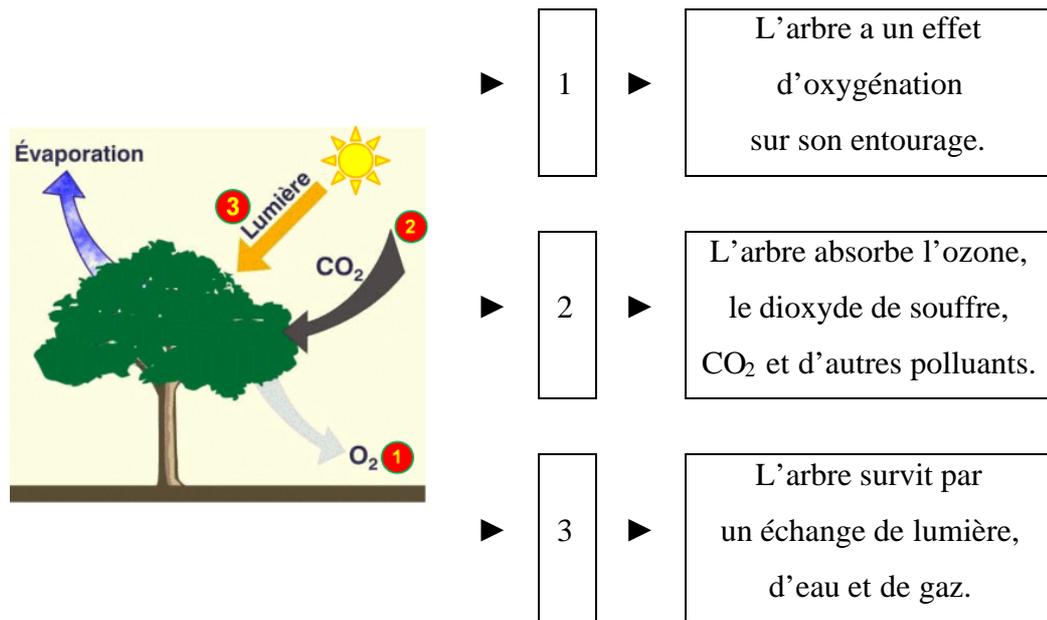


Figure VI.18: Schéma de modification de l'atmosphère par l'arbre urbain. Source : REITER, S ; (2007)

VI.1.9.3. Température moyenne radiante (T_{mrt}) sous canopée d'un groupe des arbres : (Corrélation entre la T_{mrt} mesurée et celle simulée par 'RayMan')

C'est une recherche expérimentale établie par MATZARAKIS, Aet al ;(2010) à la ville de Freiburg en Allemagne, du 16 au 19 juillet 2006.

L'exemple est une corrélation entre la température moyenne radiante (T_{mrt}) mesurée et celle simulée par le modèle 'RayMan' ; il n'y avait pas de différence entre les deux. (Voir figure VI.19) Cette corrélation est suivie par une comparaison entre espace extérieur ouvert sans protection contre les rayons solaire et un autre sous canopée d'un groupe des arbres.

On constate que la température moyenne radiante (T_{mrt}) sous canopée d'un groupe des arbres soit mesuré ou bien simulé ne dépasse pas les 40°C, par contre le deuxième cas, espace ouvert elle arrive jusqu'au 67°C.

Cela démontre clairement le rôle des arbres dans la diminution de la température moyenne radiante (T_{mrt}).

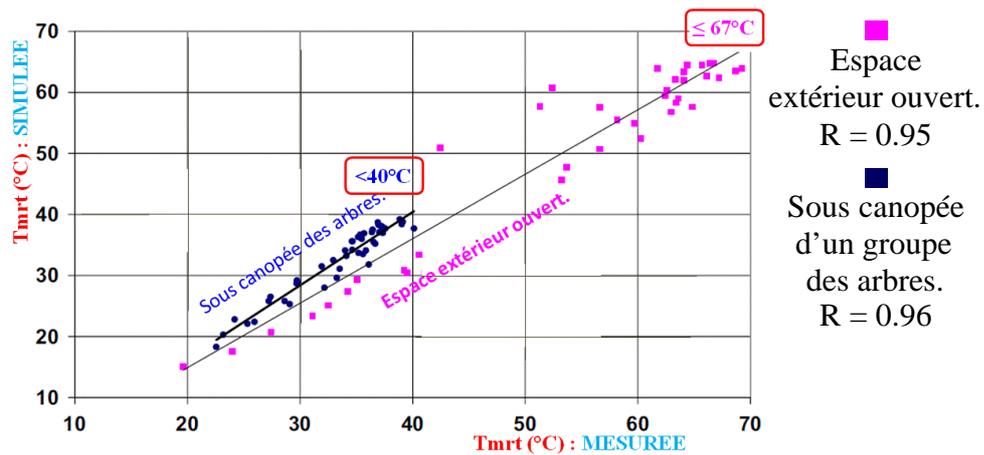


Figure VI.19 : graphe de la corrélation entre T_{mrt} mesurée et celle simulée par le modèle 'RayMan'.

Recherche établie à la ville de Freiburg / Allemagne, du 16 au 19 juillet 2006. Source : MATZARAKIS, A ; (2010)

VI.1.9.4. L'évolution de l'arbre (Rappel) :

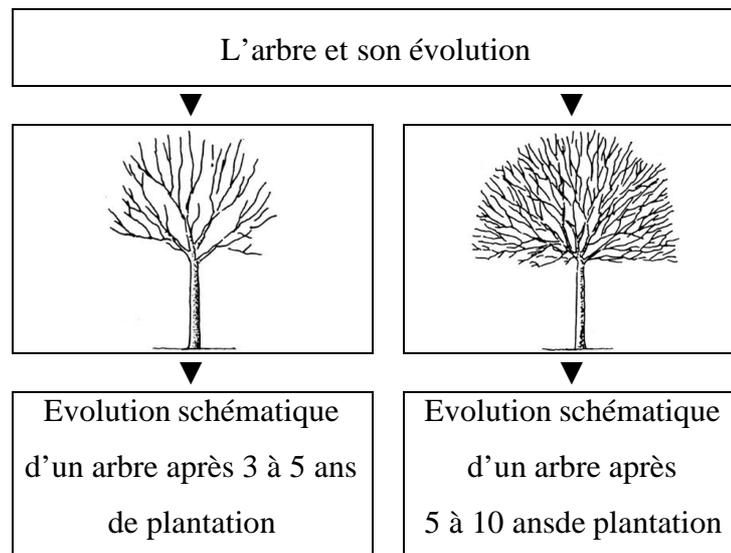


Figure VI.20: Schéma de l'évolution de l'arbre ; source : SUZEL, B et al ;(2008)

VI.1.9.5. Différents stades du développement de l'arbre (Rappel) :

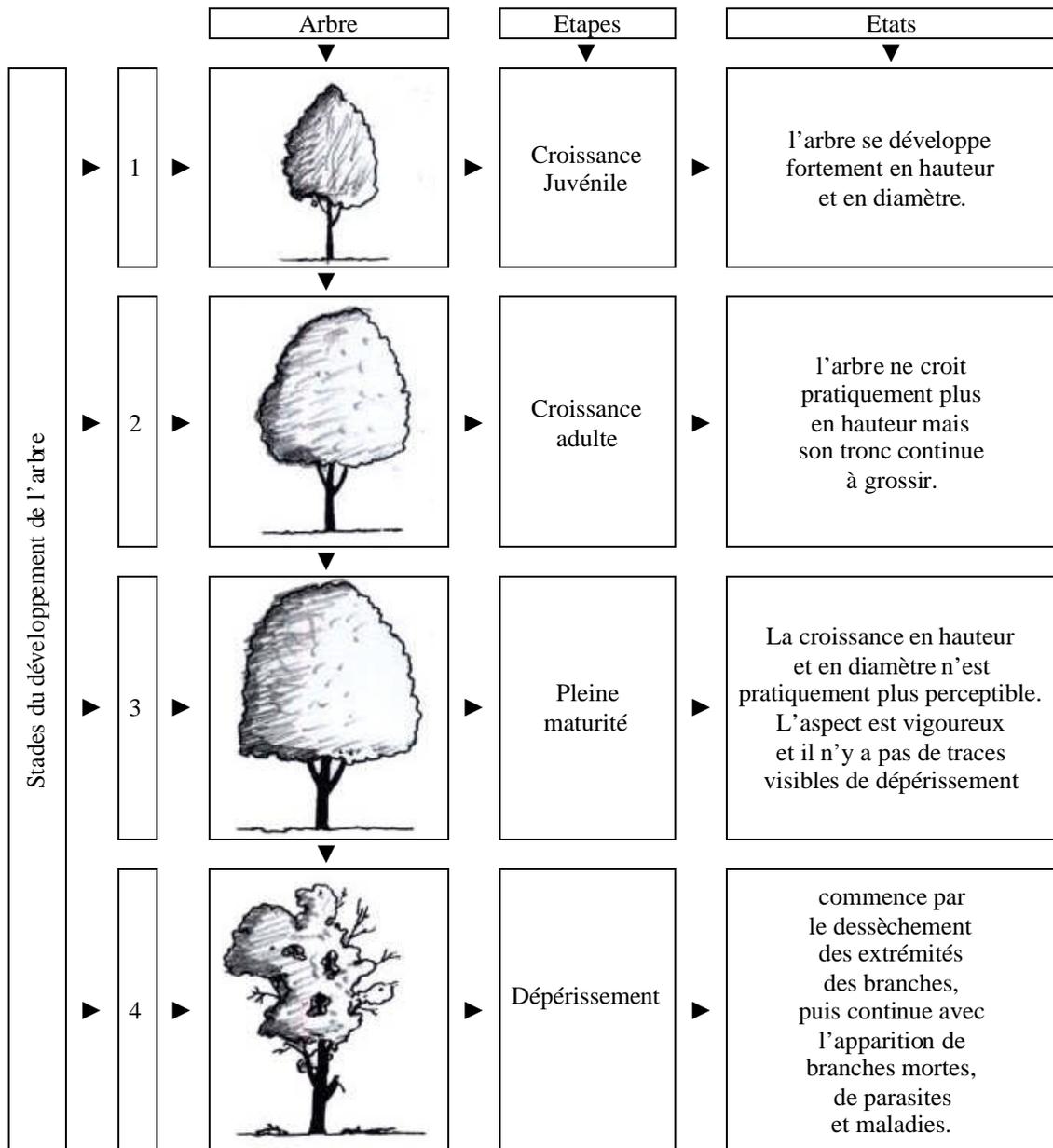


Figure VI.21 :Schéma desdifférents Stades du développement de l'arbre.source : SUZEL, B et al ;(2008)

- Des recommandations de plantation sont détaillées aux annexes pour une plantation durable et idéale d'un arbre urbain. (Voir annexe K)
- Une comparaison une la vie de l'arbre entre son milieu naturel et le milieu urbain avec les conséquences du milieu urbain. (Voir annexe K)

VI.2. Conclusion :

La promotion de la qualité de la vie urbaine des citoyens est relative au confort offert par les espaces publics urbains et particulièrement les places publiques. (TEBBANI, H et al ; 2016) Ces dernières présentent un intérêt majeur pour contribuer à accroître l'isolement et l'exclusion sociale comme elles favorisent la rencontre, le rassemblement et la réunion de la population.

A vrai dire, et comme déjà cité en haut, l'usage en permanence des espaces publics urbains ou les places publiques dépend de la qualité et les propriétés physiques de l'environnement de ces places en plus leurs confort thermique qui peuvent augmenter, diminuer ou changer leurs usages tout au long de l'année.

Dès le départ, la conception des places publiques doit prendre en considération le confort avec tous ses types pour avoir un bon usage de ces dernières ; et ne pas se limiter au niveau de la valeur symbolique, situation, forme, décors, le mobilier urbain et l'esthétique. Après analyse sur l'usage des places publiques de la ville de Biskra (Hanafi ; 2010) chercher les solutions relatives aux besoins du confort des citoyens s'avère nécessaire et passe en premier lieu.

Le concepteur des espaces publics urbains (les places publiques) doit se disposer de différentes solutions soient relatives :

- à la forme de l'espace ou aux constructions d'alentour.
- aux matériaux de revêtements (sol, mobiliers urbains, décors, façades).
- à la protection contre le vent (éléments architecturaux)
- aux éléments architecturaux relatifs à l'eau : jet d'eau, cours d'eau, bassin, petite cascade, fontaine d'eau.
- à la présence de la végétation avec ses types.

Le concepteur doit contribuer au succès de sa conception par la protection de son espace de l'excès des facteurs climatiques et les aspects indésirables du climat d'une part, et d'autre part, il doit favoriser les aspects positifs du climat pour accroître l'usage de la place publique conçue.

Chapitre VI : Stratégies d'optimisation du confort thermique

Dans ce chapitre on a essayé de chercher tous les types de solutions possibles pour optimiser le confort thermique au sein des places de la ville de Biskra, sachant qu'on est devant des espaces publics déjà existants (réalisés) et le confort thermique n'a pas été pris en considération lors de leurs conceptions. En revanche, l'application et l'exécution des différentes solutions citées dans ce chapitre paraissent difficiles et dans des cas impossibles.

La recherche a fait sortir neufs propositions qui s'englobent dans les points suivants:

- la modification de la forme de l'espace (géométrie de l'espace).
- la modification du revêtement du sol (propriétés thermiques des surfaces).
- l'insertion de l'eau (bassin ou surface)
- l'introduction du végétal urbain (l'arbre urbain).

Donc, on a opté de faire une lecture et une critique de chaque solution proposée, et chercher la solution optimale et adéquate entre eux. Pour combler l'inconfort thermique constaté au niveau des places de la ville de Biskra.

Rappelant que les principaux paramètres climatiques sont : la température, le vent, l'humidité, les précipitations et le rayonnement solaire. Dans les villes à climat aride, tel que la ville de Biskra, l'objectif est toujours d'éviter les rayons solaires directs et de rechercher l'ombre et la fraîcheur. De ce fait, le rayonnement solaire est le premier facteur provoquant l'inconfort thermique aux seins des espaces publics. Donc on a cherché les moyens pour la protection contre les rayons solaires et la création de l'ombre.

Pour cela, et après analyse de toutes les propositions, la solution relative à l'introduction du végétal urbain (l'arbre urbain) est la solution adéquate pour l'optimisation du confort thermique des places de la ville de Biskra. Vu les deux principaux effets de la végétation, l'ombrage du rayonnement solaire et le maintien d'une température du feuillage proche de celle de l'air. (RUROS ; 2004, d'après : LOUAFI BELLARA, S et al ; 2012)

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie»

Chapitre VII

Modélisations terrains d'étude / Simulation

« Depuis, le développement de la technologie informatique et la vitesse sans cesse croissante des moyens de calcul numérique ont permis d'effectuer des avancées significatives au regard de la complexité des problèmes traités. »

MIGUET,F ; (2000)

Introduction :

Les outils de simulation numérique développés et évolués au fil du temps, nous ont permis la modélisation des projets et des œuvres architecturales ou même des tissus urbains et la simulation des facteurs climatiques, d'ensoleillement, de l'ombre...etc. comme la réalisation d'une fine analyse d'ambiance et de la micro-climatologie soit pour une rue ou un bâtiment, tout comme à l'échelle de l'îlot ou du quartier.

Comme déjà annoncé à la problématique ce travail se compose de deux volets, un travail 'in situ' et un travail de 'simulation'. Et dans le chapitre précédent (cadre d'étude / places sélectionnées) suite à des critères précis on a choisi les places concernées par l'étude.

En effet, on essaiera entre autres de balayer les modèles de modélisation et simulations, ensuite dégager le modèle numérique répondant à l'objectif de notre simulation. Toujours dans ce chapitre, on touchera le choix de l'appareil de mesures, les points de prises de mesures pour chaque place, le déroulement des campagnes de mesures, les jours et les moments de mesures et la représentation graphique des paramètres mesurés ...etc.

Dans le présent chapitre on va exposer en premier lieu tout ce que concerne la partie de la modélisation et la simulation, vu son importance dans notre recherche et par la suite on verra la campagne de mesure 'in situ' ; puisque les paramètres climatiques mesurés sur terrain sont sur la base des données nécessaires au logiciel pour l'établissement de la simulation.

A noter, que la simulation est pour l'objectif d'optimiser le confort thermique au niveau des places publiques de la ville de Biskra. Donc on verra, plusieurs variantes pour chaque place sélectionnée pour l'étude : avant l'insertion du végétal urbain, après l'insertion du

végétal urbain selon la proposition du concepteur de la place et la proposition optimale, celle qui répond à l'objectif de notre recherche. Par la suite une comparaison entre les différentes variantes faite à travers des représentations graphiques.

VII.1. Modèles de recherches en climatologie urbaine :rappelant que

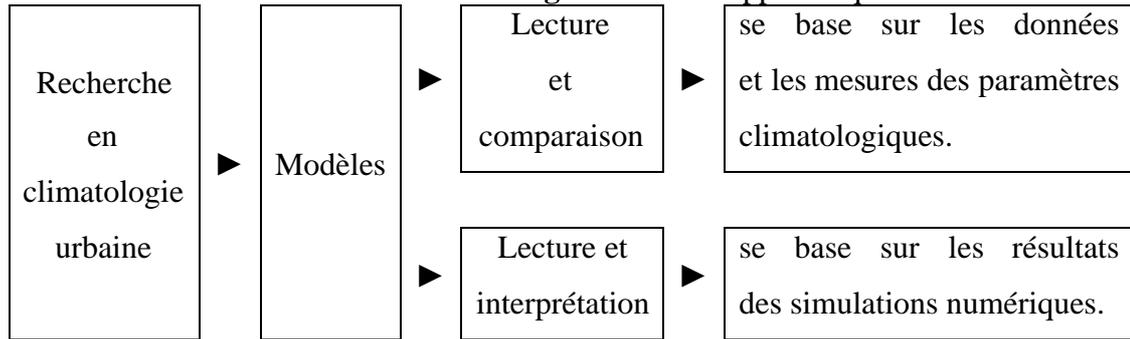


Figure VII.01: Schéma des modèles de recherches en climatologie urbaine. Etabli par l'auteur.

Pour notre recherche, les deux modèles vont être utilisés. Lecture sur les données climatiques d'une part et une modélisation et simulation numérique d'autre part, pour avoir des résultats fiables aux problèmes de notre sujet de recherche.

VII.2. Modèles de modélisations / simulations : on aessai de voir quelques modèles de modélisations et simulations.

VII.2.1. Télédétection :

Par la télédétection on peut étudier les grandeurs physiques de l'lot de chaleur urbain de n'importe quel endroit sur terre. À travers les prises de vues aériennes ou l'imagerie satellite en général on mesure :

- La température du surface du terrain (Land Surface Temperature : LST). Elle donne la possibilité de traiter toute une ville ou bien un vaste territoire. (WENG et al 2004)
- La présence de la végétation en général soit arbre ou herbe par l'indice différentiel de végétation normalisé (Normalisé Difference Vegetation Index : NDVI)
- L'albédo. KIM. H ; (1992) à noter qu'il existe à nos jours des difficultés majeurs pour avoir de bonnes et exactes données par la télédétection. (CHAMPIAT clément, 2008)

VII.2.2. CSUMM :

C'est l'abréviation de : Colorado State University Mesoscale Model. Ce modèle se base sur les équations d'équilibre énergétique de la ville. Il est pour simuler les phénomènes atmosphériques et obtenir la distribution de chaleur ou de la température au sein d'un système tridimensionnel. Et par son approche thermodynamique on traite la question de la chaleur anthropique, de l'evatranspiration et de l'albédo. (MILLS. G ; 2005)

VII.2.3. SURFEX :

C'est l'abréviation de : Surface Externalisée, ce modèle est développé par Météo-France, il rassemble l'ensemble des schémas de surface afin de les rendre disponibles au plus grand nombre. (Voir figure VII.02)

En plus qu'il est une plateforme de modélisation de surface il est conçu pour être couplé à des modèles atmosphériques et hydrologiques. (PINSON Laura ; 2016)

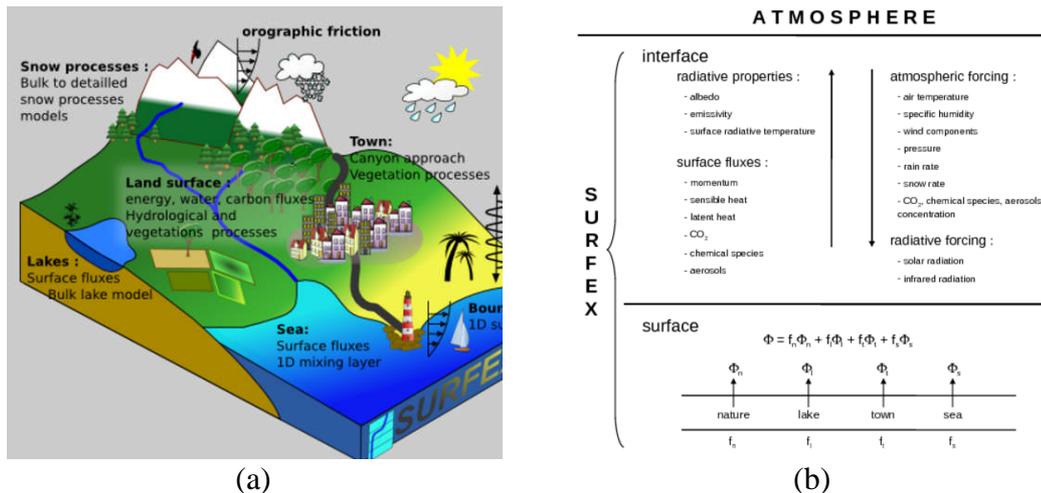


Figure VII.02 : (a) vue de SURFEX. (b) la grille d'information où chaque point de grille du modèle est représenté par quatre types de surface (mer, océan, lacs, zones urbaines et nature). Grâce à la base de données ECOCLIMAP (Masson, V et al ; 2003) on obtient la surface occupée par chacune d'elle. Source : Centre National de Recherches Météorologiques, site web : <https://www.umr-cnrm.fr>

VII.2.4. TEB:

C'est l'abréviation de : Town Energy Balance ; (Masson, V ; 2000) « L'acquisition d'une meilleure connaissance des échanges surfaces urbaines-atmosphère contribue directement aux améliorations des modèles numériques, c'est dans cette perspective qu'est développé le modèle TEB. Il a été conçu par V. Masson au CNRM²⁸ de Toulouse. » (PINSON, L ; 2016)

Il est développé pour calculer les échanges d'énergie et d'eau entre les villes et l'atmosphère. (Voir figure VII.03) Comme il permet la modélisation de la ville en 3d. Ombres, piégeage radiatif, interception de l'eau de pluie, évaporation et ruissellement, conduction de chaleur à travers les toits, les routes et les murs. Et Échanges turbulents et microclimat dans la rue.

²⁸Centre National de Recherche Météorologique.

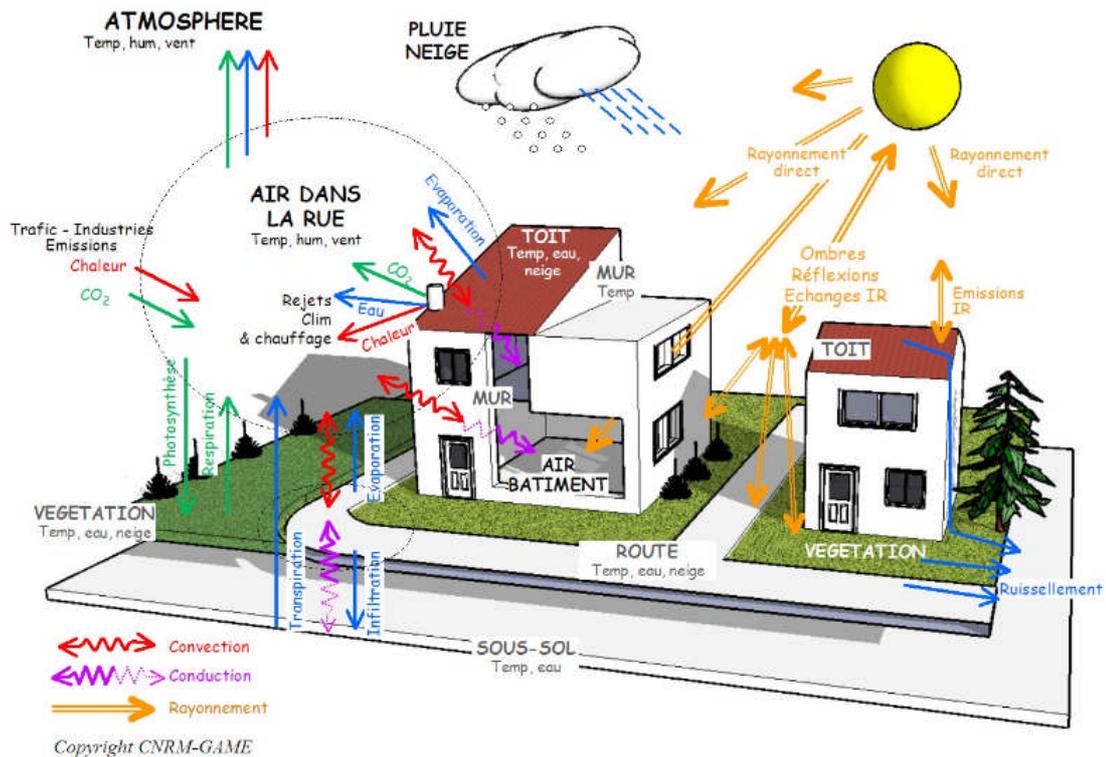


Figure VII. 03 : résumé le processus du TEB. Source : Centre National de Recherches Météorologiques ; <https://www.umr-cnrm.fr>.

VII.2.5. SHIM:

C'est l'abréviation de surface heat island model ; selon SZPIRGLAS,J et al ;(2003) ; il simule le refroidissement nocturne des rues de type canyon, de ses murs et les toits ; en plus, les émissions infrarouges. Comme il on peut avec représenter les ilots de chaleurs urbaines nocturnes en conditions optimales.

VII.2.6. URBAN 3 :

Tout d'abord ce model est valable pour la vitesse de l'air proche à zéro mètre par seconde ; il simule les émissions infrarouges de la ville en régime permanent. En plus ce model offre une représentation d'ilot de chaleur urbain (ICU) nocturne en conditions optimales. (TERJUNG et al ; 1980)

VII.2.7. SOLWEIG :

C'est l'abréviation de: SOLar LongWave Environmental Irradiance Geometry. Il est disponible sur une interface graphique pouvant être téléchargé gratuitement du site web : <http://gvc.gu.se>. Ce modèle simule en 3D les variations spatiales de la température moyenne radiante et les flux de courtes et de grandes longueurs d'onde.

Selon : LINDBERG et al ; (2008), son calcul se base sur l'équation suivante :

$$T_s - T_a = 0,37 * N_{max} - 3,41$$

Sachant que :

T_s : température de surface (°C)

T_a : température ambiante (°C)

N_{max} : élévation maximale du soleil (degrés)

VII.2.8. SOLENE :

C'est un logiciel Thermo-radiatif de simulation développé par le laboratoire CERMA²⁹. (GROLEAU. D ; 1987) Ce dernier se base sur les paramètres solaires (radiatifs et lumineux) soit pour les projets architecturaux ou bien urbains. Il calcule la position du soleil le long de la journée à n'importe quelle heure voulue, comme il permet de connaître l'angle d'incidence des rayons solaires par rapport aux différentes facettes de la forme étudiée.

Le travail de ce logiciel se fait par une modélisation en 3D des volumes bâtis. Il intègre les effets solaires, lumineux et thermiques de la forme urbaine sur les conditions du confort en espace extérieur. (Voir figure VII.04)

« La simulation réalisée par SOLENE peut se faire à l'échelle de la rue, d'un bâtiment tout comme à l'échelle de l'îlot ou du quartier. Ainsi, il se positionne sur des échelles micro et locales. » (Pinson, L ; 2016).

Le logiciel 'Solène' exige un nombre de paramètres pour réaliser les simulations, telles que la température de l'air, le rayonnement incident ...etc.

²⁹ Centre de recherche méthodologique d'architecture à Nantes / France.

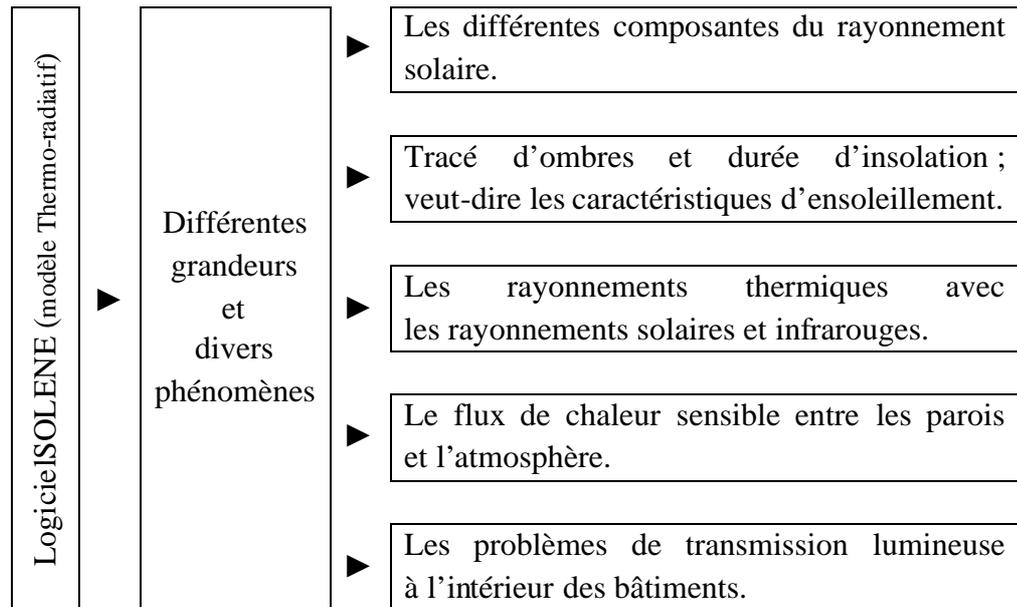


Figure VII. 04 : Schéma de différentes grandeurs et divers phénomènes simulés par le logiciel Solène. Source : (PINSON, L ; 2016)

VII.2.8.1. Scène géométrique de Solène :

Elle est définie par un maillage triangulaire dont chaque maille ou facette du volume est décrite selon les propriétés thermiques du matériau qui la compose.

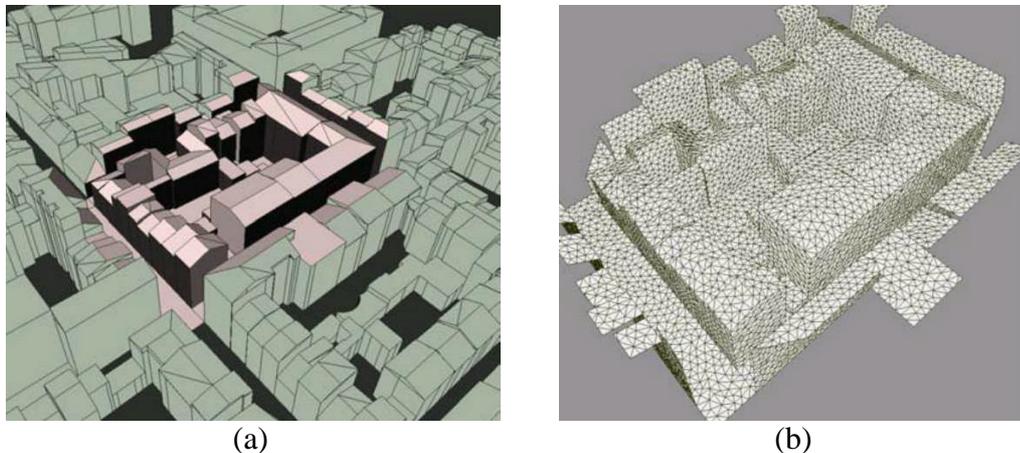


Figure VII. 05 : (a) : un îlot et des rues alentour en Modèle 3D. (b) : Maillage du modèle Solène. Source : (GROLEAU, D et al ; 2003)

VII.2.9. ENVI-met :

C'est l'abréviation d'ENVironmental Meteorology ; c'est un logiciel de 3d pour simuler les interactions microclimatiques de la surface, de la végétation et de l'air de l'environnement urbain. (Voir figure VII.06) Comme il analyse l'impact sur le microclimat et les modifications de l'environnement urbain. Ce modèle microclimatique tridimensionnel était développé par Michael Bruse en 1999 ; institut de géographie à l'université de Bochum en

Allemagne, groupe de recherche en Climatologie. Ce logiciel peut modéliser que le climat d'un quartier (100 m par 100 m jusqu'à : 1 km par 1 km) il n'est pas conçu pour l'échelle d'une ville. (Pinson, L ; 2016) Et Site web : www.envi-met.com.

Et selon SPANGENBERG, J.H; (2004) ce modèle est basé sur l'interaction d'une structure composée de quatre modules :

1. la végétation avec la température des feuillages et les échanges de chaleur sensible et latente
2. l'atmosphère avec la vitesse du vent, la température et l'humidité.
3. le sol se définissant par sa température.
4. la surface comprenant les flux des surfaces horizontales et verticales.

Envi-met / différentes simulations :

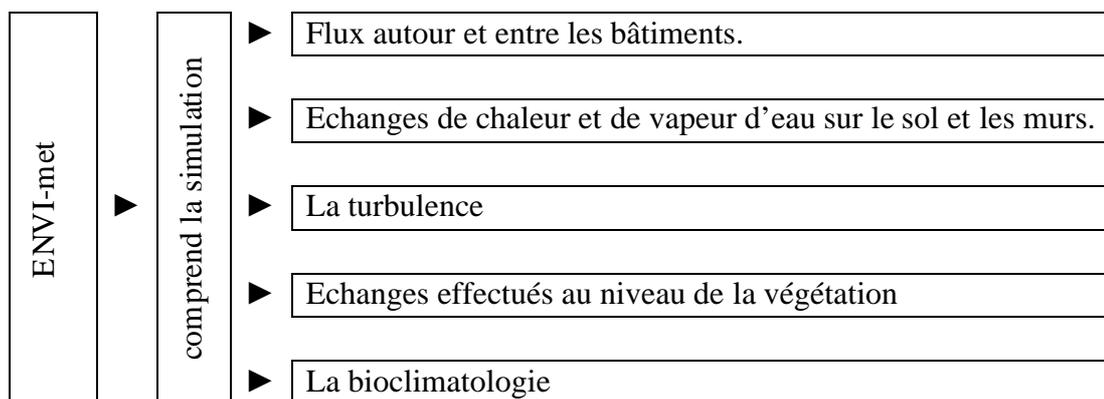


Figure VII. 06 : Schéma de différentes simulations exécutées par envi-met. Source : Pinson, L ; 2016)

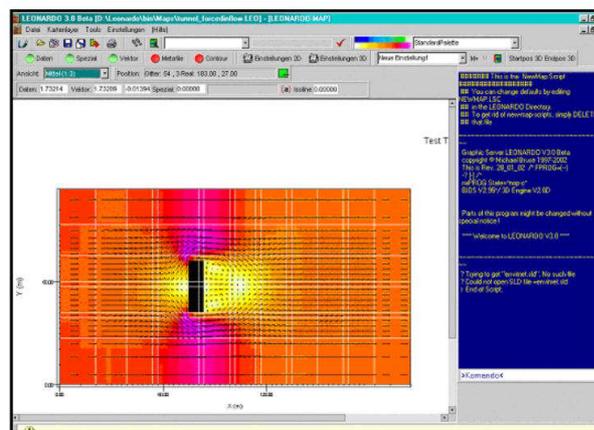


Figure VII. 07 : Exemple de visualisation des résultats du modèle ENVI-met avec le logiciel Leonardo. Source : Pinson, L ; (2016)

VII.2.10. TUF :

C'est l'abréviation de Temperatures of Urban Facets, logiciel en 3d. KRAYENHOFF. E. S et al ; (2007) qui ont développé le modèle TUF-3D pour prévoir les températures de surfaces urbaines selon la géométrie et les propriétés de la surface voulue en plus par n'importe quelle condition climatique et différent angles solaires. (Voir figureVII.08) Comme il permet d'obtenir le bilan d'énergie et il prend en charge tous les phénomènes de rayonnement solaire de conduction et de convection dans l'espace urbain. La scène du TUF est représentée par des cellules cubiques constituant des faces rectangulaires.

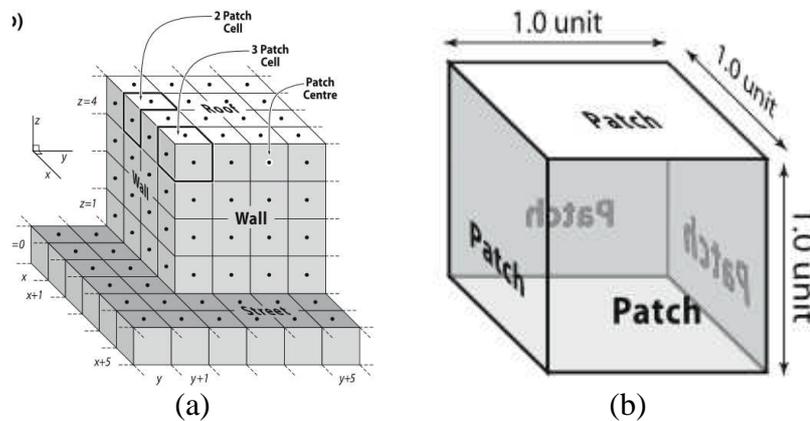


Figure VII. 08 : (a) modèle TUF-3D ; assemblage des cellules rectangulaires (b) modèle TUF-3D ;une cellule. Source: KRAYENHOFF. E. S et al ; (2007)

VII.2.11. SM2-U :

C'est l'abréviation de : Soil Model for submeso-scales Urbanized; il permet de simuler à la fois les échanges thermiques et hydriques. Veut dire, le flux entre les toits et le sol et les murs en plus le flux de chaleur sensible et d'humidité. (Voir figure VII. 09)

Ce modèle comporte deux parties : le bilan hydrique : est définie à travers les termes du bilan thermohydrique, l'évapotranspiration (transpiration des végétaux). Et la seconde : les échanges thermiques : les températures de surfaces. (DUPONT, S ; 2001)

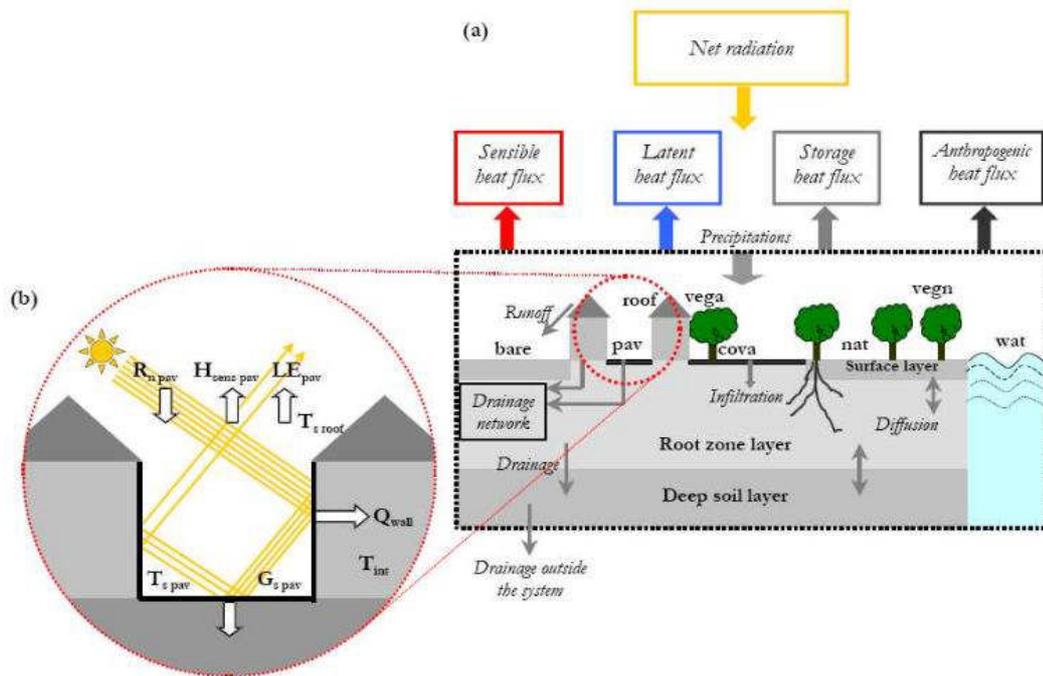


Figure VII. 09 : (a) modèle de bilan d'énergie et hydrique de SM2-U (avec huit (08) types de surface : pav, cova, bare, nat, roof, vega, vegn, wat) et 3 couches de sols. Source : MESTAYER et al ; (2004)Ce qui est en cercle (b), correspond à la prise en compte des effets de la canopée urbaine.

VII.2.12. LUMPS :

C'est l'abréviation de : Local-scale Urban Meteorological Parametrization Scheme ; a été développé par :GRIMMOND, C. S. B et OKET. R en 2002 « *LUMPS est testé sur les données de différents quartiers urbains de 7 villes d'Amérique du Nord.* » (Pinson, L ; 2016)

En effet, ce modèle entre dans le travail de recherche empirique, il est pour l'évaluation du 'bilan énergétique' tout en prenant le rayonnement net comme source d'énergie principale ; en ajoutant les flux anthropiques et les flux de chaleur advectifs.Ce modèle est pour but de déterminer les flux de chaleur au niveau de 'la canopée-atmosphère'.

Il exige '03' données : le rayonnement net, la couverture du sol et les paramètres climatiques standards : la température de l'air, l'humidité, la pression et vitesse du vent.

Comme 'LUMPS' prend en compte une hauteur moyenne de la surface urbaine veut dire la hauteur moyenne des bâtiments.

VII.3. Modèle d'analyse (méthode de travail) :

Pour créer des espaces intérieurs ou extérieurs confortables pour ses usagers il faut suivre les deux règles suivantes d'une part, bénéficier des aspects positifs du climat et d'autre part se protéger de ses aspects négatifs. C'est-à-dire ; protéger les usagers des vents dans les zones froides et protéger les usagers des rayons solaires dans les zones chaudes. (REITER, S ; 2007)

Vu que la ville de Biskra s'insère dans une zone à climat sec et chaud, on s'intéressera par la protection contre les rayons solaires, puisque c'est le facteur le plus influençant dans la hausse de la température de l'air aux espaces extérieurs (espaces publics urbains).

Lors de la simulation on essaiera d'optimiser (améliorer) le confort thermique au niveau des places publiques de la ville de Biskra (villes sectionnées pour l'étude) par l'introduction des arbres. Le contrôle du baissment de la température de l'air sera à travers l'évaluation des indices du confort thermique : la température équivalente physiologique (PET) et le vote moyen prévisible (PMV). En plus, l'évaluation de la température moyenne radiante (T_{mrt}) et la température du sol (T_{sol}). Vu la forte relation entre la hausse de la température de l'air par la température moyenne radiante (T_{mrt}).

MATZARAKIS, A et al ; (2002) dans une recherche sur la ville de Freiburg (Sud Ouest de l'Allemagne) en été de 2001, a révélé la corrélation entre la PET et la T_{air} d'une part et la corrélation entre la PET et la T_{mrt} d'autre part. (Voir figure VII.10 et figure VII.11)

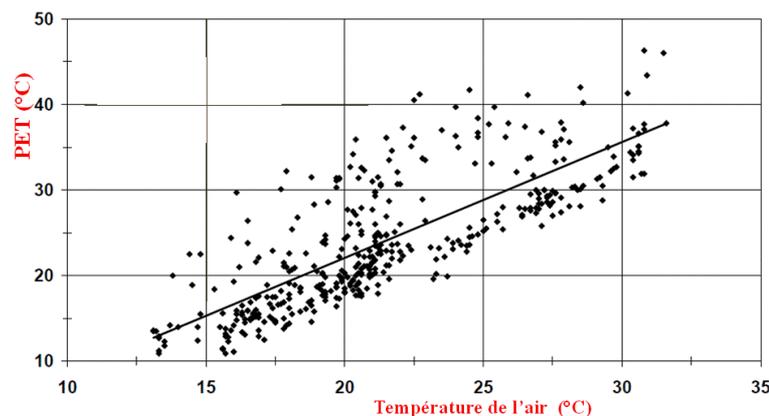


Figure VII.10: Graphe de corrélation de la PET et la T_{air} de la FREIBURG (Sud Ouest de l'Allemagne), journée ensoleillée, 17,18 et 24 juillet 2001. Source : MATZARAKIS, A et al ; (2002)

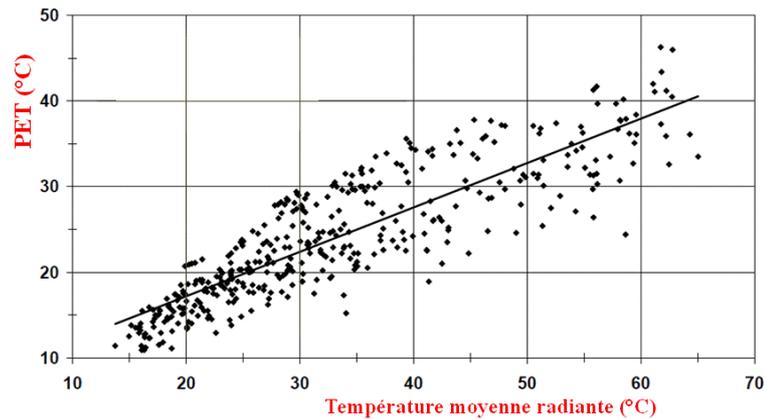


Figure VII.11 : Graphe de corrélation la PET et la T_{mrt} de la FREIBURG (Sud Ouest de l'Allemagne), journée ensoleillée, (17,18 et 24 juillet 2001. Source : MATZARAKIS et al ;(2002) Et MATZARAKIS et al ; (2007)

VII.4. Choix de l'outil de modélisation numérique :

Le choix de l'outil de modélisation numérique c'était sur le modèle 'RayMan' pour sa particularité par rapport aux autres logiciels disponibles et par rapport à notre recherche. (Voir figure VII. 12)

- Répondre aux objectifs de notre recherche.
- Disponible, dont il est téléchargeable gratuitement.
- Rapidité dans le travail, dont il demande que quelques secondes pour établir la simulation.
- Avantages présentés par RayMan : diverses données sous forme de tableaux, graphes ou dessins... etc. relatives au climat, au soleil, à l'ombre des constructions et des arbres.
- Détermination vite et facile des modifications microclimatologiques de différents milieux urbains.
- Simples données d'entrée (input) pour établir une simulation.
- Utiliser et valider par plusieurs recherches depuis l'an 2000 (Voir tableau VII.01 et tableau VII.02) :

Désignations des recherches	chercheurs	Dates
RayMan reference: Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2007: Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Application of the RayMan model.		
Study on the Microclimatic Conditions and Thermal Comfort in an Institutional Campus in Hot Humid Climate	AMIRTHAM Lilly Roseet al	2014
Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece ; Urban Ecosyst	CHARALAMPOPOULOS Ioanniset al	2013

Tableau VII. 01 : diverses recherches ont utilisé et validé le logiciel 'RayMan'.

Assessment of outdoor thermal comfort in urban microclimate in hot arid areas	KHALID Setaih et al	2013
RayMan and SkyHelios Model - Two Tools for Urban Climatology	MATZARAKIS Andreas et al	2012
radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model	MATZARAKIS Andreas et al	2010
Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany; Additional features of the RayMan model	MATZARAKIS Andreas et al	2009
SELECTED EXAMPLES OF BIOCLIMATIC ANALYSIS APPLYING THE PHYSIOLOGICALLY EQUIVALENT TEMPERATURE IN HUNGARY; ACTA CLIMATOLOGICA ET CHOROLOGICA	GULYÁS A et al	2007
Microclimatic variation of thermal comfort in a district of Lisbon (Telheiras) at night	ANDRADE. H et al	2007
Modelling radiation fluxes in simple and complex environments application of the RayMan model	MATZARAKIS A et al	2007
CLIMATE, THERMAL COMFORT AND TOURISM	AMELUNG B et al	2007
RayMan: A TOOL FOR RESEARCH AND EDUCATION IN APPLIED CLIMATOLOGY	MATZARAKIS A et al	2006
Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment modelling and measurements	GULYÁS Á et al	2006
The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka.	JOHANSSON E et al	2006
Modelling the thermal bioclimate in urban areas with the RayMan Model	MATZARAKIS Andreas et al	2006
Thermal bioclimatic conditions and patterns of behavior in an urban park in Goteborg, Sweden	THORSSON Sofia et al	2004
RADIATION AND THERMAL COMFORT	MATZARAKIS A et al	2002
ATMOSPHERIC CONDITIONS AND HUMAN THERMAL COMFORT IN URBAN AREAS	MATZARAKIS .A et al	2000
Part I: Environmental Meteorology, Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning at regional level.	VDI (Verin Deutscher Ingenieure)	1998
A CONTRIBUTION TO THE THERMAL BIOCLIMATE OF HUNGARY MAPPING OF THE PHYSIOLOGICALLY EQUIVALENT TEMPERATURE	MATZARAKIS ANDREAS et al	Undated
VALIDATION OF MODELLED MEAN RADIANT TEMPERATURE WITHIN URBAN STRUCTURES	MATZARAKIS Andreas et al	Undated
MODELLING OF RADIATION FLUXES IN URBAN AREAS AND THEIR RELEVANCE TO THERMAL CONDITIONS OF HUMANS	MATZARAKIS Andreas et al	Undated
APPLICATION OF THE RAYMAN MODEL IN URBAN ENVIRONMENTS	MATZARAKIS Andreas et al	Undated

Tableau VII. 02: suite, diverses recherches ont utilisé et validé le logiciel 'RayMan'.

VII.4.1. Présentation du logiciel de modélisation / simulation : RayMan.

Le modèle 'RayMan' est disponible gratuitement sur le site web : <http://www.mif.uni-freiburg.de/rayman>.

À noter qu'il est compatible avec 'Windows'. Ce logiciel de 3d (veut dire, à structure tridimensionnelle) est bien adapté pour espace urbain à caractère simple ou complexe. MATZARAKIS, A et al; (2002) (Voir figure VII. 12)

Depuis l'an 2000 les responsable de ce logiciel le développe à chaque fois ; version 1.1, 1.2, 1.3 arrivant à RayMan Professionnel.

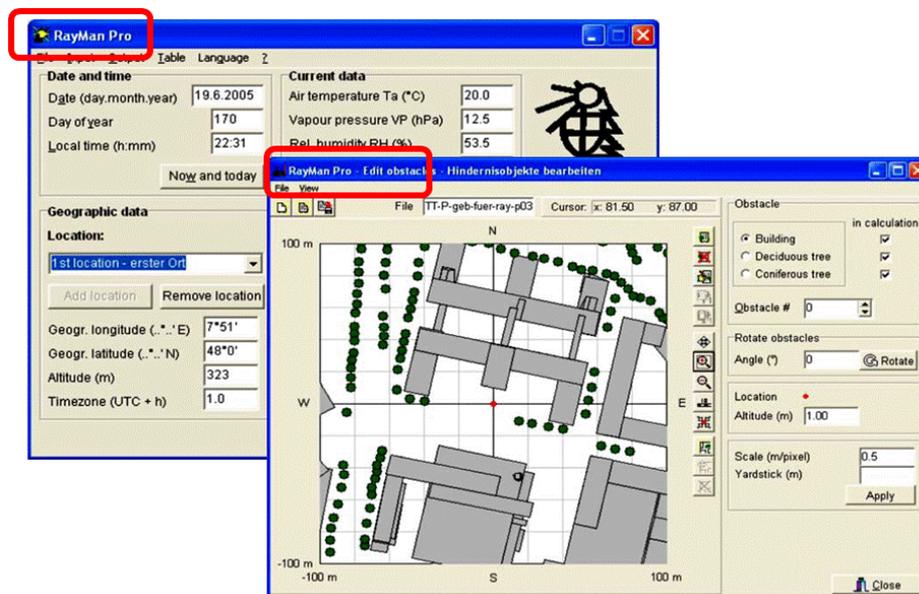


Figure VII. 12 : fenêtre principale du modèle RayMan Pro. Source: MATZARAKIS, A et al ; (2006)

D'après : MAYER. H; (1993) ;VDI (Verin Deutscher Ingenieure) (1998) ; THORSSON et al. (2004); JOHANSSON and EMMANUEL (2006) . MATZARAKIS et al. (2007) L'utilisation des résultats obtenus par le modèle 'RayMan' en sciences appliquées donne énormément d'avantage à ces dernières. Dont il offre de bonne simulation et il est conçu pour calculer :

- Le rayonnement solaire incident sur le corps humain de courte et grande longueur d'onde ; comme il estime le rayonnement solaire global, direct, diffus et réfléchi.
- La température du sol (T_s)
- La température moyenne radiante / mean radiant temperature (T_{mrt}) : pour déterminer cette dernière le logiciel 'RayMan' prend en considération tout type de rayonnement. (Voir figure VII.13)

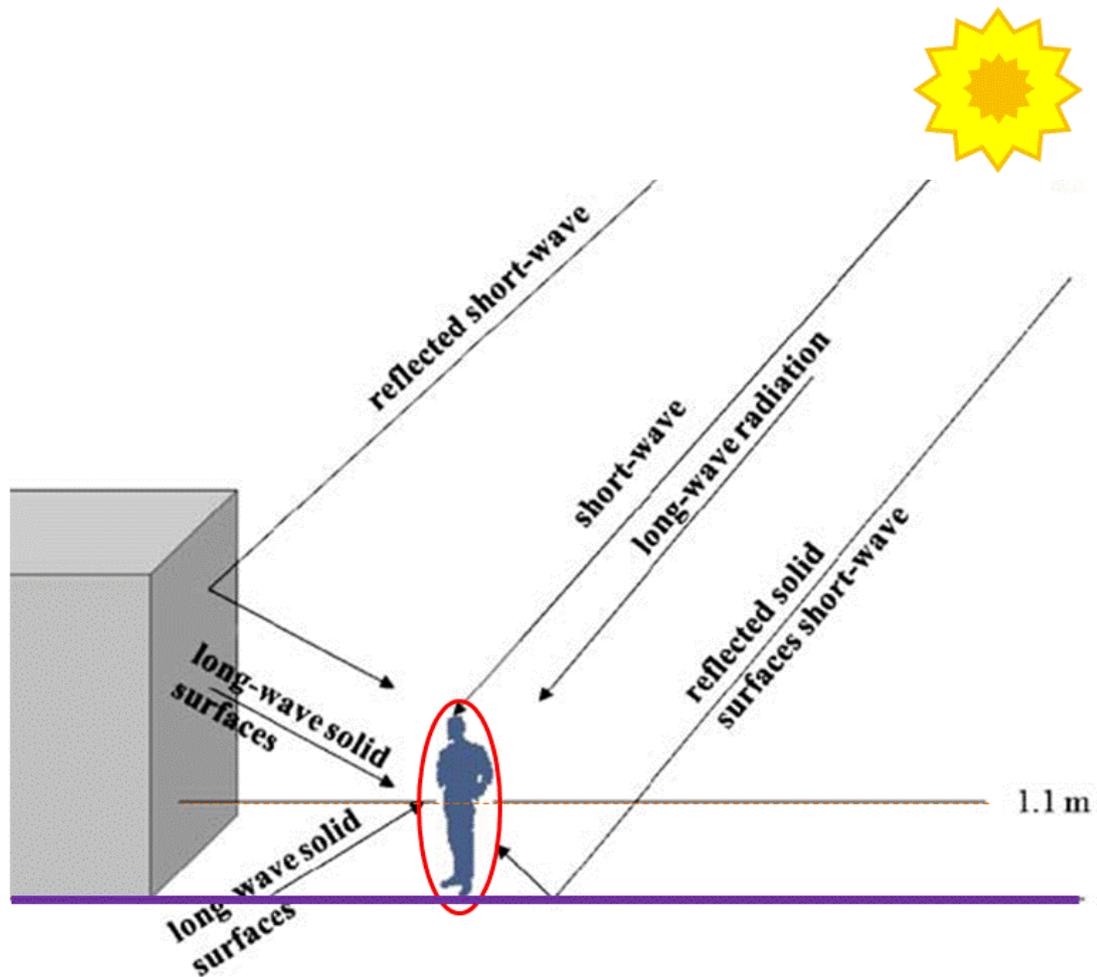


Figure VII. 13 : rayonnement solaire important pour la détermination de la température moyenne radiante (T_{mrt}). Source : MATZARAKIS, A et al ; (2010)

Il à noter que le modèle 'RayMan' a été validé par une recherche expérimentale établie par MATZARAKIS, A et al ;(2010) à la ville de Freiburg en Allemagne, du 16 au 19 juillet 2006. Dont après la corrélation entre la température moyenne radiante³⁰ (T_{mrt}) mesurée et celle simulée par le modèle 'RayMan' il n'y avait pas de différence entre les deux. (Voir figure VII.14)

³⁰ (Rappel) ; Température radiante moyenne (Mean Radiant Temperature, MRT) : est une valeur moyenne des températures des surfaces, solides ou fictives (comme la voûte du ciel), pondérées par des facteurs de forme. Source : NIKOLOPOULOU Marialena ; (2002)

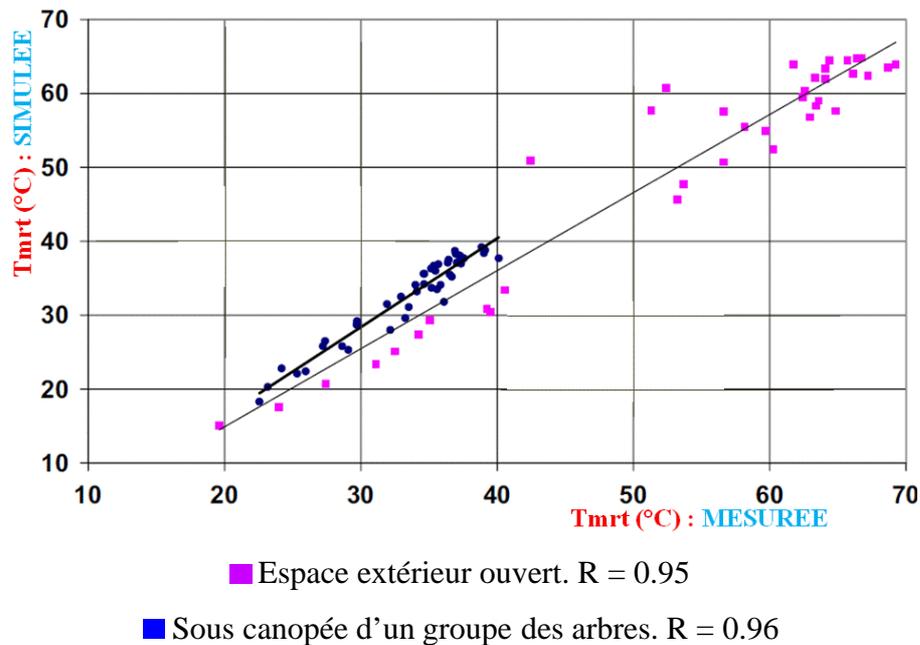


Figure VII. 14 : Graphe de la corrélation entre T_{mrt} mesurée et celle simulée par le modèle 'RayMan'. Recherche établie à la ville de Freiburg / Allemagne, du 16 au 19 juillet 2006.

Source : Matzarakis, A et al ; (2010)

Une deuxième recherche menée par ANDRADE. H et al ;(2007) sur la ville de Lisbonne (Telheiras) en Portugal ; dont ils ont validé le modèle 'RayMan' par la corrélation entre T_{mrt} mesuré et T_{mrt} évaluée par ce dernier.

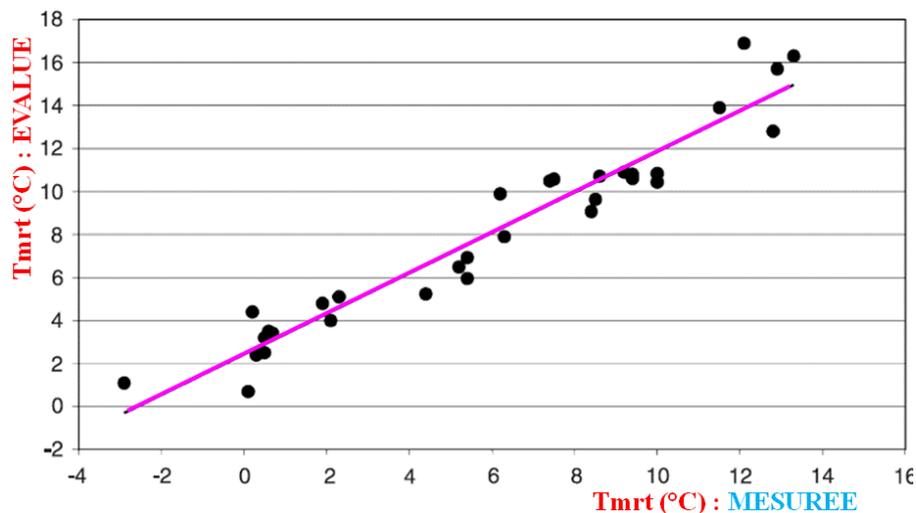


Figure VII. 15 : Graphe de la corrélation entre T_{mrt} mesurée et celle évaluée par le modèle 'RayMan'. Le coefficient $r^2 = 0.9318$. Recherche établie sur la ville de Lisbonne (cité Telheiras) en Portugal. Source : ANDRADE,H et al ; (2007)

Indices du confort thermique : Vote moyen prévisible / Predicted Mean Vote³¹ (PMV), température équivalente physiologique / Physiologically Equivalent Temperature³² (PET) et la température standard effective / standard effective temperature (SET).

VII.4.2. Mode de calcul du modèle 'RayMan' : Pour le calcul de ces paramètres le logiciel 'RayMan' exige des données nécessaires qui ont relation avec le bilan énergétique humain ou bien à son environnement.

- température de l'air (T_{air})
- vitesse de l'air (V_{air})
- l'humidité relative (HR %)
- vapeur pressure (VP)
- température moyenne radiante mesurée

En plus : les données thermo-physiologiques :

- l'habillement.
- et l'activité.

VII.4.3. Principe du travail du modèle RayMan :

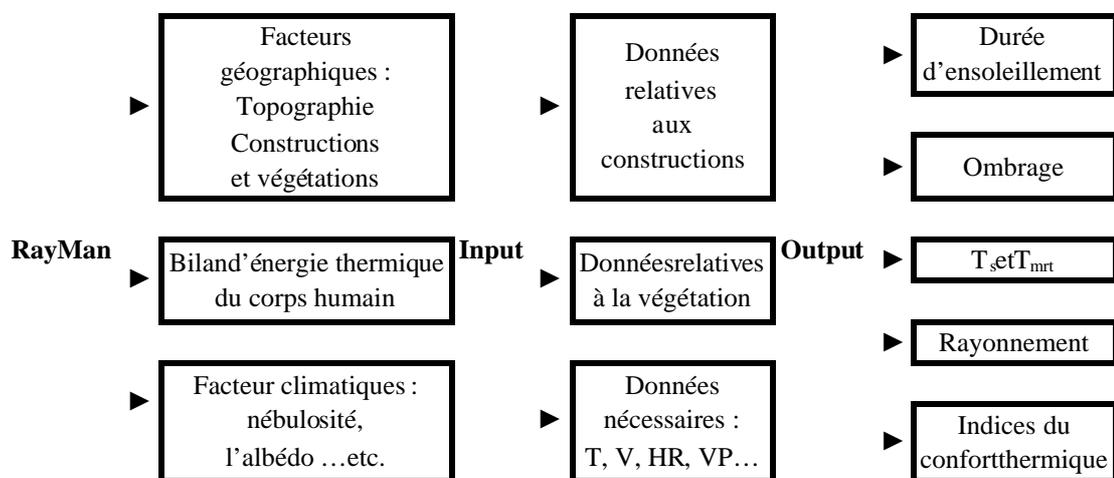


Figure VII.16 : Schéma de la structure de la biométéorologie-humaine du modèle RayMan. Source : MATZARAKIS, A et al ; (2002)

³¹ (Rappel) ; Vote prévisible moyen (*Predicted Mean Vote PMV*) : Indice de sensation thermique, est basé sur des paramètres environnementaux comme la température de l'air, la température radiante moyenne, la vitesse du vent, l'humidité de l'air, ainsi que sur le taux de métabolisme et l'isolation des vêtements. Source : NIKOLOPOULOU, M; (2002)

³²Température physiologique équivalente (Physiological Equivalent Temperature PET) Température de l'air à laquelle, dans un environnement intérieur typique (sans vent ni radiation solaire), le bilan thermique du corps humain s'établit avec les mêmes températures interne et de peau que celles qui prévalent dans les conditions extérieures complexes que l'on évalue. Source : NIKOLOPOULOU, M ; (2002)

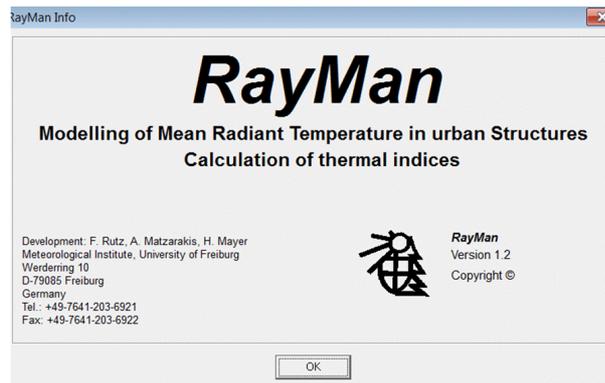


Figure VII. 17: la boîte de démarrage du logiciel : RayMan, elle disparaît automatiquement après 3 secondes du lancement du logiciel.

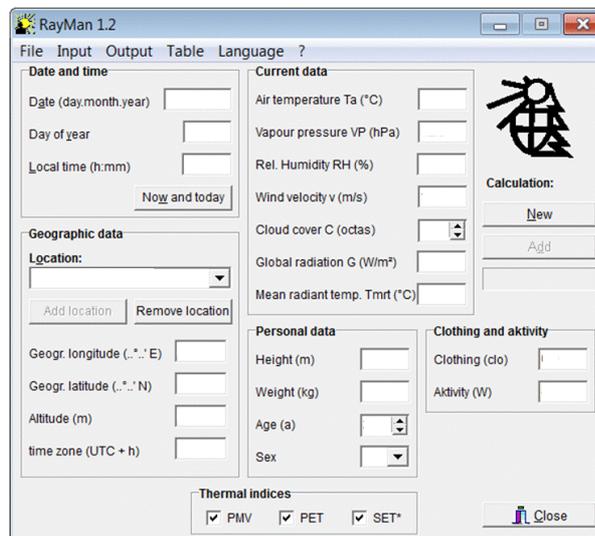


Figure VII. 18 : La fenêtre principale du logiciel RayMan.

Lors du lancement du logiciel RayMan, on commence par saisir les données nécessaires : Date, jour de l'année voulu pour l'étude et l'heure et puis la localisation du terrain, du site ou bien de la ville par coordonnées géographiques : latitude, longitude et l'altitude au niveau de la mer. (Voir figure VII.18)

Ensuite on fait entrer les données personnelles et thermo-physiologiques : poids, hauteur, âge et le sexe et les données relatives à l'habillement et l'activité.

Par la suite on saisi les données météorologiques standards : la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse de l'air et la nébulosité (l'état de ciel couvert). Et les données relatives à la nature du revêtement du sol 'l'albédo'.

Chapitre VII : Modélisations terrains d'étude / Simulations

Le menu 'input' a une colonne qui contient : 'topographie' pour les parties naturelles du site, cette dernière n'est pas encore disponible, 'obstacle' pour faire entrer les constructions et les arbres selon leurs formes géométriques ...etc. (Voir figure VII.19 et figure VII.20)

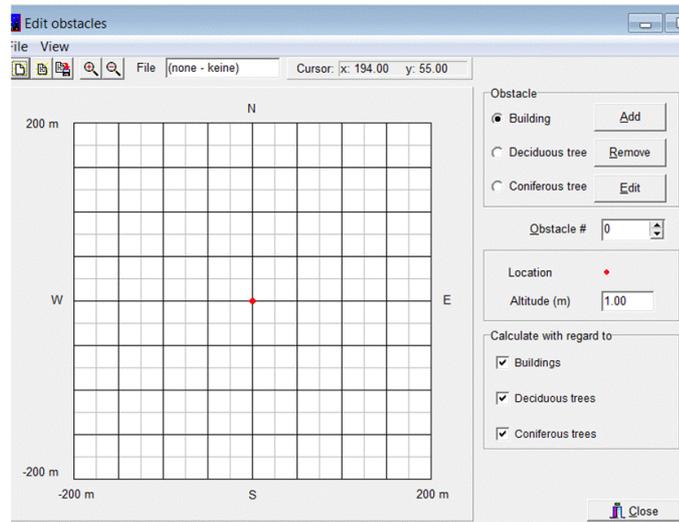


Figure VII. 19 : fenêtre relative au 'Input' constructions et arbres.

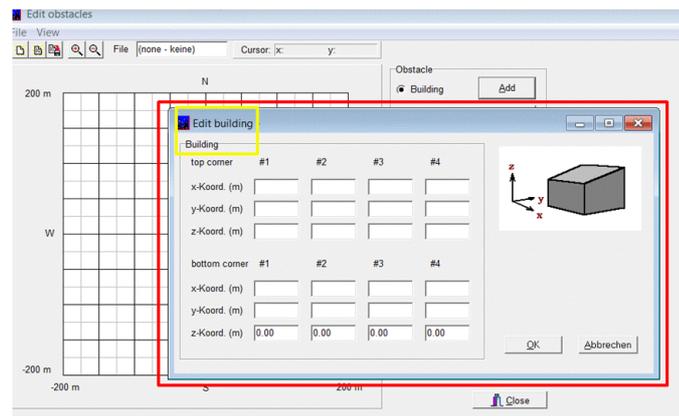


Figure VII. 20: fenêtre pour introduire les constructions. Source : MATZARAKIS, A et al ;(2006)

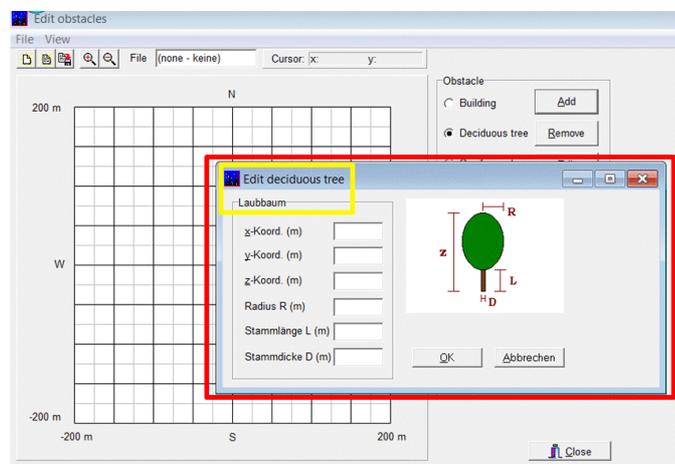


Figure VII. 21 : fenêtre pour introduire les arbres. Source : MATZARAKIS, A et al ;(2006)

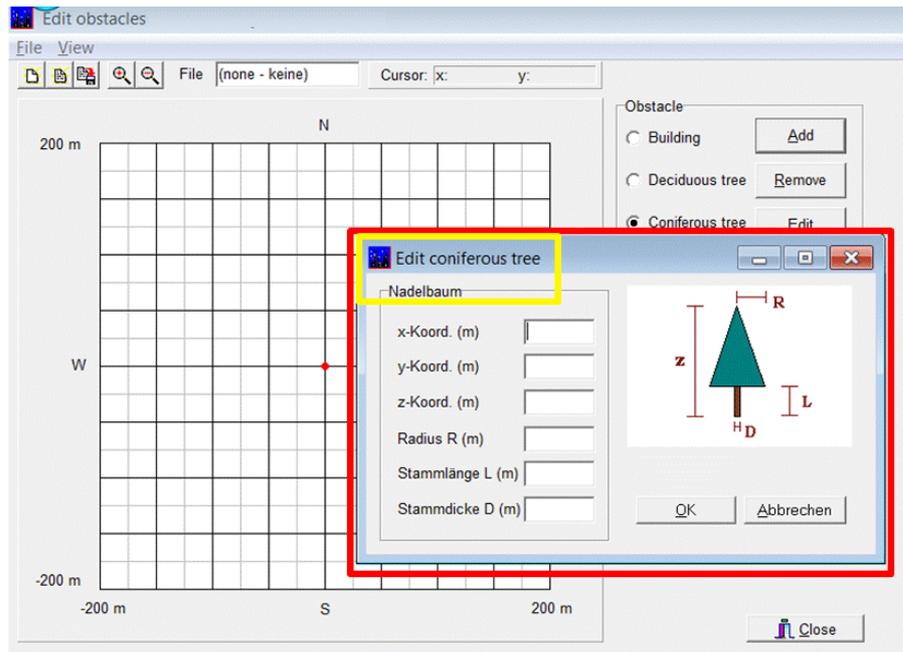


Figure VII. 22 : fenêtre pour introduire les arbres de forme conifère.

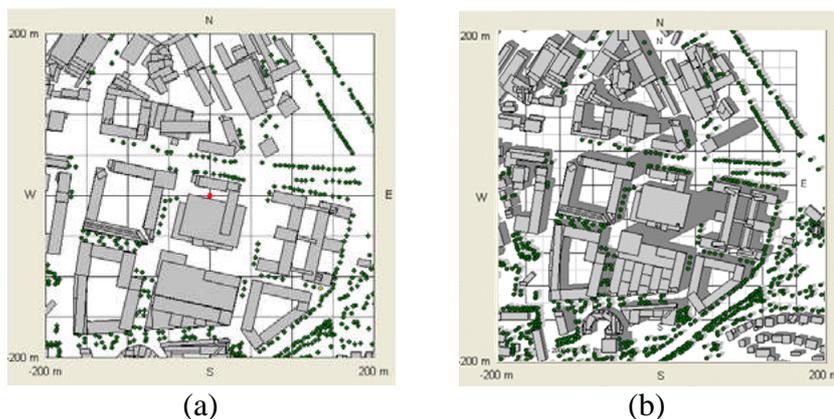


Figure VII. 23 : (a) : exemple d'un site urbain (quartier à Freiburg) modélisé par RayMan.

(b) : exemple d'un site urbain (quartier à Freiburg) modélisé avec ombrage par RayMan. Source: MATZARAKIS, A; (2009)

Le menu 'output' aussi il a une colonne qui contient : diagramme polaire, diagramme cylindrique, tableau des données et les résultats d'une période voulue ; et tableau des données et les résultats d'un jour. (Voir figure VII.24 et figure VII.25)

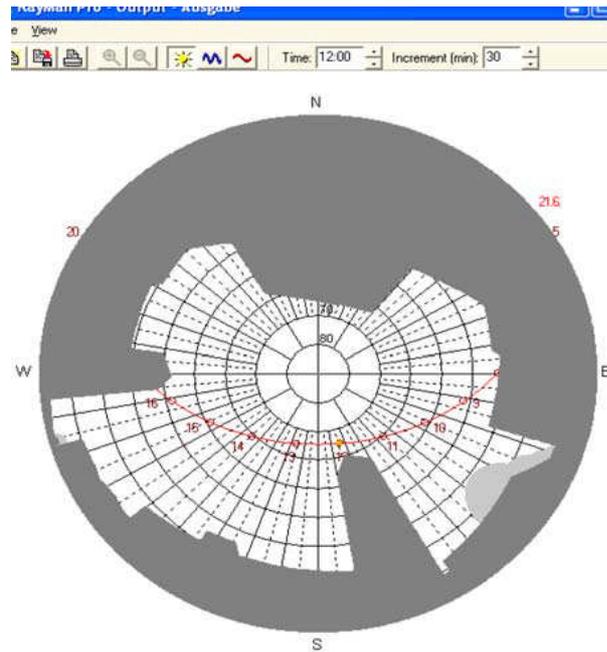


Figure VII. 24 : fenêtre relative au 'Input' diagramme polaire. Exemple : MATZARAKIS A et al ; (2006)

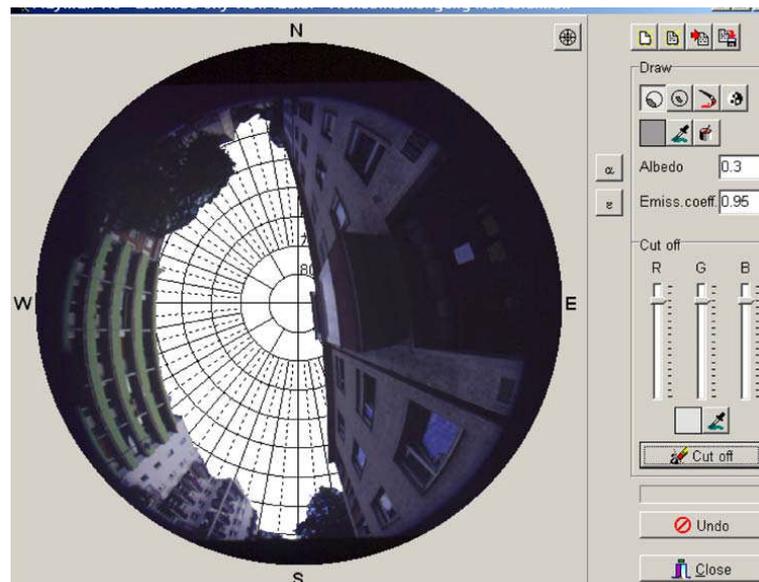


Figure VII. 25 : fenêtre relative au 'Input' dessin et photographie fish eye. Source : MATZARAKIS, A et al; (2007)

Les résultats des éléments calculés par 'RayMan' seront obtenus après les avoir cochés dans le menu 'Table'. se sont : la température moyenne radiante (T_{mrt}), température du sol, rayonnement solaire global, rayonnement solaire direct, rayonnement solaire diffusé. Et les indices du confort thermique : Vote moyen prévisible / Predicted Mean Vote (PMV), Température équivalente physiologique / Physiologically Equivalent Temperature (PET) et la température standard effective cor / standard effective temperature (SET*).

VII.5. Mesures paramètres climatiques in situ :

VII.5.1. Formes des places / Points de mesures :

Places et Formes	Points de mesures	Nature du Sol	Albédo ³³ du sol
Place Ben Badis Forme : Trapézoïdale		Asphalte + Carrelage + Terre nue (peu gazonnée)	Estimé 0.25
Place Hai Istiqlal Forme : Régulière		Asphalte + Carrelage + Terre nue (peu gazonnée)	Estimé 0.25
Place Dhalaa Forme : Régulière		Carrelage + Asphalte	Estimé 0.3
Place El-Houria Forme : Régulière		Carrelage	Estimé 0.45
Place Zouaka Forme : Régulière		Asphalte + Carrelage + Terre nue (peu gazonnée)	Estimé 0.20

Asphalte : 0,05÷0,20 ; Carrelage : 0.4÷0.6 ; Terre nue (peu gazonnée) : 0.15÷0.30

Tableau VII. 02 : Classification des matériaux en trois catégories en fonction de leur albédo. Source: Concevoir des espaces extérieurs en environnement urbain (RUROS/ MANSOURI, O ; (2008)

³³ (Rappel); Albédo: Fraction du rayonnement solaire incident réfléchi par une surface. Source: NIKOLOPOULOU, M ; (2002)

VII.5.2. Classification des matériaux en fonction de leur albédo (Rappel) :

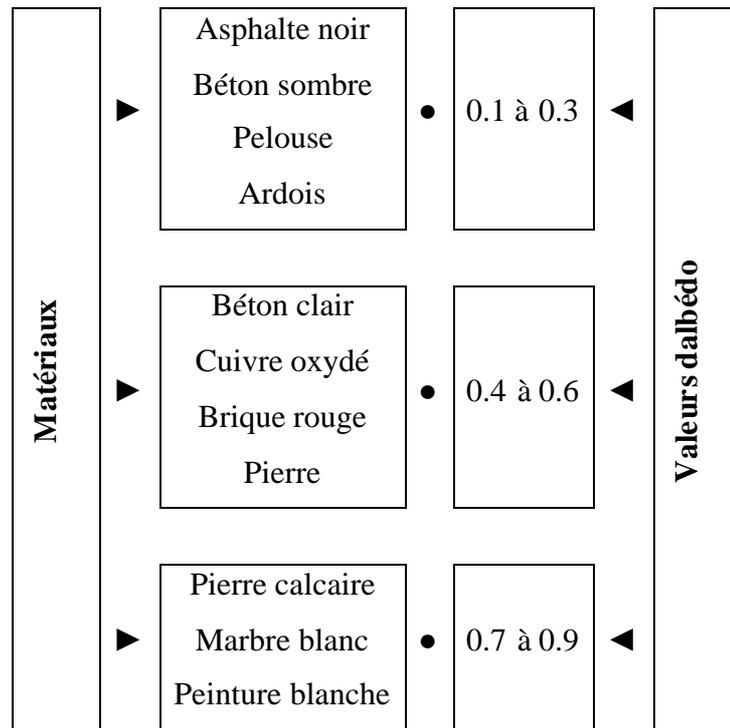


Figure VII. 26 : schéma de classification des matériaux selon leurs 'albédo'. Source: Concevoir des espaces extérieurs en environnement urbain (RUROS). Cité in :MANSOURI, O ; (2008)

VII.5.3. Paramètres climatiques mesurés :

Il s'agit dans cette campagne de mesurer les facteurs climatiques ayant une incidence sur le confort thermique, en plus nécessaires pour la simulation.

- Température de l'air : elle est relative à l'air comme son nom l'indique. On va la comparer avec celle de la station météorologique de Biskra et l'utiliser dans la simulation.
- Humidité relative.
- vitesse de l'air.

VII.6. Instrument de mesures :

VII.6.1. Description de l'instrument :

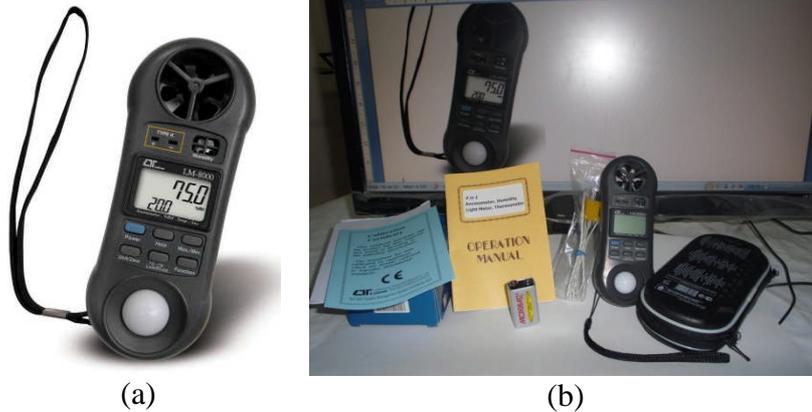


Figure VII. 27 : (a) et (b) Appareil de mesure LM 8000A. Source : l'auteur.

LUTRON ELECTRONIC LM 8000 (ISO-9001, CE, IEC1010) ; c'est un Appareil de mesure multifonctionnel 4 en 1 : anémomètre, hygromètre, luxmètre et thermomètre à thermocouple.

- Dimensions: 156 x 60 x 33mm
- Poids : 160 g.
- Entrée de température a thermocouple (Unités de température : °C/°F commutable)
- Capteur d'humidité de capacité a film mince.
- Maintien des données, mémorisation des valeurs (max/min)
- Filtreur a photodiode correcteur de couleur.
- Unités de vitesse de l'air m/s.
- Comprend la pile (alimentation d'une pile de 9V)

Accessoires optionnels :

- Etui de transport souple.
- Sonde de surface.

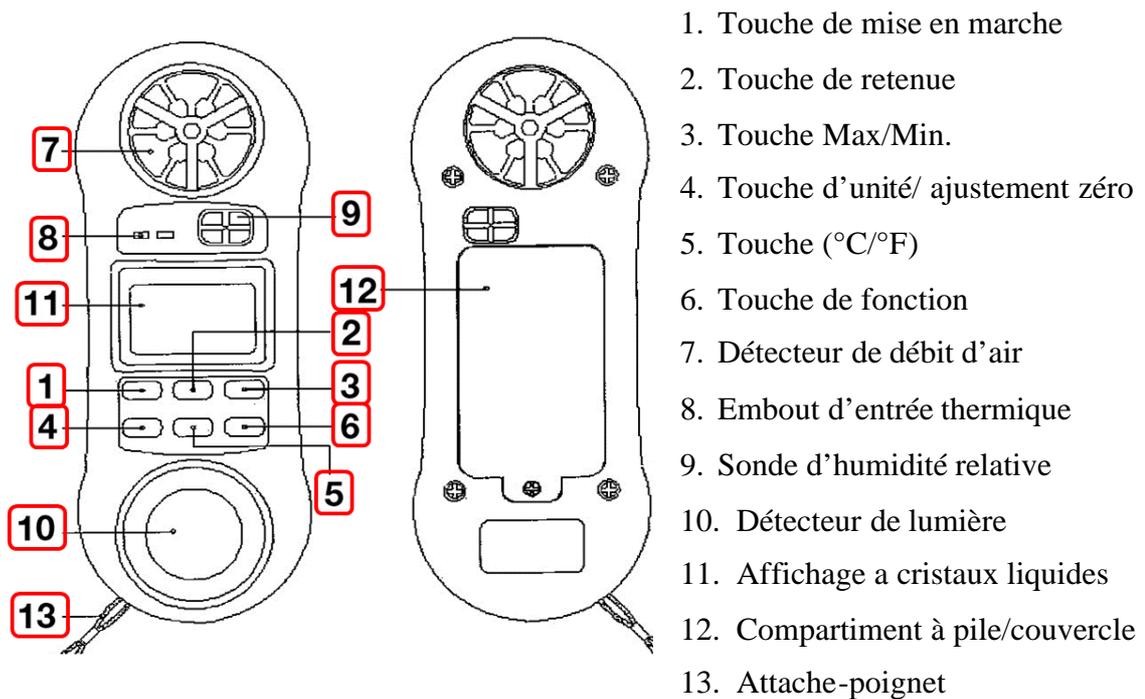


Figure VII. 28 : Descriptions de l'instrument. Source: site web:

<https://www.adminstrumentengineering.com.au/files/product/pdf/Lutron>

	Gamme	Résolution	Précision
Température de l'air	32 à 122°F	0.1°F	± 1% lecture + 2°F
	0 à 50°C	0.1°C	± 1% lecture + 1°C
Vitesse de l'air	0.4 à 30.0 m/s	0.1 m/s	≤ 20 m/s ; ± 3% pleine échelle > 20 m/s ; ± 4% pleine échelle
L'Humidité	10 à 95 %HR	0.1 % HR	< 70% HR ; ± 4 % ≥70% HR ; ± 4% lecture + 1.2 %
Luxmètre	0 à 2,200 Lux	1 Lux	± 5% lecture ± 8 chiffres
	1,800 à 20,000 Lux	10 Lux	

Figure VII. 29 : Schéma de spécificité de l'instrument. Source: site web:

<https://www.adminstrumentengineering.com.au/files/product/pdf/Lutron>

VII.7. Méthodologie et déroulement des campagnes de mesures :

La méthodologie consiste, sur une série de mesures physiques des paramètres climatiques : la température de l'air, l'humidité relative de l'air, la vitesse du vent (de l'air) et la couverture du ciel ; veut dire l'effet thermique ; hygrométrique et aérodynamique, qui affectent directement l'espace extérieur étudié (les places publiques de la ville de Biskra).

VII.7.1. Journées et moments de prises des mesures :

Lundi 14 juillet 2014 ; c'était une journée chaude ; Chaque place publique de la ville de Biskra, lui fera huit (8) mesures ; veut dire, chaque deux heures à partir de 6 h a.m. à 8 h p.m. de cette manière on couvrirait toute les situations.

- Au lever du soleil : avant tous gains thermiques.
- Le matin : début et l'évolution des gains ; la température étant en phase d'augmentation.
- À la mi-journée : quand le soleil est au zénith.
- L'après midi : un maximum de la chaleur emmagasinée ; la température maximale.
- Au coucher du soleil.

VII.7.2. Déroulement des campagnes de mesures :

On était obligé de faire les mesures dans les délais les plus rapides ; vu la distance entre les places choisies pour la simulation. La distance à parcourir de la place Ben Badis, place Hai Istiqlal, place Dhalaa, place El-Houria, et place Zouaka est environ 3200 m. (Voir figure VII. 30 et figure VII. 31) On a utilisait la voiture comme moyen de transport. La durée du parcours était environ 40 minutes. La durée d'une prise de données climatiques nécessite 3 minutes (c'est le temps que les données : température, humidité et la vitesse de l'air affichées sur l'écran de l'appareil de mesure se stabilises).

VII.7.3. Parcours des mesures microclimatiques urbaines :

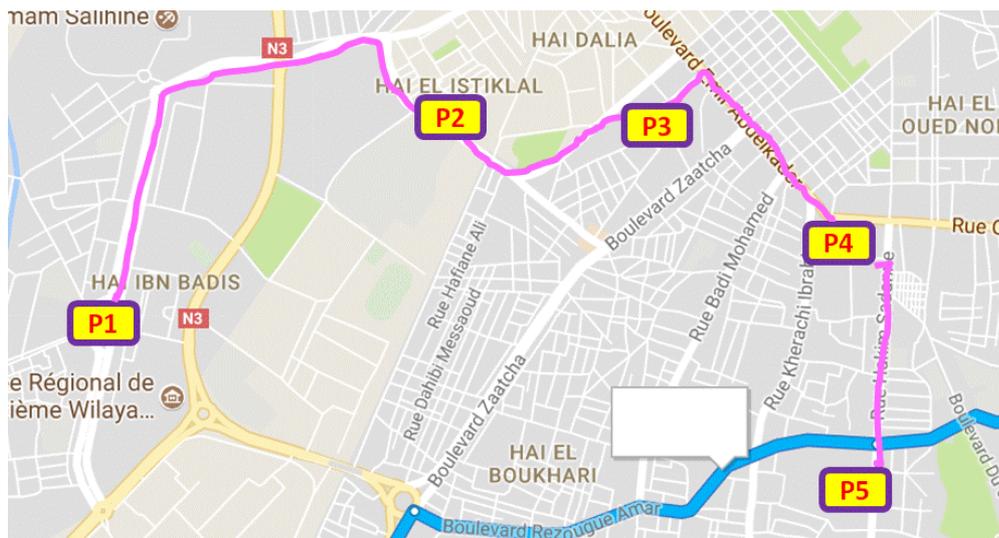


Figure VII. 30 : Carte des points de mesures par rapport au parcours des places ;ville de Biskra. Source : Google Earth.

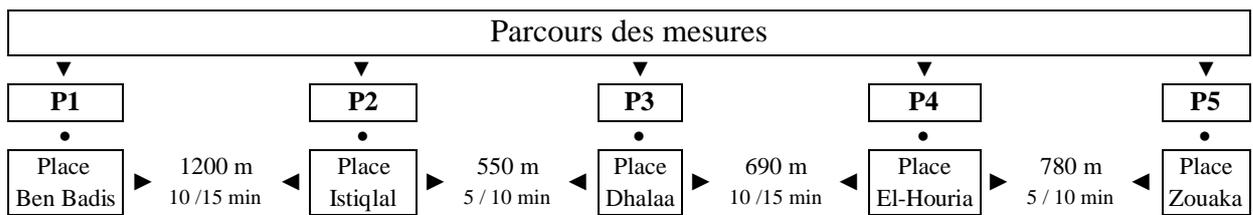


Figure VII. 31 : Schéma du parcours des mesures / distances et durées.

A noter que les mesures faites sur site chaque deux heures de la journée du 14/07/2014, s'étaient mentionnées dans un tableau (une grille) ainsi d'autres données. (Voir annexe A)

VII.8. Interprétation graphiques des campagnes de mesures :

Le lundi : 14 / 07 /2014, c'était un jour avec un ciel clair et dégagé et une vitesse de l'air faible. Les mesures ont commencé environ 6 h a.m. et se sont terminées environ 8 h p.m. et presque toutes les situations de la journée étaient couvertes par une mesure.

- Au lever du soleil : avant tous gains thermiques.
- Le matin : début et l'évolution des gains ; la température étant en phase d'augmentation.
- À la mi-journée : quand le soleil est au zénith.
- L'après-midi : un maximum de la chaleur emmagasinée ; la température maximale.
- Au coucher du soleil.

L'évaluation des mesures sera fait par une comparaison avec celles relevées par la station météorologiques³⁴ de Biskra ; à noter que cette dernière se trouve dans un terrain nu (veut dire, non urbanisé).

VII.8.1. Place Ben Badis / Biskra :

- **Température de l'air :**

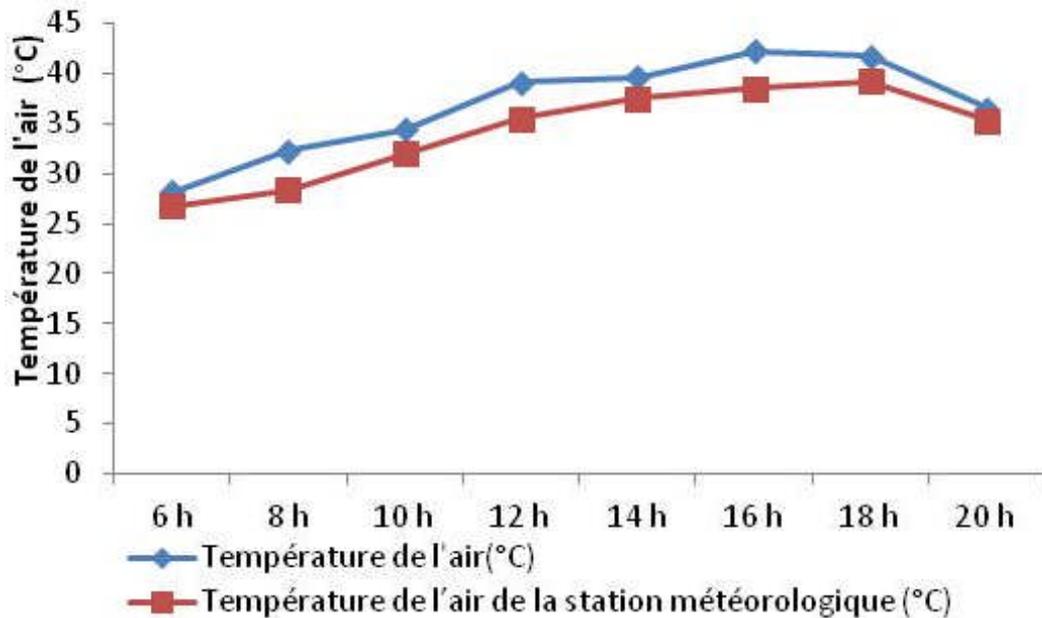


Figure VII. 32: graphe de la température de l'air, place publique Ben Badis / Biskra.

Au niveau de la place Ben Badis / Biskra, (Voir figure VII. 32) la température évoluait au cours de la journée, dont elle commençait par 28.2 °C le matin vers 6 h, une différence de +1.4 °C avec celle de la station, alors elle atteignait son maximum 42.2 °C à 4 h p.m. avec une différence de +3.7 °C notée par la station et puis une légère baisse à 8 h p.m. arrivant à 36.5 °C avec une différence de +1.2 °C avec la température enregistrée à la station métrologique de Biskra. Toutes les mesures enregistrées à la place Ben Badis dépassaient les températures enregistrées par la station pendant toutes la journée.

³⁴ Données climatiques de la station météorologiques de Biskra ; Source : Maatallah, A ; (2015)

• L'humidité relative :

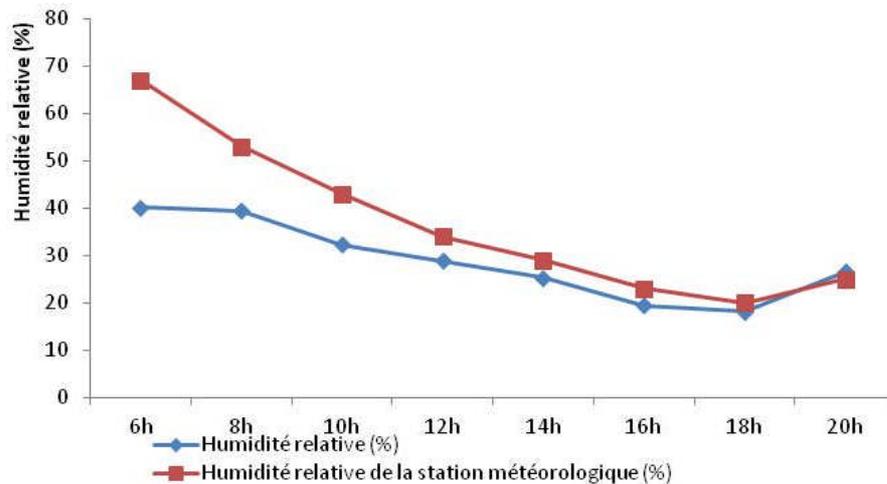


Figure VII. 33 : graphe de l'humidité relative, place publique Ben Badis / Biskra.

La variabilité de l'humidité relative est faible sur l'ensemble des données de la place Ben Badis, où l'évolution de l'humidité relative au cours de journée représentative d'été à la place Ben Badis / Biskra, démontre une diminution de cette dernière, d'une valeur maximale de 40.1 % au lever du jour, veut dire à 6 h a.m. et une valeur minimale de 18.1 % enregistré à 6 h p.m.

En les comparants avec celles enregistrées par la station météorologique de Biskra on a 67 % à 6 h a.m. et 20 % à 6 p.m. après cette heure elle augmente un petit peu ou elle enregistre 25 % à 8 h p.m. on ne touche pas une différence importante entre les mesures relevées à la place et celles de la station sauf le matin une différence de 26.9 %.

• Vitesse de l'air :

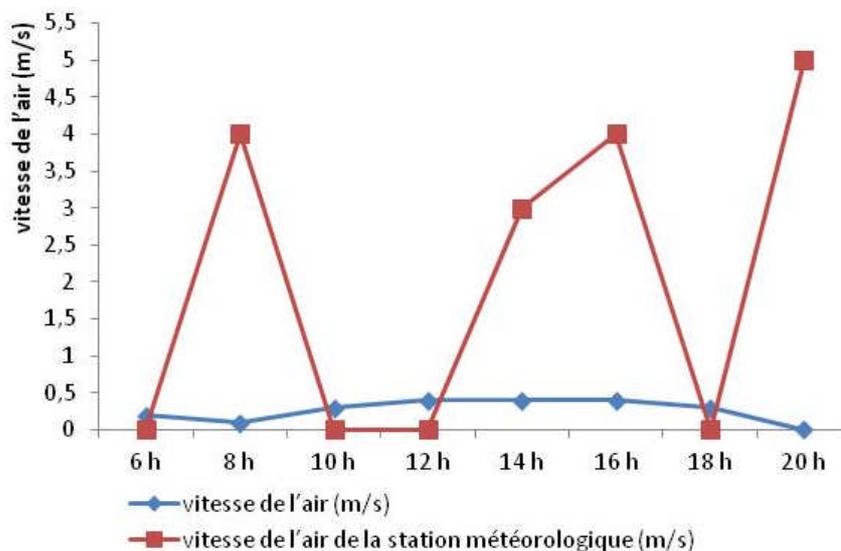


Figure VII. 34 : graphe de la vitesse de l'air, place publique Ben Badis / Biskra.

À propos la vitesse de l'air dans cette place, elle est faible dans sa globalité ; (Voir figure VII. 34) la valeur maximale c'était le matin, on enregistre 0.4 m/s à midi et à 2 p.m. par contre la vitesse minimale elle était de 0.2 m/s le matin, c'est-à-dire à 6 h a.m. et à 8 h p.m. où enregistrerait 0 m/s. par la station de la météo la différence était grande, 4 m/s à 4 p.m. et 5 m/s à 8 p.m. On note une réduction remarquable dans la vitesse de l'air au niveau de la place et cela par rapport au lieu de la station de la météo, vu que la place loin des vents dominants.

VII.8.2. Place Hai Istiqlal / Biskra :

- **Température de l'air :**

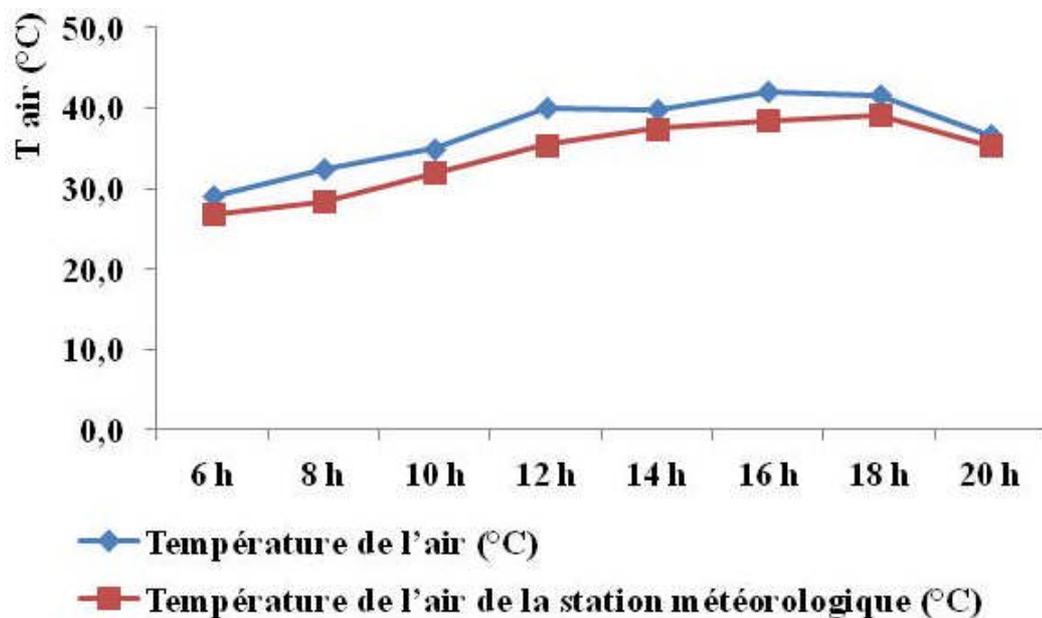


Figure VII. 35 : graphe la température de l'air, place publique Hai Istiqlal / Biskra.

Les valeurs des températures de l'air mesurées à la place Hai Istiqlal / Biskra, (Voir figure VII.35) sont plus hautes que celles enregistrées à la station météorologique de Biskra, déjà mentionné en haut que cette dernière, se situe dans un site ouvert. Les températures de l'air commencent par 29.1 °C le matin vers 6 h, avec un écart de +2.3 °C avec celle de la station, après elles atteignent son maximum 42.1 °C à 4 h p.m. avec une différence de + 3.6 °C notée toujours à la station ; et puis une légère baisse à 8 h p.m. enregistrant 36.7 °C avec une différence de +1.4 °C, on la comparant avec la température de la station à la même heure. Notons bien que les valeurs des températures de la station de la météo s'étaient inférieures de toutes les températures relevées à la place publique Hai Istiqlal / Biskra.

• L'humidité relative :

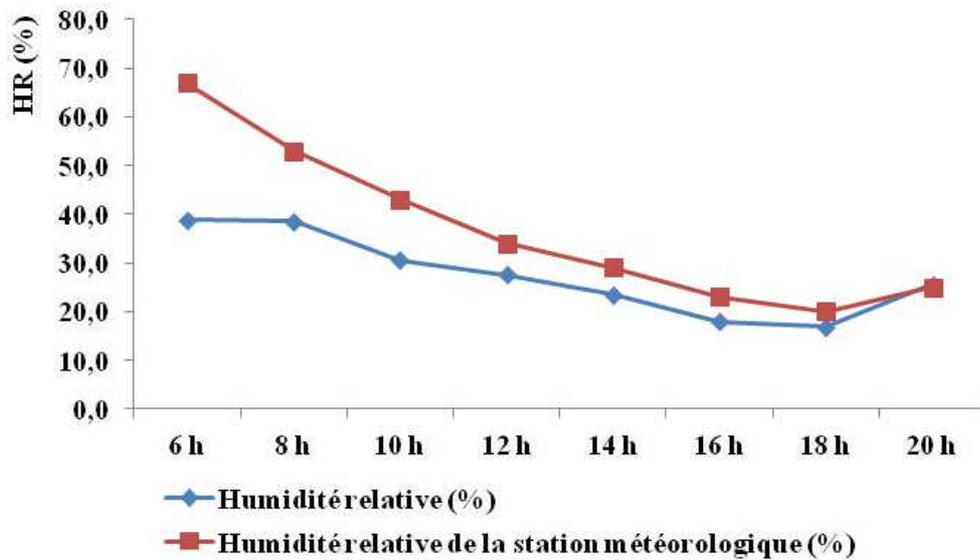


Figure VII. 36 : graphe de l'humidité relative, place publique Hai Istiqlal / Biskra.

Au niveau de la station météorologique de Biskra, l'ampleur de l'humidité relative est plus élevée par rapport à l'humidité relative mesurée à la place publique Hai Istiqlal / Biskra. (Voir figure VII. 36) Et cela presque toute la journée à moins qu'à partir de : 6 h p.m. où on touche les mêmes données. On note 38,8 % à 6 h a.m. et en contrepartie à la station 67 % et puis elle diminuait jusqu'arrivant 16,8 % à 6 h p.m. ensuite elle augmentait un petit peu, environ 25,6 % à 8 h p.m. la différence entre le taux d'humidité relative enregistrée par la station et l'autre mesurée à la place varie de 28,2 % à 6 h a.m. jusqu'au 0,6 % à 8 h p.m.

• Vitesse de l'air :

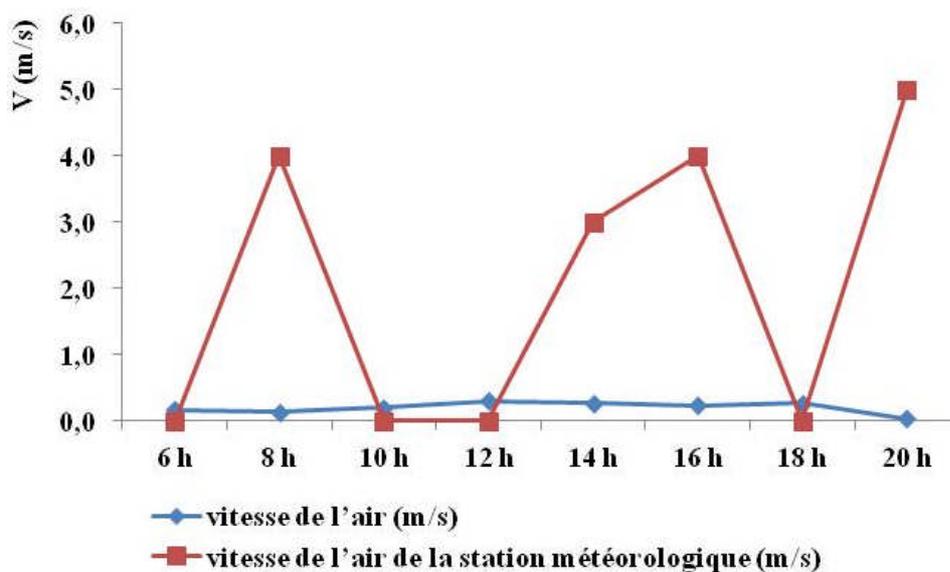


Figure VII. 37 : graphe de la vitesse de l'air, place publique Hai Istiqlal / Biskra.

Ce qui concerne la vitesse de l'air à cette place, elle est faible par rapport à celle enregistrée par la station. (Voir figure VII.37) L'écart est très grand entre les vitesses enregistrées

au niveau de la station et celles mesurées à la place.

Les valeurs s'étaient presque stables entre 0 et 0.3 m/s pendant toute la journée. Par contre à la station la vitesse de l'air varie de 0 m/s à 6 h a.m. et de 4 à 4 h p.m. et de 5 m/s à 8 h p.m.

VII.8.3. Place Dhalaa / Biskra :

- **Température de l'air :**

À cette place, la température de l'air commence par 29.1°C le matin vers 6 h, avec une différence de +2.3 °C avec celle de la station de la météo, après elle atteint son maximum 40.1 °C à midi, une différence de +4.6 °C avec celle de la station et puis une baisse à 8 h p.m. marquant 36.8 °C, soit une différence de +1.5 °C avec la température enregistrée par la station météorologique de Biskra. Toutes les mesures enregistrées à la place Dhalaa dépassent les températures enregistrées à la station pendant toute la journée. (Voir figure VII.38)

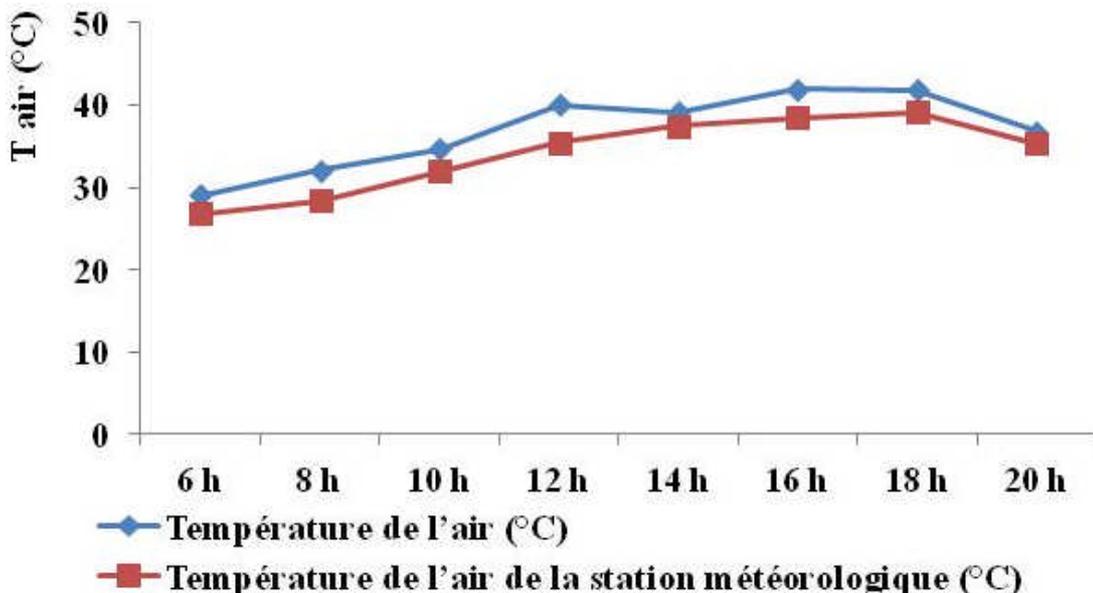


Figure VII.38 : graphe de la température de l'air, place publique Dhalaa / Biskra.

• L'humidité relative :

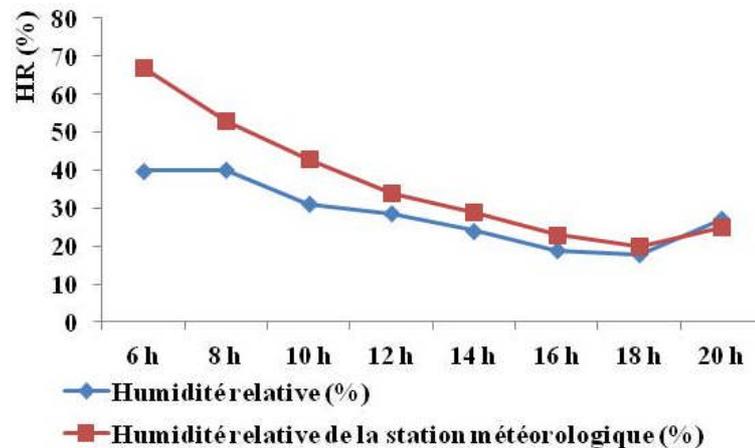


Figure VII. 39 : graphe de l'humidité relative, place publique Dhalaa / Biskra.

L'évolution de l'humidité relative était faible sur l'ensemble de la place Dhalaa, où elle diminuait au cours de la journée ; d'une valeur maximale de 40.1 % à 8 h a.m. et une valeur minimale de 17.9 % enregistré à 6 h p.m. (Voir figure VII.39) En les comparant bien sûr avec celles enregistrées par la station météorologique de Biskra, on a 53 % à 8 h a.m. et 25 % à 6 h p.m. après cette heure on observe une augmentation dans le taux d'humidité, 27.1 % à 8 h p.m. la différence entre les mesures relevées à la place et celles de la station était tangible à 6 h a.m où on note 27.2 % et le reste de la journée presque semblable.

• Vitesse de l'air :

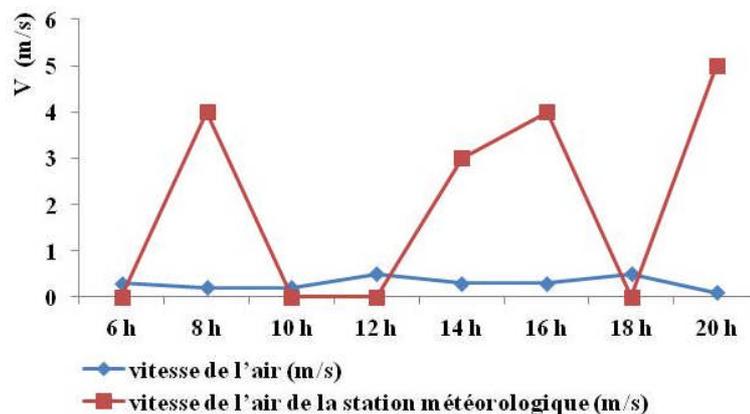


Figure VII. 40 : graphe de la vitesse de l'air, place publique Dhalaa / Biskra.

Concernant la vitesse de l'air au niveau de cette place, en général elle est faible ; (Voir figure VII.40) la valeur maximale le matin, on enregistre 0.5 m/s à midi et à midi par contre la vitesse minimale elle était de 0.1 m/s le soir, c'est à dire à 8 h p.m. où enregistre 5 m/s. par la station de la météo dont on note une grande différence. Une réduction remarquable dans la vitesse de l'air au niveau de cette place.

VII.8.4. Place El-Houria / Biskra :

- Température de l'air :

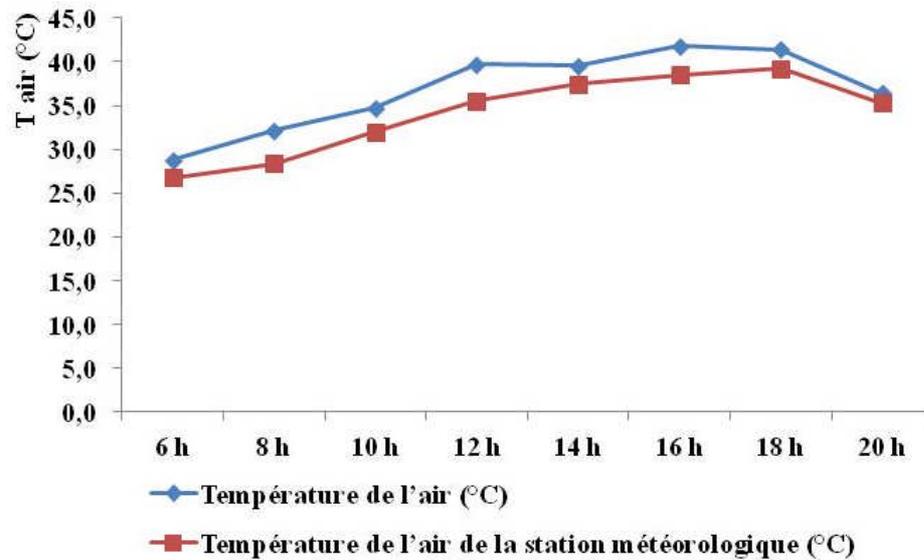


Figure VII. 41 : graphe de la température de l'air, place publique El-Houria / Biskra.

La température de l'air à la place El-Houria / Biskra, commençait par 28.8 °C le matin vers 6 h a.m. à la même heure, on note 26.8 °C à la station de la météo, une différence de +2 °C ; elle atteint son maximum 41.8 °C vers 4 p.m. ce qui fait une différence de +3.3 °C avec celle de la station et puis elle baissait jusqu'à 36.4 °C à 8 h p.m. marquant par la station 35.3 °C soit une différence de +1.1 °C. Toutes les mesures enregistrées à la place El-Houria / Biskra, dépassaient les températures enregistrées à la station pendant ce jour.

- L'humidité relative :

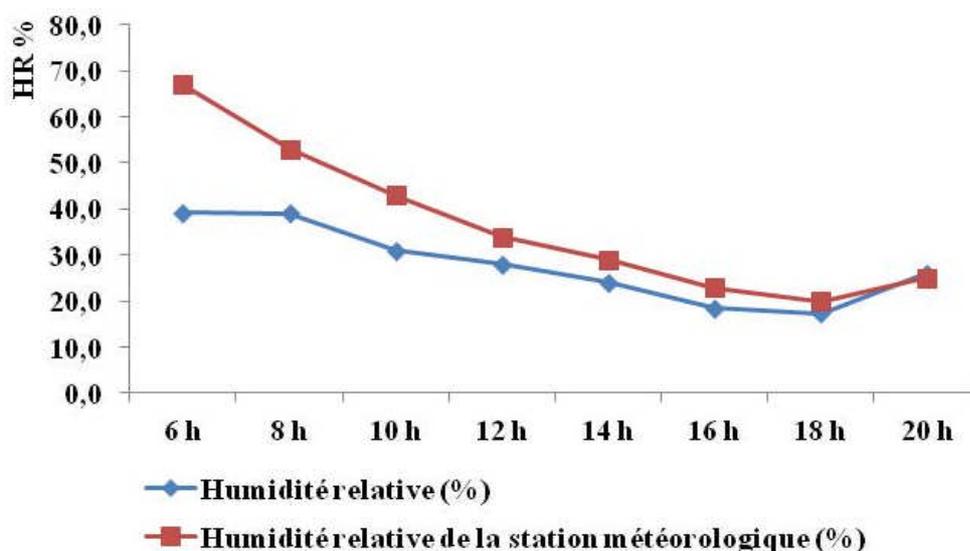


Figure VII. 42 : graphe de l'humidité relative, place publique El-Houria / Biskra.

L'évolution de l'humidité relative de la place El-Houria / Biskra, était faible dans sa globalité ; et elle diminuait du matin au soir, d'une valeur maximale de 39.3 % à 6 h a.m. et une valeur minimale de 17.3 % enregistrée à 6 h p.m. par contre à la station météorologique de Biskra, on avait un taux d'humidité de 67 % à 6 h a.m. et 20% à 6 p.m. après le coucher du soleil, une légère augmentation dont on enregistrait 25% à 8 h p.m.

- **Vitesse de l'air :**

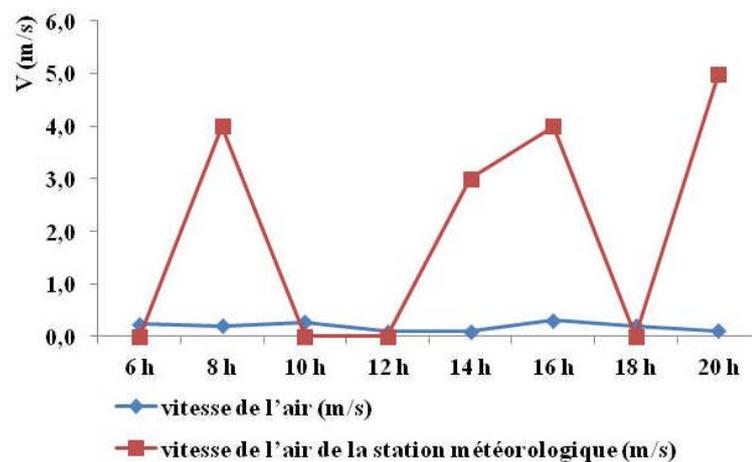


Figure VII. 43 : graphe de la vitesse de l'air, place publique El-Houria / Biskra.

Alors, la vitesse de l'air au niveau de la place El-Houria / Biskra, elle était faible ; la valeur maximale enregistrée à 4 h p.m. d'une vitesse de 0.3 m/s ; la vitesse minimale était de 0.1 m/s à midi et le soir, c'est-à-dire à 8 h p.m. comme à cette heure-ci, on marquait 5 m/s. par la station de la météo dont on note une grande différence par rapport à celle de la place.

VII.8.5. Place publique Zouaka / Biskra :

- **Température de l'air :**

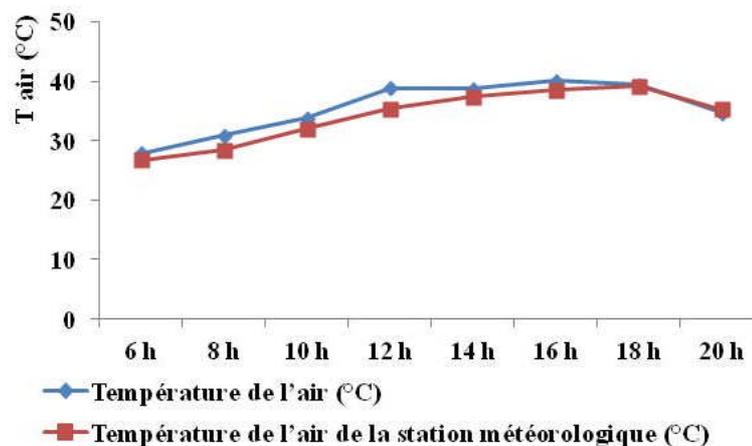


Figure VII. 44 : graphe de la température de l'air, place publique Zouaka / Biskra.

Le graphe ci-dessus (Voir figure VII.44) indique que les températures de l'air s'étaient importantes durant toute la journée, avec un maximum de 40.1 °C à 4 h p.m. quant à la minimal, mesurait 27.9 °C à 6 h a.m. les valeurs enregistrées par la station étaient 38.5 °C à 4 h p.m. et 26.8 °C à 6 h a.m. ; dont on note une différence de 1.1 °C à cette heure-ci et 1.6 °C à 4 h p.m.

- **L'humidité relative:**

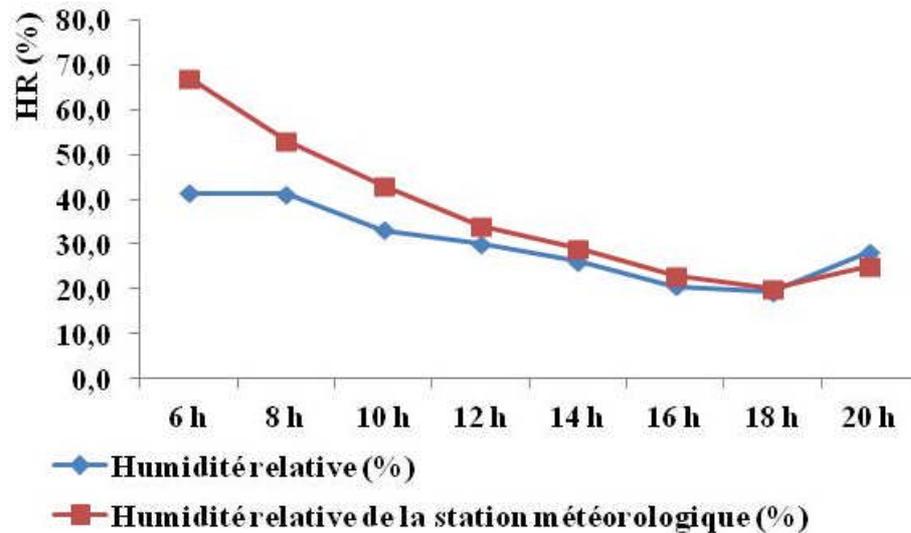


Figure VII. 45 : graphe de l'humidité relative, place publique Zouaka / Biskra.

L'humidité relative à la place Zouaka / Biskra varie de 41.5 % à 6 h a.m. jusqu'à 28.3 % à 8 h p.m. passant par le taux le plus faible de cette journée 19.5 % à 6 h p.m. par contre des écarts observés par rapport aux valeurs enregistrées par la station dont on note un écart en plus de 25.6 % à 6 h a.m. et 0.5 à 8 h p.m.

- **Vitesse de l'air :**

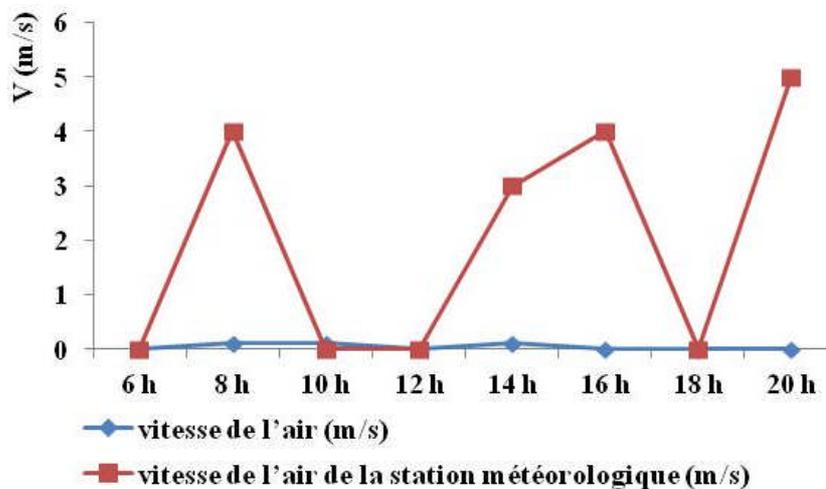


Figure VII. 46 : graphe de la vitesse de l'air, place publique Zouaka / Biskra.

Concernant la vitesse de l'air, le graphe ci-dessus (voir figure VII.46) montre une différence importante entre les valeurs mesurées sur terrain et celles enregistrées par la station. Dont on note 0.1 m/s à 8 h a.m. à la place et 4 m/s enregistrée par la station ; à 8 h p.m. 0 m/s à la place Zouaka et 5 m/s toujours enregistrée par la station. Pour la place la vitesse de l'air, était faible et stable pour toute la journée dont elle varie entre 0 et 0.1 m/s.

VII.8.6. Comparaison des variations des paramètres climatiques entre toutes les places:

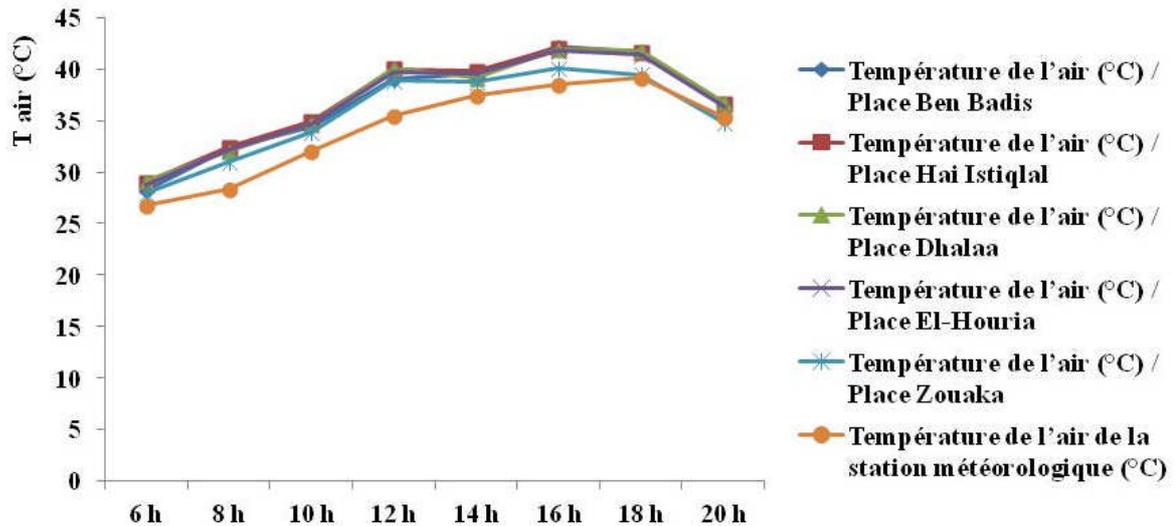


Figure VII. 47 : graphe des températures de l'air, places publiques sélectionnées pour l'étude.

D'après le graphe, (Voir figure VII.47) les variations des températures de l'air présentent un semblable dans les valeurs des températures au niveau de l'ensemble des places sélectionnées pour l'étude ; mis à part la place publique Zouaka où on constate que les températures sont légèrement inférieures à celles mesurées aux autres places. Donc, on avait 27.3 °C à 6 h a.m. elle était proche à la température enregistrée par la station météorologique, 26.8 °C de la même heure bien sûr. La température maximale mesurée à 4 h p.m. 40.1 °C ; cela est dû à la présence de quelque végétation en plus les constructions qui entourent la place où le ratio H/L est le minimum par rapport aux autres places et le type du sol où son albédo (0.20) aussi est le minimum en le comparant avec les autres places.

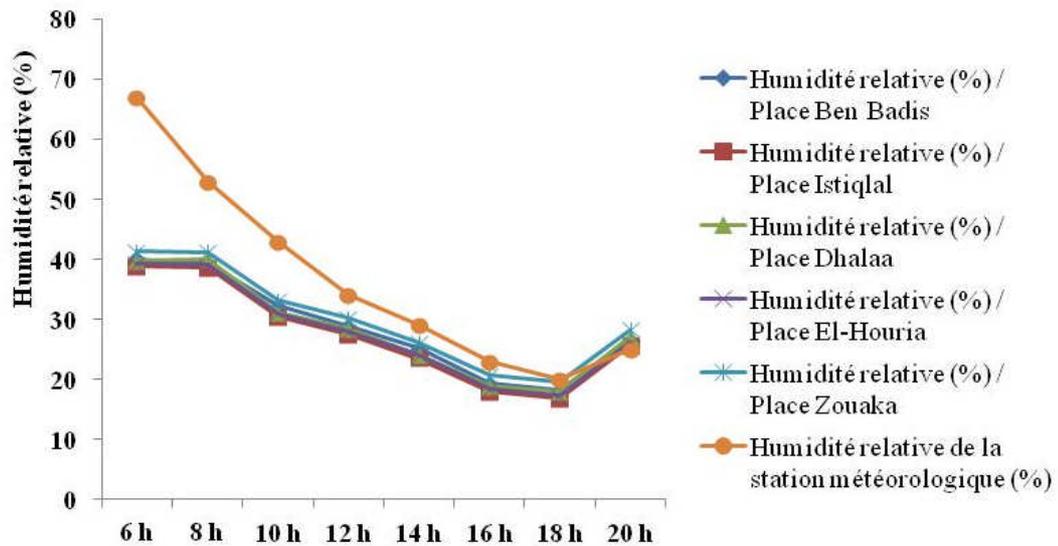


Figure VII. 48 : graphe d'humidité relative, places publiques sélectionnées pour l'étude.

La même constatation concernant l'humidité relative, la place publique Zouaka marque le taux d'humidité le plus élevé par rapport aux autres places. (Voir figure VII.48) On constate un comportement inverse entre les valeurs des températures et les taux d'humidité relative, où l'accroissement de la température de l'air engendre un abaissement de l'humidité relative au niveau des places.

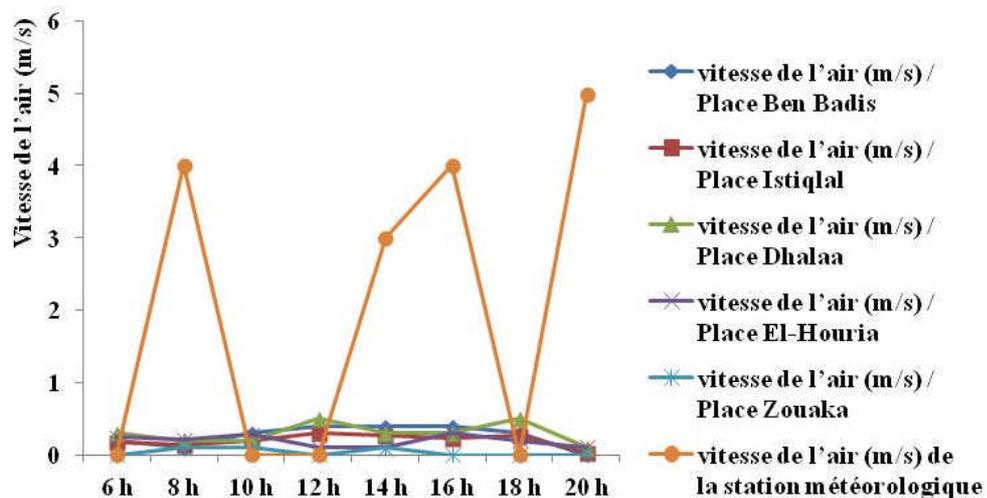


Figure VII. 49 : graphe des vitesses de l'air, places publiques sélectionnées pour l'étude.

D'après le graphe (voir figure VII.49), la vitesse de l'air est faible pour l'ensemble des places sélectionnées pour l'étude. D'une part elles sont protégées des vents dominants ; la place Zouaka ou elle présente la vitesse la plus faible et la plus inférieure si on la compare avec les autres places elle est écarté même du mouvement des courants d'air.

VII.9. Simulation / optimisation du confort thermique :

La simulation de chaque place sélectionnée pour l'étude et pour chaque variante : avant l'insertion du végétal urbain, après l'insertion du végétal urbain selon la proposition du concepteur de la place et la proposition optimale, celle qui a répondu à l'objectif de notre recherche.

Rappelant que notre étude vise à produire de l'ombre par l'insertion du végétal urbain (l'arbre urbain). L'arbre choisi c'était bien le « ficus ». (Voir paragraphe : I.9.1. L'arbre, le ficus) Espèce, *Ficus retusa* ; famille, moraceae ; son nom commun, ficus. Il est de catégorie arbre ; d'origine tropicale ; du type persistant ; de forme port dense érigé ; croissance rapide. En plus il existe à la ville de Biskra depuis longtemps et il résiste à son climat. (MAAOUI, M ; 2014)

VII.9.1. Place Ben Badis / Biskra :



Figure VII. 50 : image par satellite de la place Ben Badis / Biskra. Source : Google Earth.



Figure VII. 51 : plan de situation de la place Ben Badis / Biskra. Source : P.D.A.U/ Biskra.

VII.9.1.1. Simulation Place Ben Badis / Biskra :

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a déterminé le facteur d'ouverture au ciel³⁵ (SVF) de la place Ben Badis / Biskra.

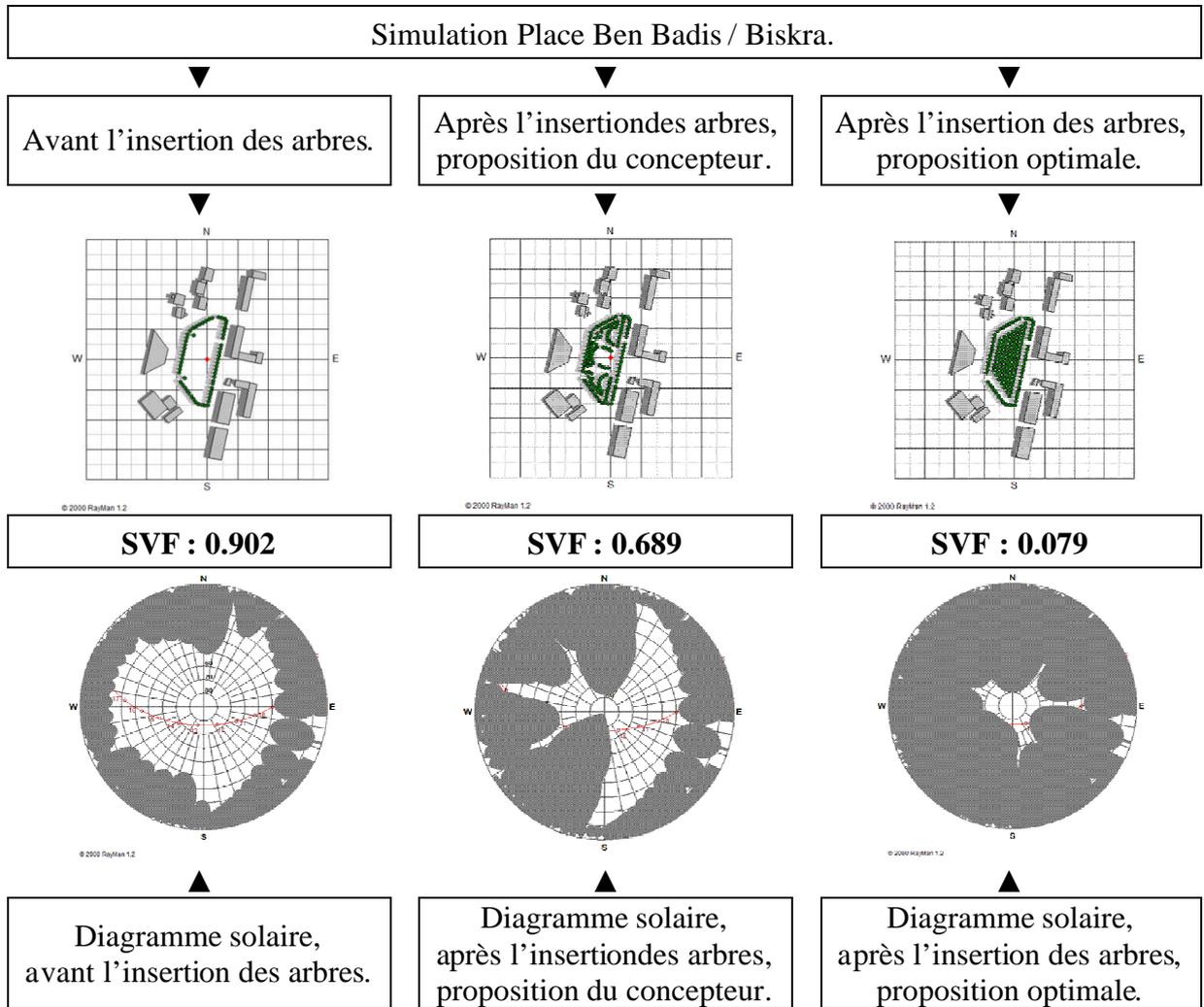


Figure VII. 52 : Schéma relatif à la simulation Place Ben Badis / Biskra pour différentes situations.

³⁵ (Rappel) : Facteur de vue du ciel (Sky View Factor SVF) Mesure de l'angle solide de vue du ciel depuis un espace urbain. Le facteur de vue du ciel est une mesure de l'ouverture vers le ciel d'une texture urbaine et a une influence sur divers phénomènes climatologiques tels que l'îlot de chaleur urbain, l'éclairage naturel et l'absorption de chaleur. Source : NIKOLOPOULOU, M ; (2002).

VII.9.2. Place Hai Istiqlal / Biskra :



Figure VII. 53 : image par satellite de la Place Hai Istiqlal. Source : Google Earth.



Figure VII. 54 : Plan de situation de la Place Hai Istiqlal. Source : P.D.A.U / Biskra

VII.9.2.1. Simulation Place Hai Istiqlal / Biskra

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a déterminé le facteur d'ouverture au ciel (SVF) de la place Hai Istiqlal / Biskra.

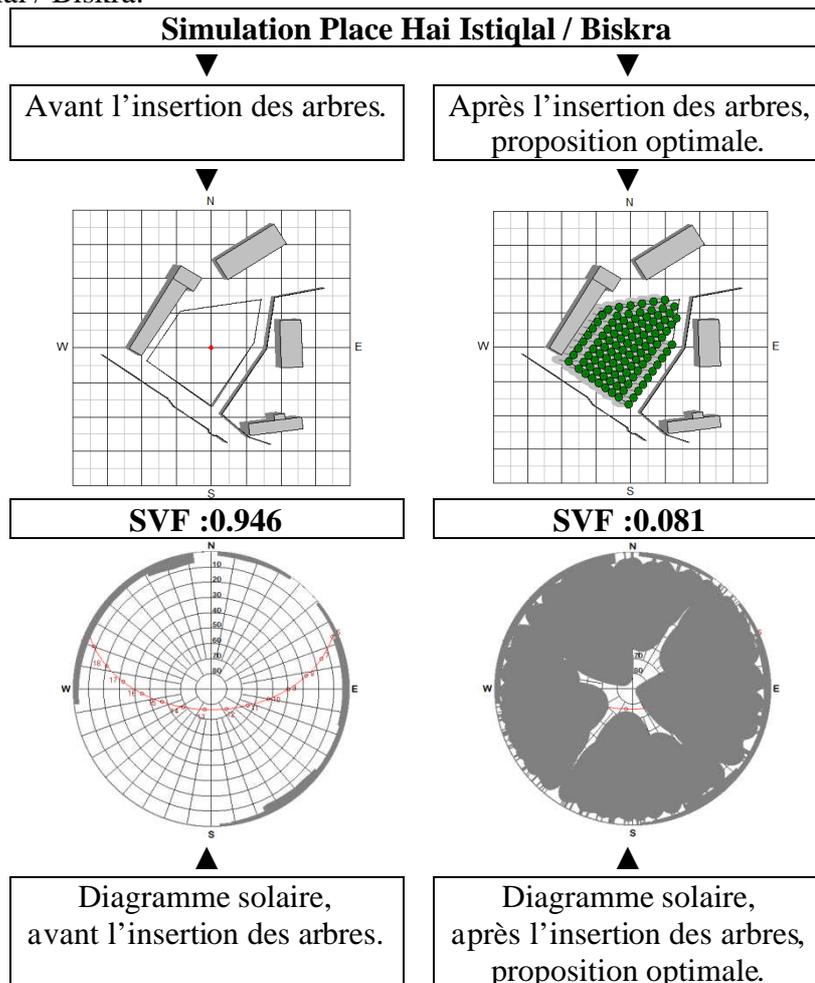


Figure VII. 55 : Schéma relatif à la simulation Place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations.

VII.9.3. Place Dhalaa / Biskra :



Figure VII. 56 : plan de situation de la place Dhalaa / Biskra. Source : P.D.A.U / Biskra.



Figure VII. 57 : image par satellite de la place Dhalaa / Biskra. Google Earth 2014.

VII.9.3.1. Simulation Place Dhalaa / Biskra :

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a déterminé le facteur d'ouverture au ciel (SVF) de la place Dhalaa / Biskra.

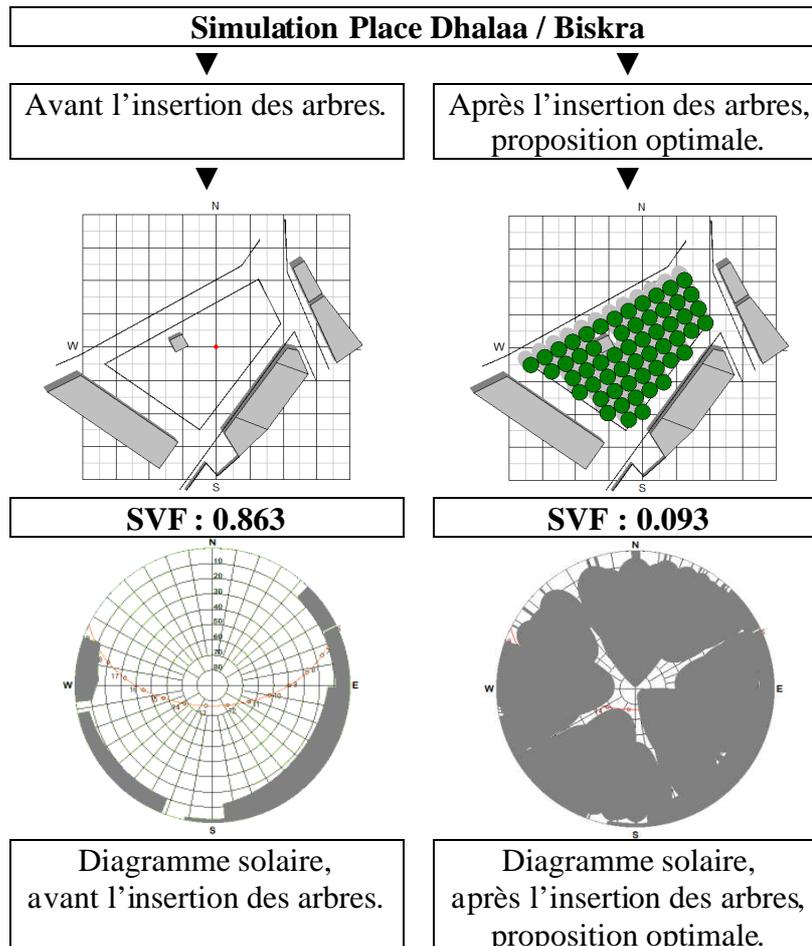


Figure VII. 58 : Schéma relatif à la simulation Place Dhalaa / Biskra pour différentes situations.

VII.9.4. Place El-Houria / Biskra :

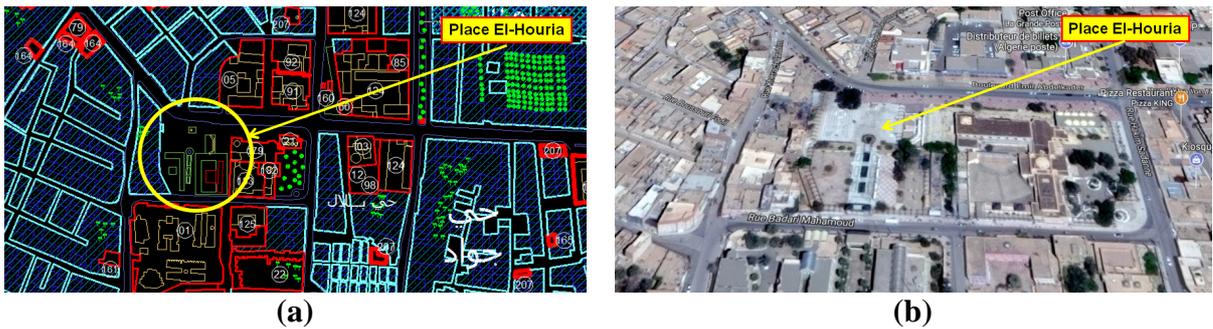


Figure VII. 59 : (a) : Plan de situation de place El-Houria. Source: P.D.A.U de Biskra.

(b): image par satellite de la place El-Houria. Source: site web Google Earth 2014.

VII.9.4.1. Simulation Place El-Houria / Biskra:

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a déterminé le facteur d'ouverture au ciel (SVF) de la place El-Houria / Biskra.

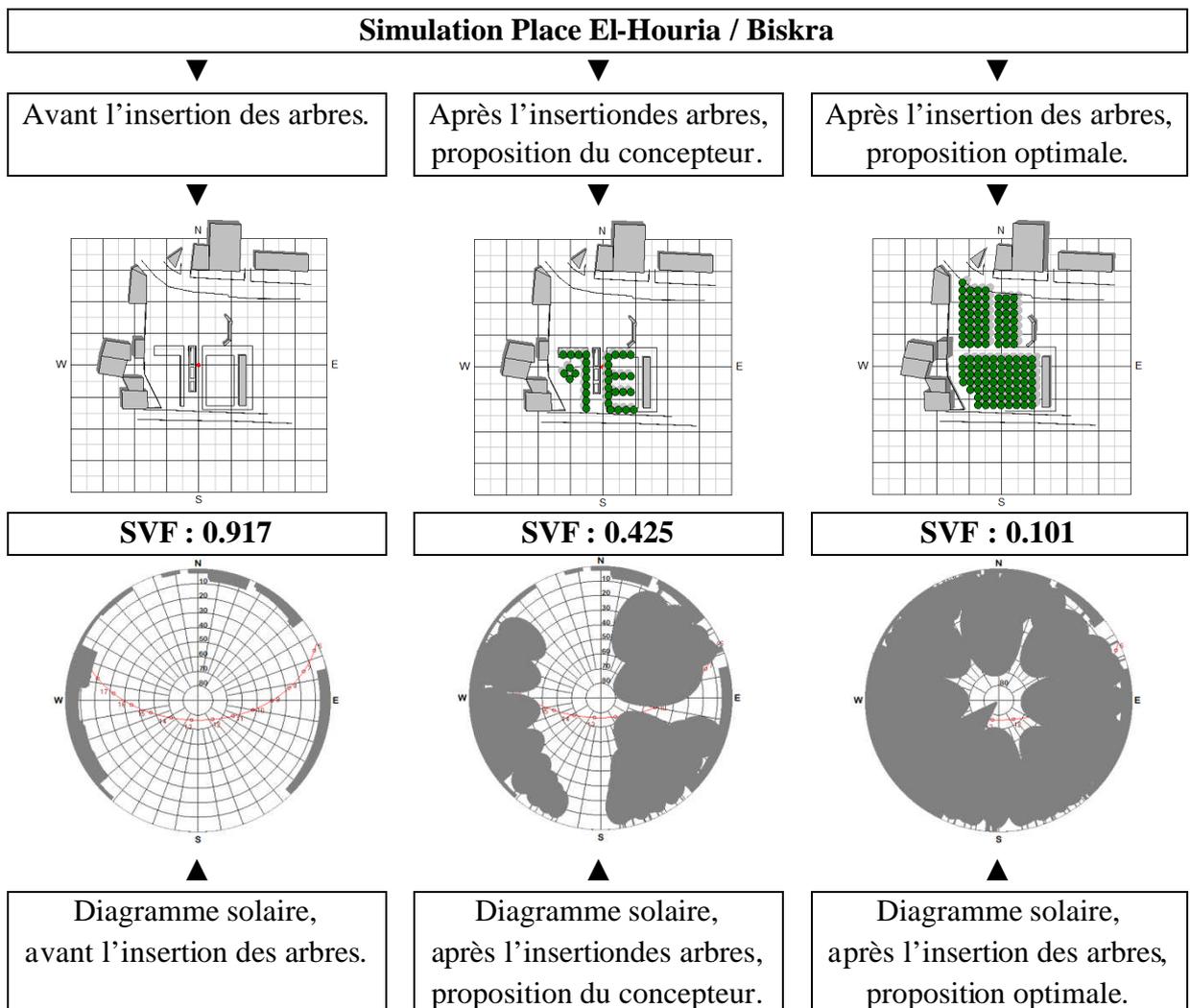


Figure VII. 60 : Schéma relatif à la simulation Place El-Houria / Biskra pour différentes situations.

VII.9.5. Place Zouaka / Biskra :

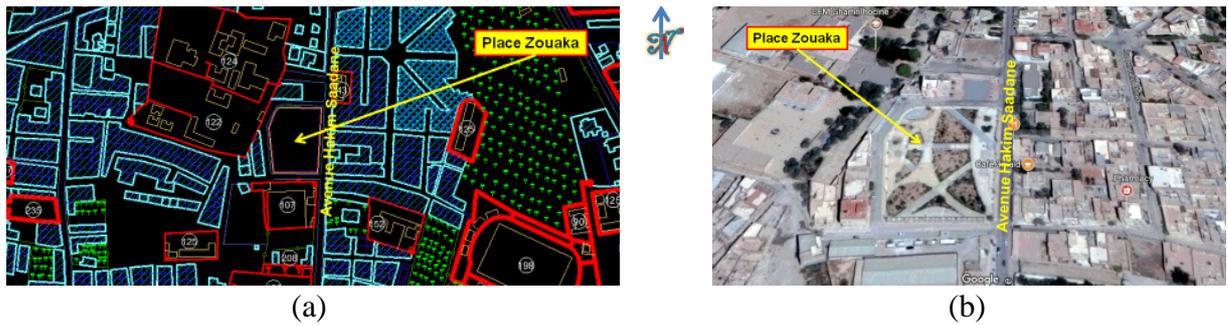


Figure VII. 61 : (a) Plan de situation de la place Zouaka. Source : P.D.A.U / Biskra.

(b) : image par satellite de la place Zouaka. Source : site web Google Earth.

VII.9.5.1. Simulation Place Zouaka / Biskra :

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a déterminé le facteur d'ouverture au ciel (SVF) de la place Zouaka / Biskra.

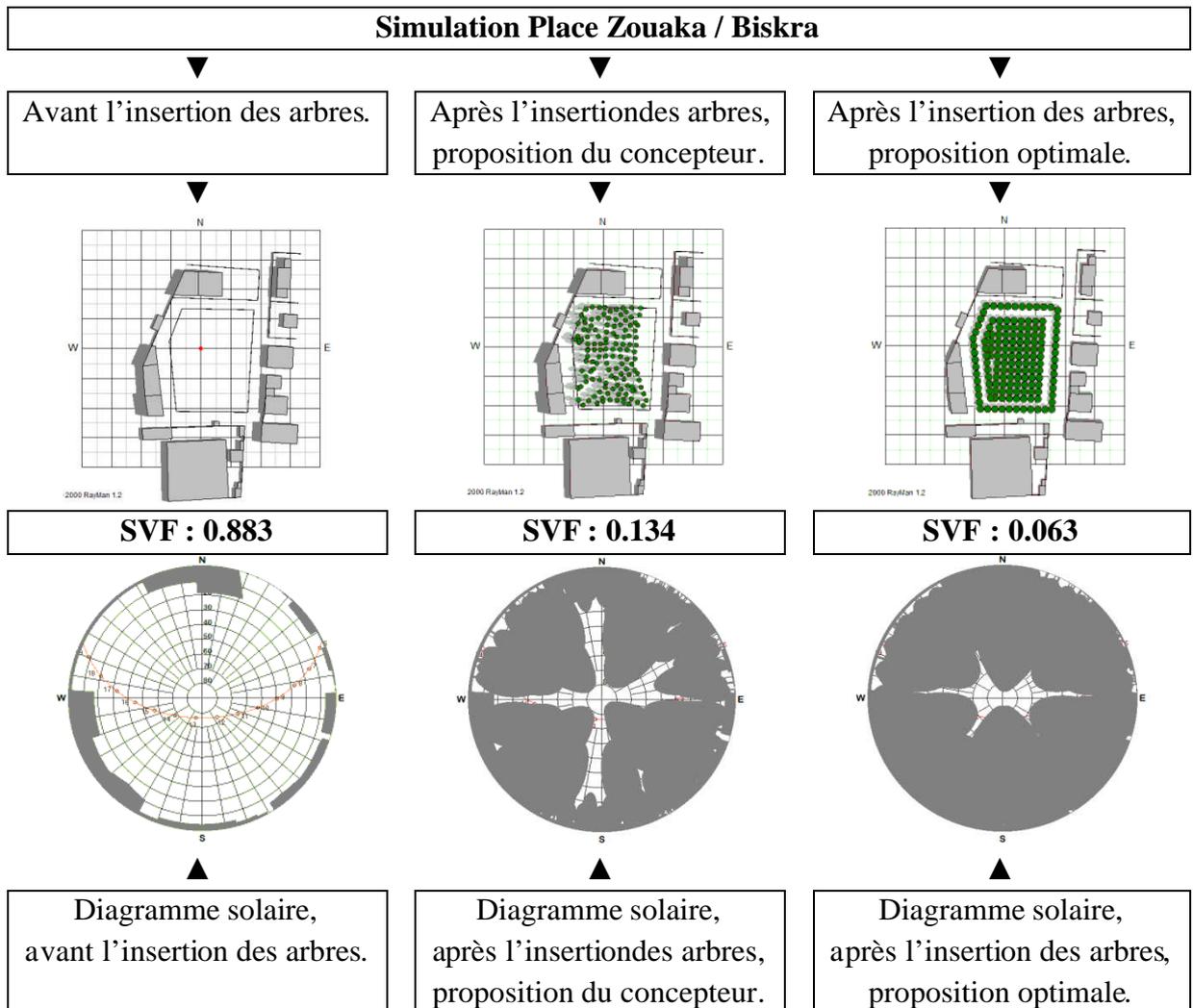


Figure VII. 62 : Schéma relatif à la simulation Place Zouaka / Biskra pour différentes situations.

VII.10. Conclusion :

Selon VINET, J ; 2000 « *Les deux principales techniques d'investigation sont basées sur la mesure et sur la simulation. La qualification et la quantification de certains effets thermiques grâce à la présentation d'études réalisées sur l'impact microclimatique de la végétation en milieu urbain est largement détaillée.* » Et il ajoute, que les changements des phénomènes climatiques ne peuvent pas être vérifiés par une combinaison linéaire séparée, par contre, les simulations numériques permettent une estimation de ces différents effets.

Dans notre travail, on a utilisé les deux modèles. Lecture sur les données climatiques mesurées sur site d'une part et une modélisation numérique et simulation d'autre part ; pour avoir des résultats fiables aux problèmes de notre sujet de recherche.

Puisque l'utilisation de différents modèles et logiciels est nécessaire afin de lire et analyser les informations recueillies ; on a essayé de voir les différents modèles disponibles pour mieux choisir le modèle adéquat pour notre recherche ; donc on a vu dans ce chapitre : la Télédétection, CSUMM, SURFEX, TEB, SHIM, URBAN 3, SOLWEIG, SOLENE, ENVI-met, TUF, SM2-U, LUMPS.

Le choix de l'outil de modélisation numérique pour notre travail de recherche c'était le modèle 'RayMan' ; pour sa particularité par rapport aux autres logiciels disponibles et par rapport à notre recherche. Ce logiciel nous a permis d'évaluer le rayonnement solaire (global, direct et diffus), la température moyenne radiante (T_{mrt}), la température du sol (T_s), en plus les indices de confort thermique la PET et le PMV. On a exposé une large présentation de ce logiciel.

On a l'habitude d'exposer les campagnes de mesures avant la simulation et tout ce que la concerne, l'inverse ce qu'on a fait dans ce chapitre, puisque les paramètres climatiques mesurés 'in situ' sont sur la base de ce que demande le logiciel 'RayMan' comme donnée pour établir la simulation.

Pour les mesures des paramètres climatiques on a la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse de l'air et l'estimation de l'albédo, la nébulosité, type de ciel et d'autres données sont largement détaillées dans ce chapitre.

Chapitre VII : Modélisations terrains d'étude / Simulations

L'appareil de mesure utilisé est : LUTRON ELECTRONIC LM 8000 (ISO-9001, CE, IEC1010) ; appareil multifonctionnel 4 en 1 : anémomètre, hygromètre, luxmètre et thermomètre à thermocouple.

La méthodologie et le déroulement des campagnes de mesures s'appuient sur une série de mesures physiques des paramètres climatiques, veut dire, l'effet thermique, hygrothermique et aérodynamique, qui affectent directement l'espace extérieur étudié (les places publiques de la ville de Biskra).

Rappelant que la simulation est dans l'objectif d'optimiser (améliorer) le confort thermique des places publiques de la ville de Biskra. Pour cela, on a établi par simulation plusieurs variantes pour chaque place sélectionnée pour l'étude (la place Ben Badis, la place Hai Istiqlal, la place Dhalaa, la place El-Houria, et la place Zouaka) : avant l'insertion du végétal urbain, après l'insertion du végétal urbain selon la proposition du concepteur de la place et la proposition optimale, bien sûr celle qui répond à l'objectif de notre recherche.

Pour conclure ce chapitre, des interprétations graphiques et des lectures relatives à la campagne des mesures et analyse ont été faites pour toutes les places, tout en les comparant avec celles enregistrées par la station météorologique. En plus les résultats de la simulation, les plans et les diagrammes polaires relatifs aux différentes situations de chaque place.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Chapitre VIII

Résultats et Interprétations

« D'abord, les scientifiques renforcent leur concentration en apprenant à se focaliser sur les caractéristiques pertinentes et en laissant celles qui ne le sont pas de côté. Une des meilleures façons de le faire est la bonne vieille méthode de la prise de notes: écrire des descriptions et dessiner des images de ce que vous voyez »

KONNIKOVA Maria;
How to think like Sherlock Holmes

Introduction:

L'objectif de ce chapitre est de présenter les résultats de notre recherche et de mettre en exergue l'influence du végétal urbain dans l'optimisation du confort thermique.

Rappelant que dans ce chapitre les mesures des paramètres climatiques : température de l'air, l'humidité relative et la vitesse de l'air ont été réalisées au niveau des cinq (05) places choisies pour l'étude : la place El-Houria, la place Zouaka, la place Dhalaa, Ben Badis et la place Istiqlal par un appareil portable de mesure des ambiances physiques (LM 8000), et cela durant la période d'été (estivale) et pour une journée d'été chaude (14/07/2014).

Ce chapitre vise à représenter, décrire, lire, analyser et interpréter les résultats de la simulation faite au niveau de chaque place étudiée. Ces résultats sont illustrés sous forme de représentations graphiques, dont chaque graphe illustre soit un paramètre climatique ou indice de confort calculé par la simulation de chaque place et pour chaque variante (avant l'insertion du végétal urbain, après l'insertion du végétal urbain selon la proposition du concepteur de la place et la proposition optimale, celle qui a répondu à l'objectif de notre recherche) et bien sûr, durant toute la journée.

Néanmoins, chaque graphe est doté par une analyse des résultats pour interpréter ces derniers et essayer d'expliquer les causes.

VIII.1. Présentation des résultats de simulation :

La démarche suivie dans ce travail, a pour objectif de mettre en évidence le rôle du végétal urbain (l'arbre urbain), sur le confort thermique de la place publique (espace extérieur urbain, très ouvert dont le rapport H/W < 1)

On verra, le degré d'influence du végétal urbain sur la diminution du facteur d'ouverture au ciel (SVF), température moyenne radiante (T_{mrt}), température du sol (T_s). L'atténuation du rayonnement global reçu par le corps et le rayonnement direct et diffus reçu par le corps.

Et on a calculé par le biais du logiciel 'RayMan' l'indice du confort thermique la température physiologique équivalente (PET), l'indice le vote moyen prévisible (PMV), température moyenne radiante (T_{mrt}), température du sol (T_s), rayonnement global reçu par le corps et le rayonnement direct et diffus reçu par le corps.

VIII.1.1. Place Ben Badis / Biskra :

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a tracé des ombres (d'ombrage³⁶) pour chaque période de la journée (toutes les deux heures).

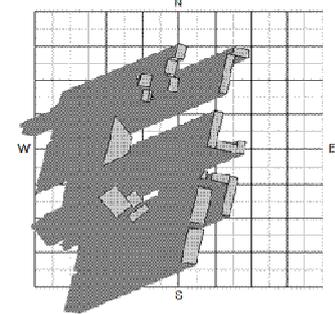
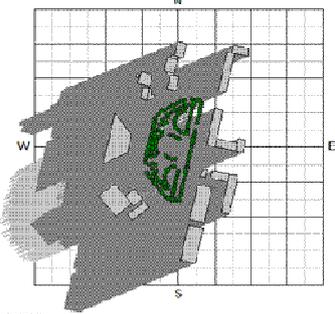
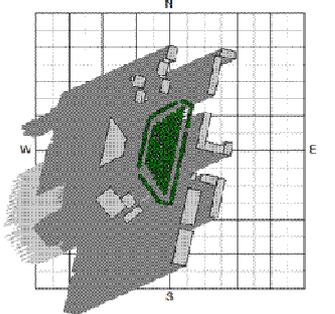
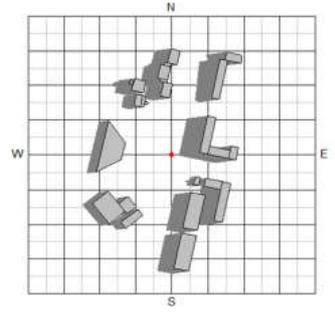
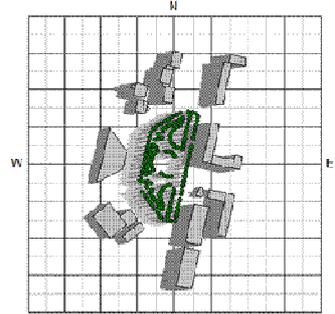
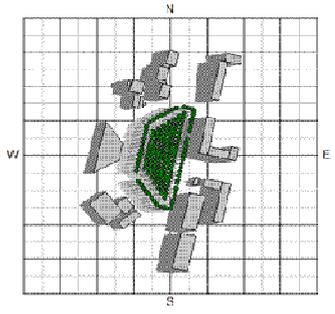
Horaires	Avant l'insertion des arbres.	Après l'insertion des arbres, proposition du concepteur.	Après l'insertion des arbres, proposition optimale.
6 h			
8 h			

Tableau VIII. 01: l'ombrage de la place Ben Badis / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan.

³⁶(Rappel) ; Ombrage solaire (*Solar Shadowing*) Représentation graphique des ombres portées qui montre le profil d'ombrage d'une morphologie urbaine particulière sur une saison spécifique ou sur l'année entière.

Source : NIKOLOPOULOU, M ; (2002)



Tableau VIII.02:Suite ; l'ombrage de la place Ben Badis / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan.

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

En effet, on commence l'analyse des résultats de la simulation par étudier l'atténuation du rayonnement direct, diffus et global et pour différentes situations de la place Ben Badis / Biskra ; ça veut dire, la situation avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), la situation après l'insertion des arbres selon la proposition du concepteur de la place et la situation après l'insertion des arbres, la proposition optimale ; c'est-à-dire, la proposition qui a répondu à l'objectif de la recherche.

Enfin, à la figure VII. 52 ; la situation de la place, avant l'insertion des arbres (l'état réel), avec un SVF = 0.902; et puis à la même (figure VII.52) la situation après l'insertion des arbres, la proposition du concepteur avec un SVF = 0.689 et un SVF = 0.079 à la proposition optimale.

On constate qu'à niveau de la troisième situation (proposition optimale), on a pu réduire considérablement le facteur de vue au ciel (SVF) par l'insertion de la végétation et par la manière dont elle était conçue et disposée (une couverture verte). Ce qui avait atténué à son tour le rayonnement direct, diffus et global. (Voir figure VIII. 01)

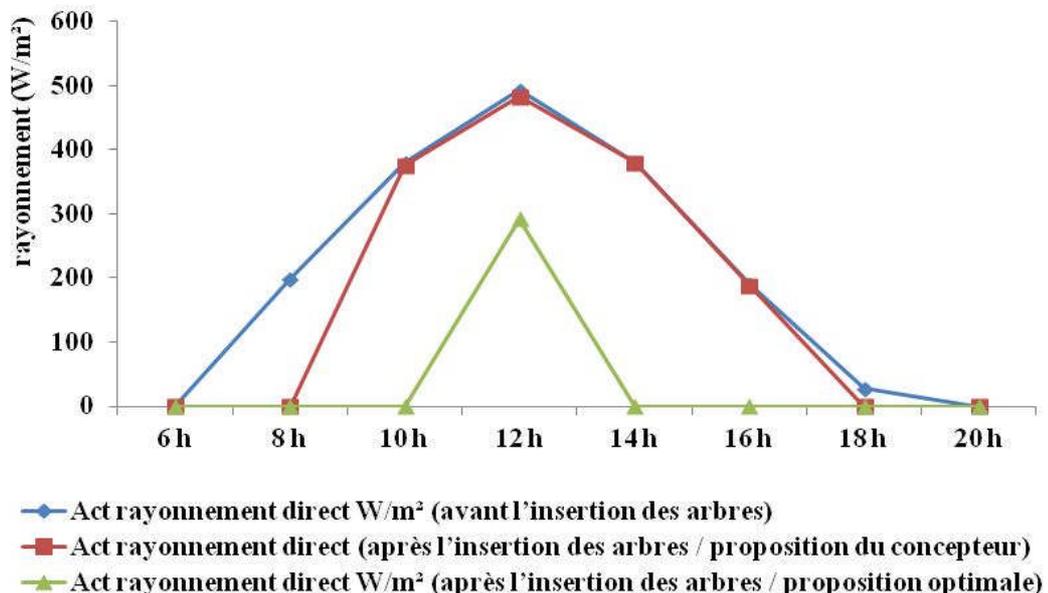


Figure VIII. 01 : graphe du rayonnement direct de la place Ben Badis / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

On note que le rayonnement global³⁷ a baissé considérablement à la proposition optimale par rapport aux autres situations de la place publique (avant l'insertion des arbres, l'état réel et après l'insertion des arbres, la proposition du concepteur de la place). Dont il démontre jusqu'à 413 w/m² à midi par une différence d'environ 290 w/m² par rapport aux autres situations ; (voir figure VIII.01) et pour le rayonnement direct est devenu nul toute la journée, mis à part à midi où on marque 292 w/m² vu que le soleil est au zénith. (Voir figure VIII.02) Concernant le rayonnement diffusé est semblable pour les trois situations et on ne touche pas une différence tangible. (Voir figure VIII.03)

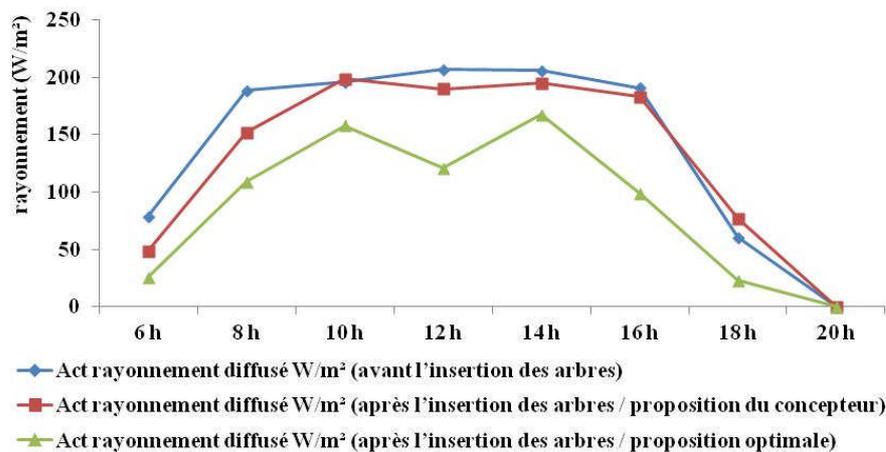


Figure VIII.02 : graphe du rayonnement diffusé de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

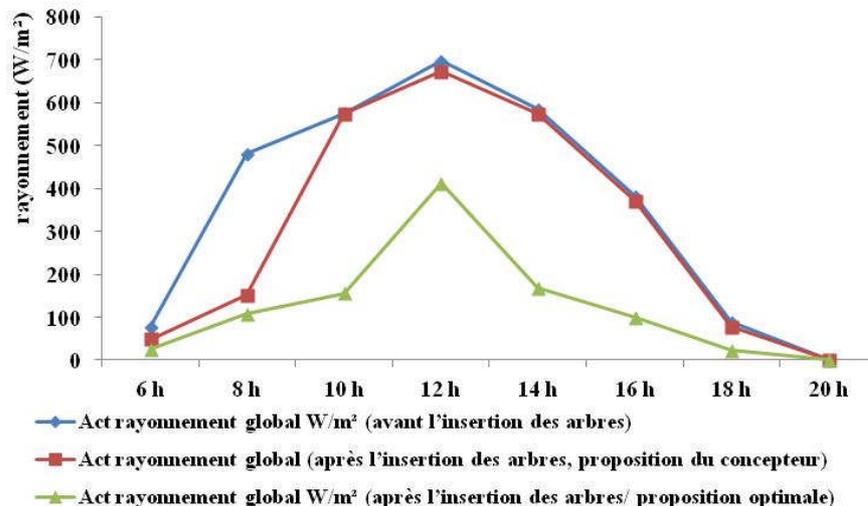


Figure VIII.03 : graphe du rayonnement global de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

³⁷ Rayonnement global reçu par le corps « Act global radiation » appellation du logiciel 'RayMan'.

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

À la première situation de la simulation ; veut dire, avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), la température du sol commençait par 27.7 °C à 8 h a.m. pour atteindre les 64.8 °C à midi et puis elle baissait jusqu'elle arrivait à 32.7 °C vers le coucher de soleil, puisque l'espace est exposé au soleil sans le moindre protège. (Voir figure VIII. 04) La deuxième situation, pas de changement, ou presque les mêmes températures sont marquées. Par contre à la troisième situation après l'insertion des arbres (proposition optimale), la différence était palpable, grâce à la présence de la couverture verte (l'arbre urbain). L'écart arrive environ 18.1 °C à 10 h a.m. et 13 °C à 4 h p.m. À noter qu'à midi la différence était minime puisque le soleil était au zénith.

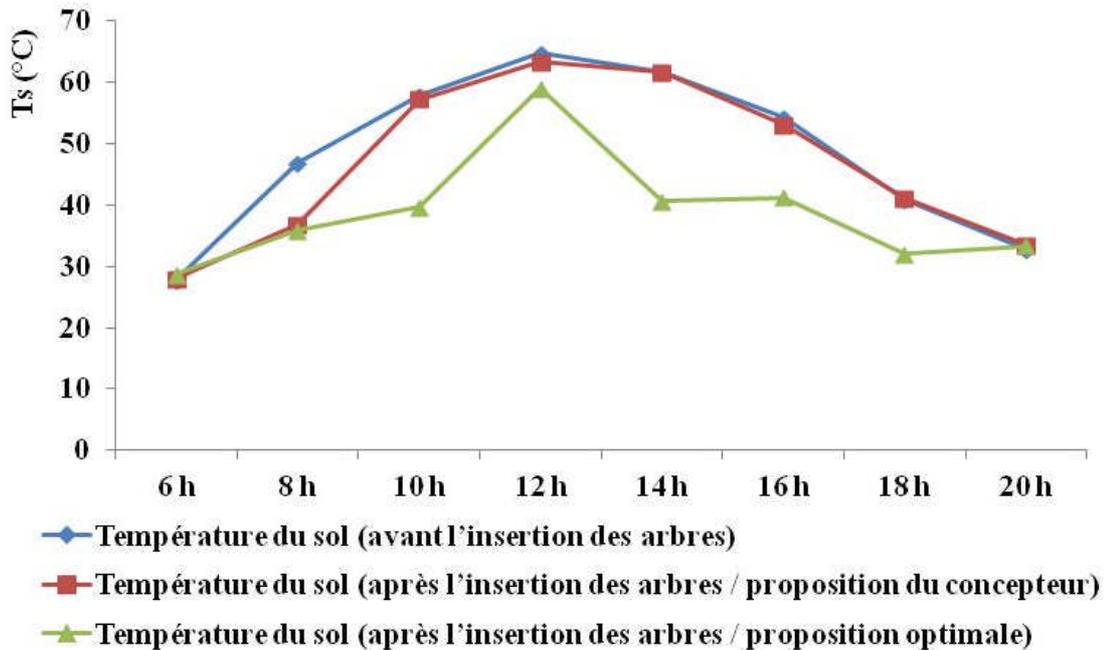


Figure VIII.04 : graphe de la température du sol (T_s) de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Concernant la température moyenne radiante (T_{mrt}) à la troisième situation, c'est-à-dire, après l'insertion des arbres, la proposition optimale, elle n'a pas dépassé la moyenne de 39°C toute la journée, à l'exception à midi où elle a fait 54°C. (Voir figure VIII. 05) Par contre les deux autres situations (avant l'insertion des arbres et après l'insertion des arbres, la proposition du concepteur) on note une évolution de la température moyenne radiante (T_{mrt}) dès le lever du soleil jusqu'à midi, où on marque 30.3 °C à 8 h a.m. 69 °C à midi, 59.9 °C à 4 h p.m.

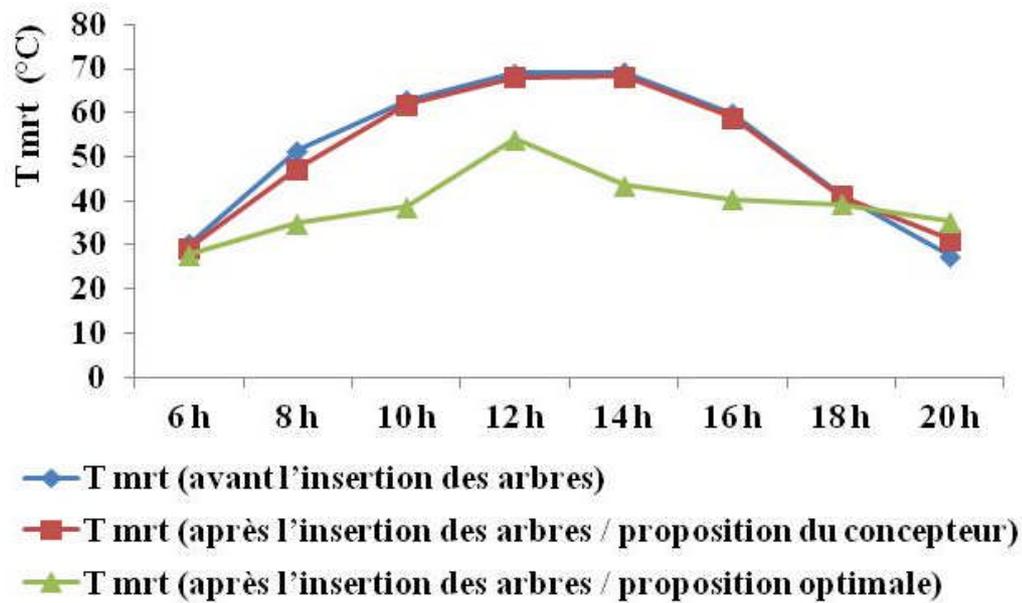


Figure VIII.05 : graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Code	Perception thermique	Niveau du stress physiologique	Code
I	Extrêmement chaud	Stress extrême de chaleur	I
H	Très chaud	Fort stress de chaleur	H
G	Chaud	Stress de chaleur modérée	G
F	Légèrement chaud	Leger stress de chaleur	F
E	Confortable	Aucun stress thermique	E
D	Légèrement froid	Leger stress de froid	D
C	Froid	Stress de froid modéré	C
B	Très froid	Fort stress de froid	B
A	Extrêmement froid	Stress extrême de froid	A

Figure VIII.06 : codification perception thermique/stress physiologique.

Le vote moyen prévisible (PMV : predicted mean vote) obtenu pour la troisième situation (après l'insertion des arbres, proposition optimale) montre une réduction significative comparée aux résultats du PMV obtenus aux autres situations (avant l'insertion des arbres et après l'insertion des arbres, proposition du concepteur). (Voir figure VIII.07) Le PMV maximum est de 3.8 à midi, le reste de la journée il n'accédait pas la limite de la sensation chaude. Par contre les autres situations, le PMV passe de la zone chaude vers la zone très chaude de 8 h a.m. jusqu'à 6 h p.m.

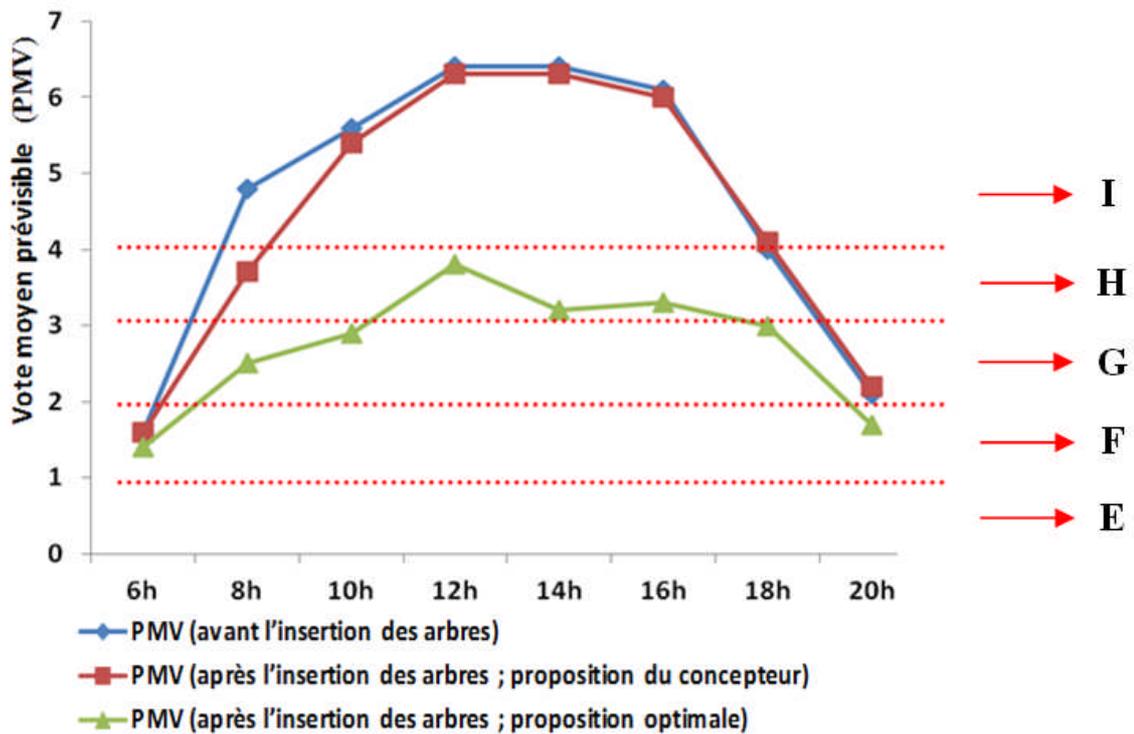


Figure VIII.07 : graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Pour la température physiologique équivalente (PET : physiological equivalent temperature) les résultats obtenus pour la troisième situation (après l'insertion des arbres, proposition optimale) montrent une atténuation significative comparée aux résultats obtenus aux autres situations (avant l'insertion des arbres et après l'insertion des arbres, proposition du concepteur). (Voir figure VIII. 08)

La PET maximum est de 43.4 °C à midi et 34.8 °C à 4 h p.m. le reste de la journée la PET n'accédait pas la bande chaude 'G' (voir la figure VIII. 06) avec une sensation de stress de chaleur modérée.

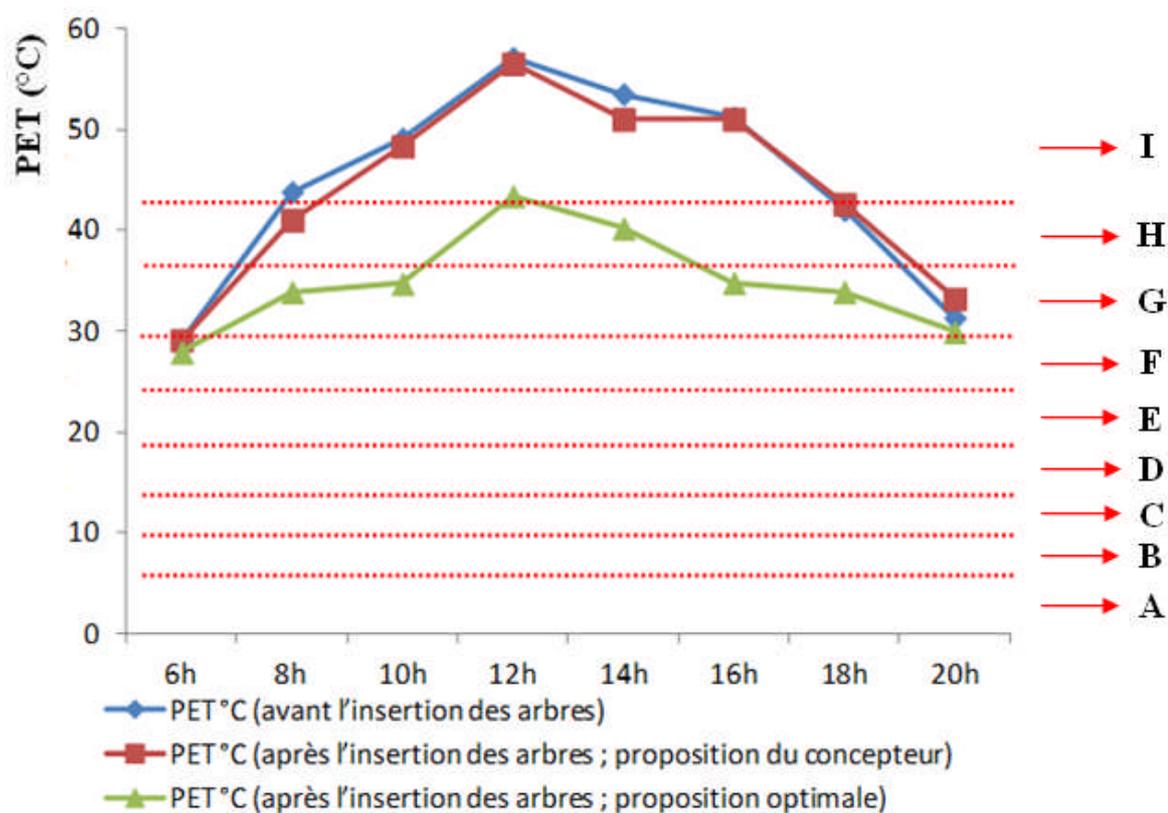


Figure VIII.08 : graphe de la température physiologique équivalente (PET), de la place Ben Badis / Biskra ; pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

VIII.1.2. Place Hai Istiqlal / Biskra :

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a tracé l'ombre pour chaque période de la journée (toutes les deux heures de la journée).

Horaires	Avant l'insertion des arbres.	Après l'insertion des arbres, proposition optimale.
6 h		
8 h		
10 h		
12 h		

Tableau VIII.03: l'ombrage de la place Hai Istiqlal / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan.

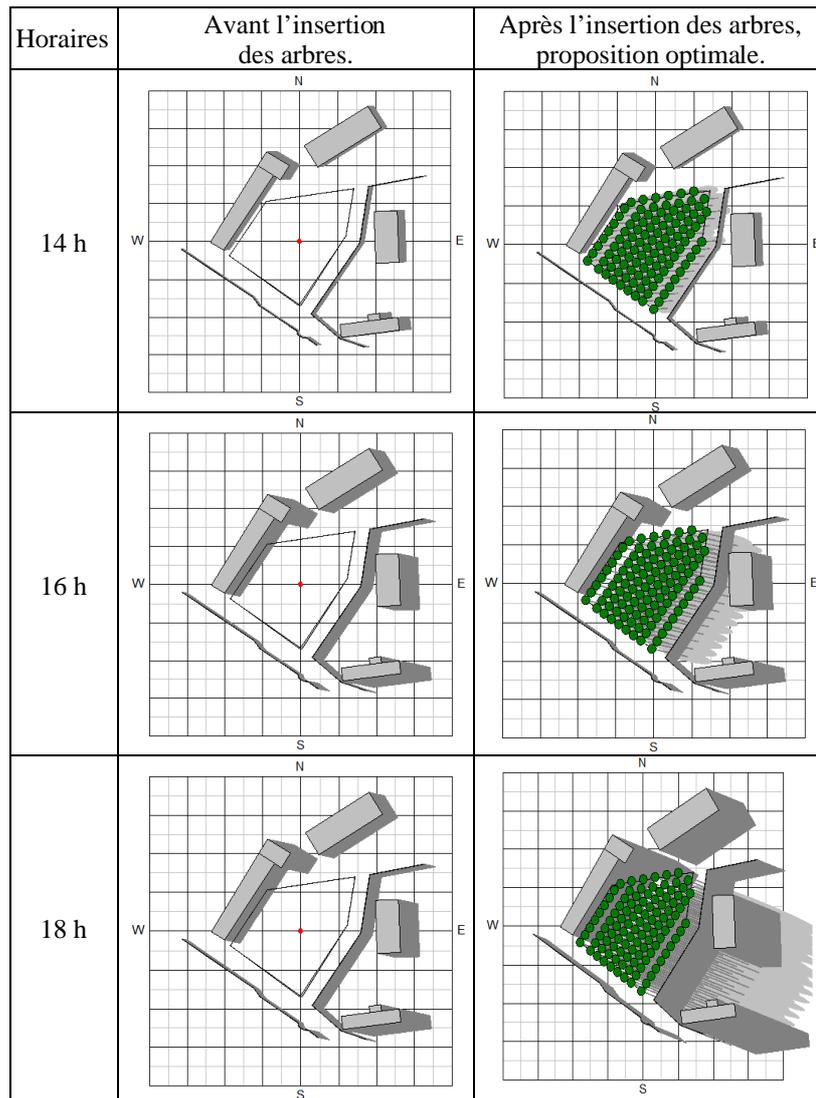


Tableau VIII.04: Suite ; l'ombrage de la place Hai Istiqlal pour différentes situations : avant l'insertion des arbres et après l'insertion des arbres (la proposition optimale) ; Simulation par RayMan.

L'effet du végétal urbain (l'arbre urbain) à la place Hai Istiqlal / Biskra est appréciable, vu que les résultats obtenus par la simulation sont tolérables, le rayonnement direct, diffus et global sont atténués et d'une manière considérable. (Voir tableau VIII. 03 et tableau VIII. 04)

La figure VII.55 ; représente la situation de la place avant l'insertion des arbres (l'état réel), avec un facteur d'ouverture au ciel (SVF) = 0.946 et après l'insertion des arbres, la proposition optimale elle est avec un SVF = 0.081, où il a considérablement démuni.

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

On remarque que le rayonnement global a baissé à la proposition optimale si on le comparant avec la situation initiale (l'état de lieu), c'est-à-dire avant l'insertion des arbres. Dont il diminue à 615 w/m^2 à midi par une différence d'environ 138 w/m^2 , (Voir figure VIII. 11) et pour le rayonnement direct est devenu nul toute la journée, à l'exception à midi où on marque 494 w/m^2 vu que le soleil est au zénith. (Voir figure VIII.09) concernant le rayonnement diffusé était semblable pour les deux situations et pas de différence palpable. (Voir figure VIII. 10)

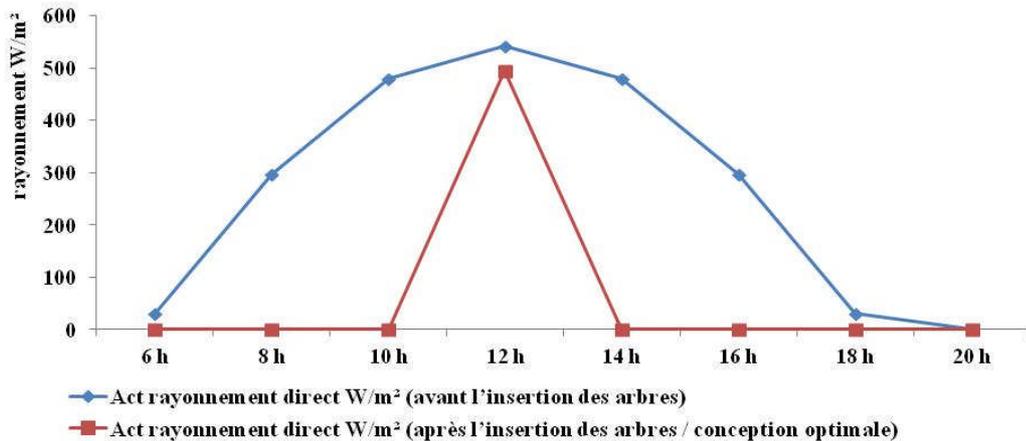


Figure VIII. 09 : graphe du rayonnement direct de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

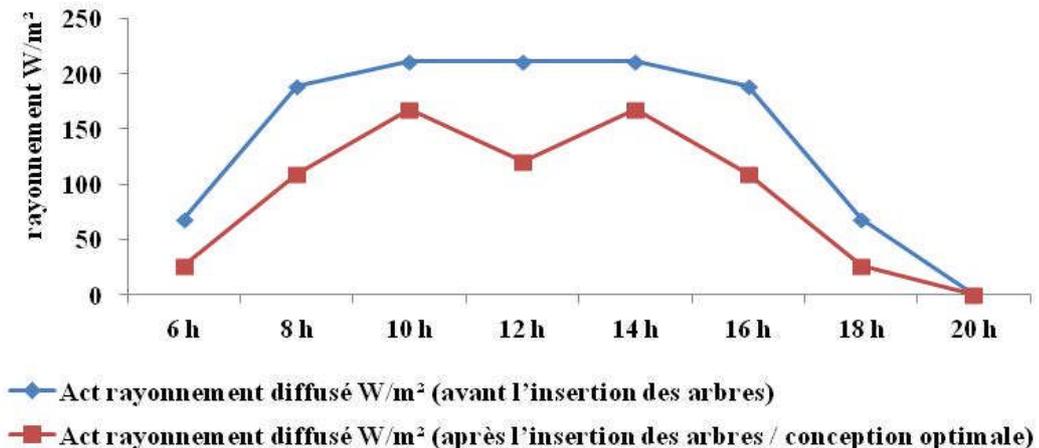


Figure VIII. 10 : graphe du rayonnement diffusé de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

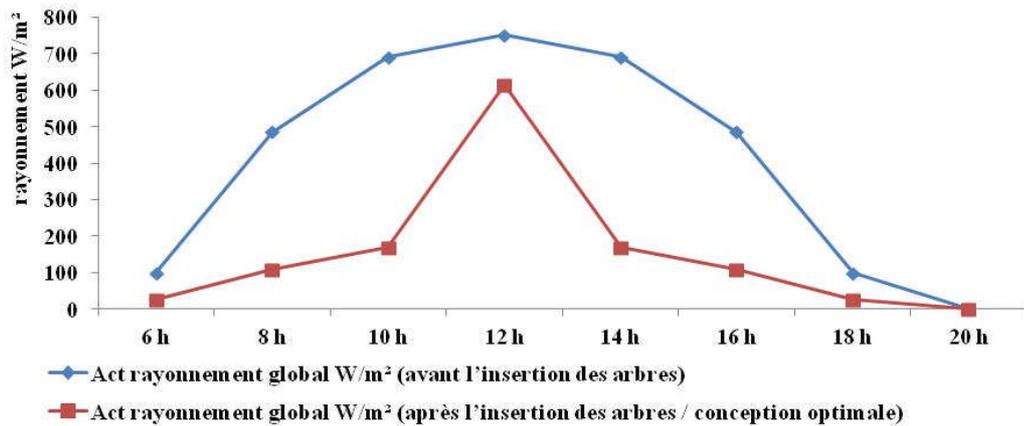


Figure VIII. 11 : graphe du rayonnement global de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), la température du sol (T_s) commençait par $47.1^\circ C$ à 8 h a.m. pour atteindre les $66.5^\circ C$ à midi et puis elle baissait jusqu'elle arrive à $32.7^\circ C$ vers le coucher de soleil, puisque l'espace est exposé au soleil sans le moindre protège et le sol avec un faible albédo. (Voir figure VIII.12) La seconde situation, après l'insertion des arbres (proposition optimale), grâce à la présence de la couverture verte (l'arbre urbain) les écarts étaient considérables ; environ $18.7^\circ C$ à 10 h a.m. et $17.5^\circ C$ à 4 h p.m. À noter qu'à midi la différence était minime, de $0.3^\circ C$, puisque le soleil est au zénith.

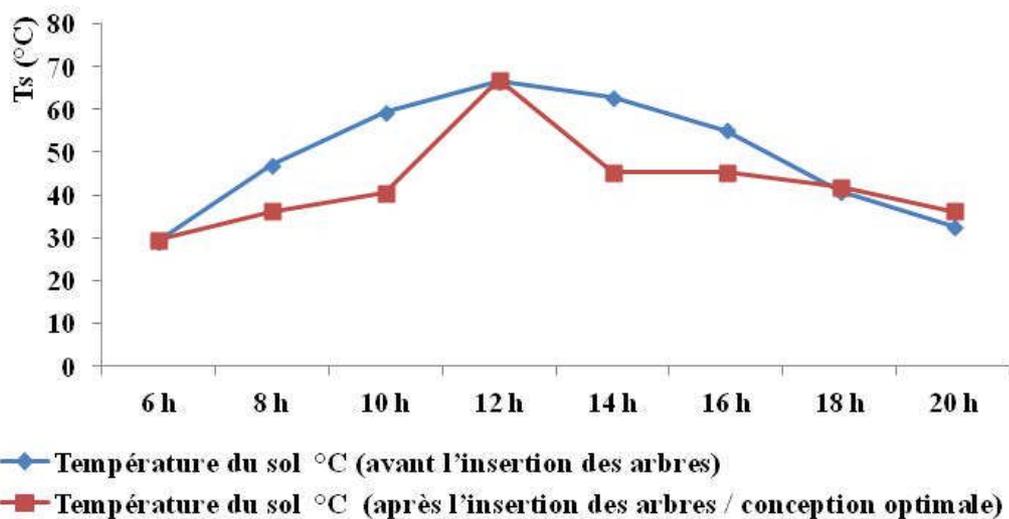


Figure VIII. 12 : graphe de la température du sol (T_s) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

Par rapport à la température moyenne radiante (T_{mrt}) la situation optimale, c'est-à-dire, après l'insertion des arbres, elle n'a pas dépassé les 39 °C toute la journée, à l'exception à midi où elle avait fait 58 °C. (Voir figure VIII.13) La situation initiale, avant l'insertion des arbres on note une évolution de la température moyenne radiante (T_{mrt}) dès le lever du soleil jusqu'à midi, où on marque 48.8 °C à 8 h a.m. 62.2 °C à midi, 55.3 °C à 4 h p.m.

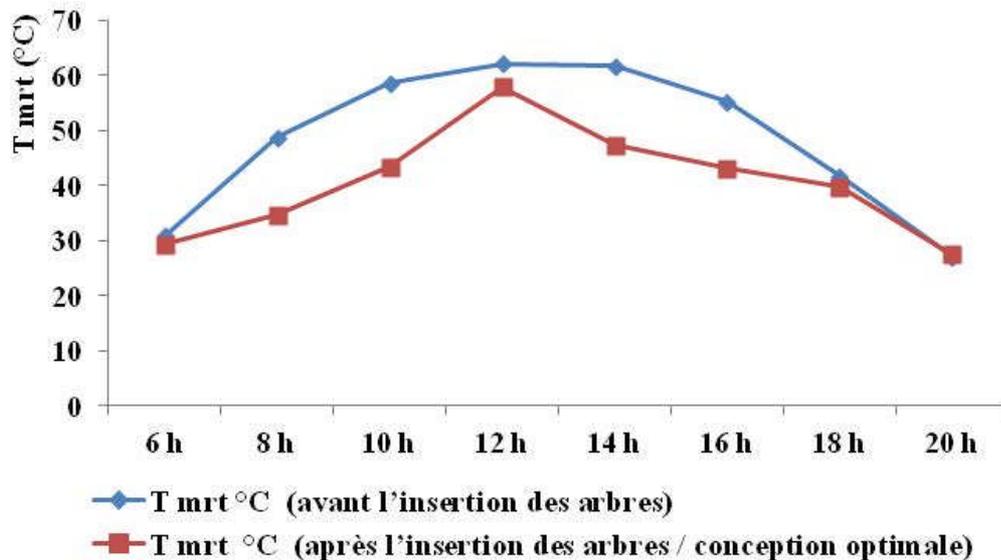


Figure VIII. 13 : graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Code	Perception thermique	Niveau du stress physiologique	Code
I	Extrêmement chaud	Stress extrême de chaleur	I
H	Très chaud	Fort stress de chaleur	H
G	Chaud	Stress de chaleur modérée	G
F	Légèrement chaud	Leger stress de chaleur	F
E	Confortable	Aucun stress thermique	E
D	Légèrement froid	Leger stress de froid	D
C	Froid	Stress de froid modéré	C
B	Très froid	Fort stress de froid	B
A	Extrêmement froid	Stress extrême de froid	A

Figure VIII. 14 : codification perception thermique/stress physiologique.

Le PMV (predicted mean vote) obtenu pour la deuxième situation (après l'insertion des arbres, proposition optimale) montre une réduction significative comparée à celui obtenu à la situation avant l'insertion des arbres. (Voir figure VIII.15) Le PMV maximum est de 4.5 à midi et 5.7 à la situation initiale de la place. Le reste de la journée il n'accédait pas la limite

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

de la sensation chaude, la bande : G. (Voir figure VIII.14) Par contre à la situation initiale, le PMV presque toute la journée à la zone très chaude (la bande : H) de 8 h a.m. jusqu'à 6 h p.m.

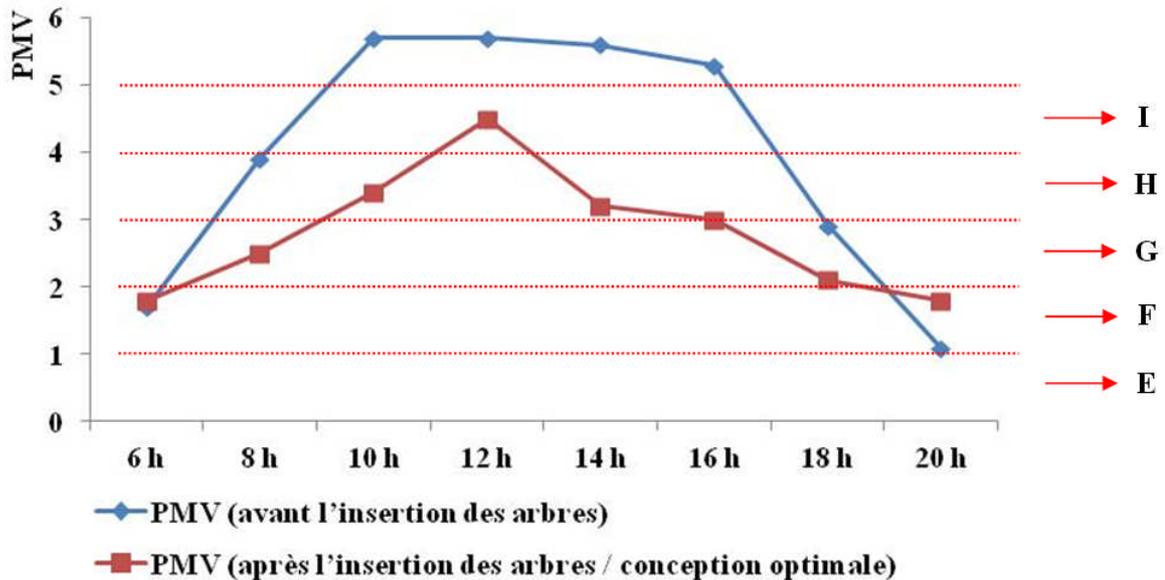


Figure VIII. 15 : graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Pour la température équivalente physiologique (PET : physiological equivalent temperature) les résultats obtenus pour la situation après l'insertion des arbres, proposition optimale, montrent une atténuation significative comparée aux résultats obtenus à l'autre situation, avant l'insertion des arbres.

La PET maximum est de 47.4 °C, cela à midi et toute la journée elle n'accédait pas les 39 °C, veut dire, elle se trouve dans la bande chaude 'G' (voir la figure VIII.14) avec une sensation de stress de chaleur modérée. À la situation initiale presque dès le lever du jour au coucher du soleil la PET est d'une moyenne de 42 °C, et elle n'avait pas baissé de la bande très chaude (la bande : H ; voir la figure VIII.14) avec une forte sensation de stress de chaleur, concernant le niveau du stress physiologique. (Voir figure VIII. 16)

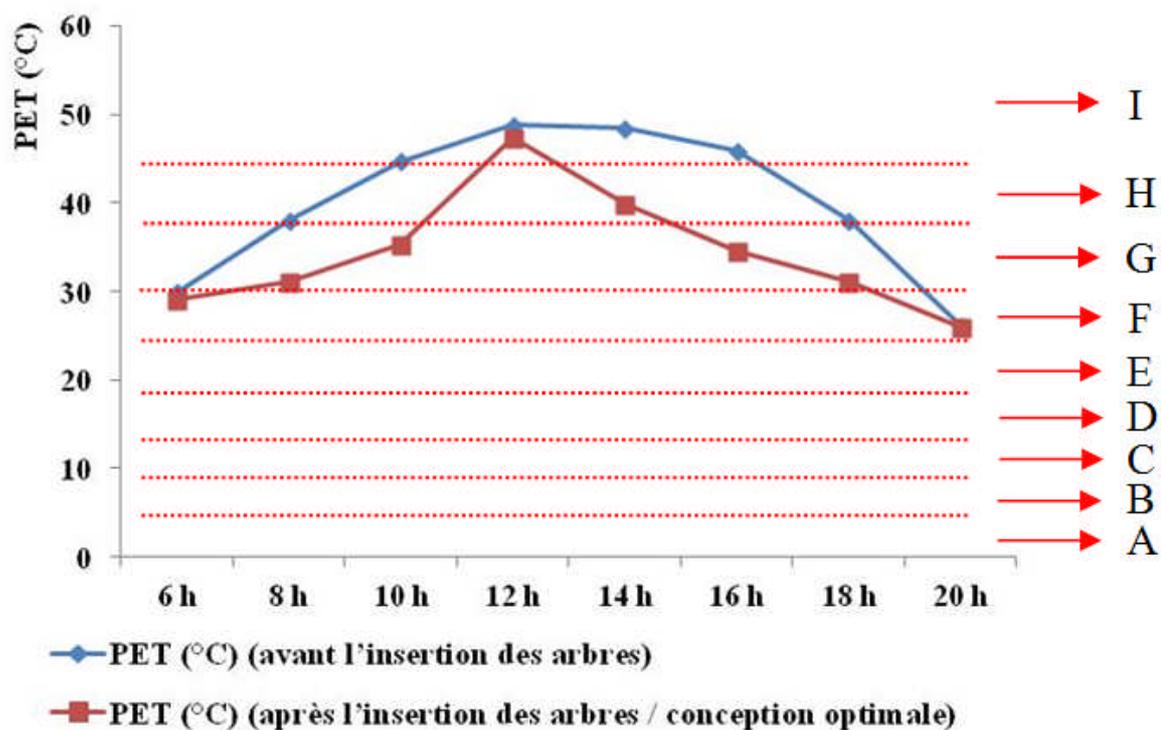


Figure VIII. 16 : graphe de la température physiologique équivalente (PET) de la place Hai Istiqlal / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

VIII.1.3. Place Dhalaa / Biskra :

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a tracé l'ombre pour chaque période de la journée (toutes les deux heures).

Horaires	Avant l'insertion des arbres.	Après l'insertion des arbres, proposition optimale.
6 h		
8 h		
10 h		
12 h		

Tableau VIII. 05: l'ombrage de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan.

Horaires	Avant l'insertion des arbres.	Après l'insertion des arbres, proposition optimale.
14 h		
16 h		
18 h		
19 h 30 m		

Tableau VIII. 06: Suite ; l'ombrage de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan.

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

À cette place, Dhalaa / Biskra les résultats obtenus par la simulation aussi sont acceptables, soit pour le rayonnement direct, diffus ou global, ont été atténués d'une manière considérable. La figure VII. 58 ; représente la situation de la place avant l'insertion des arbres (l'état réel), avec un facteur d'ouverture au ciel (SVF) = 0.863 et à la situation après l'insertion des arbres, la proposition optimale avec un SVF = 0.093, où il a considérablement démentit.

On remarque que le rayonnement global a baissé à la proposition optimale on le comparant avec la situation initiale (l'état de lieu), c'est-à-dire avant l'insertion des arbres. Dont il démentit à 614 w/m^2 à midi par une différence d'environ 180 w/m^2 , (Voir figure VIII. 19) et pour le rayonnement direct est devenu nul toute la journée, à l'exception à midi où on marque 431 w/m^2 vu que le soleil est au zénith. (Voir figure VIII.17) à propos le rayonnement diffusé est semblable pour les deux situations et pas de différence remarquable. (Voir figure VIII.18)

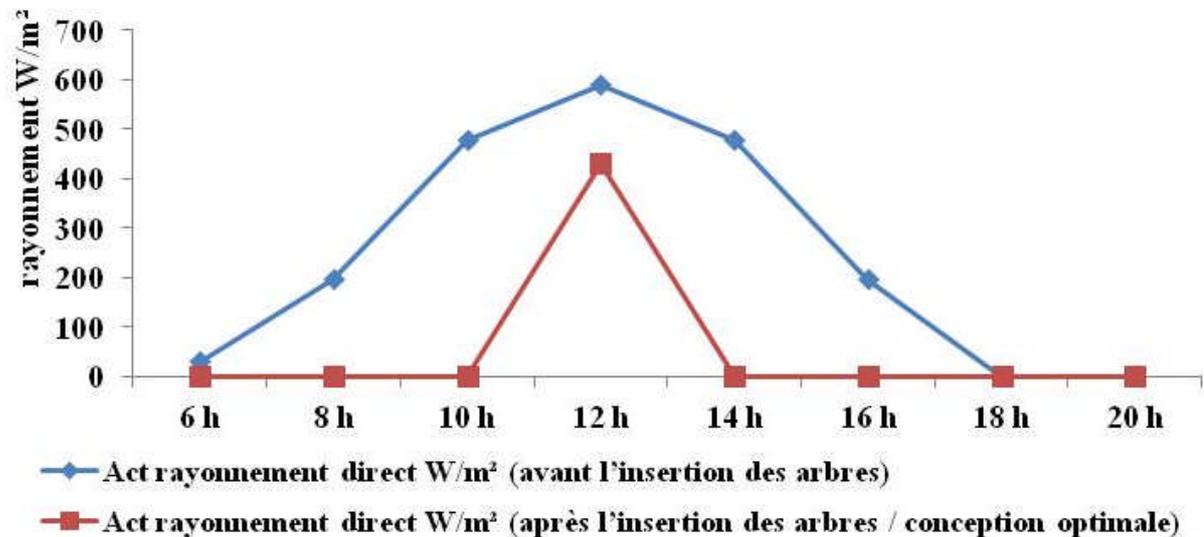


Figure VIII. 17 : graphe du rayonnement direct de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

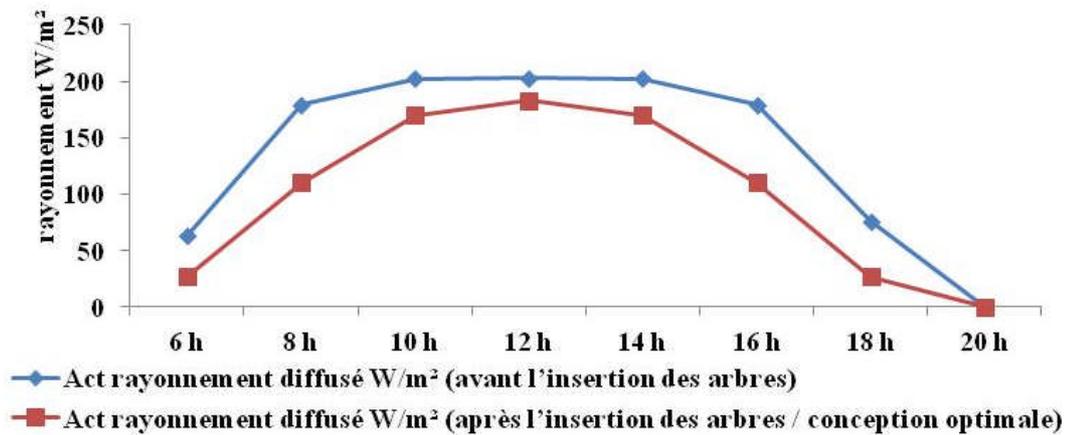


Figure VIII. 18 : graphe du rayonnement diffusé de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

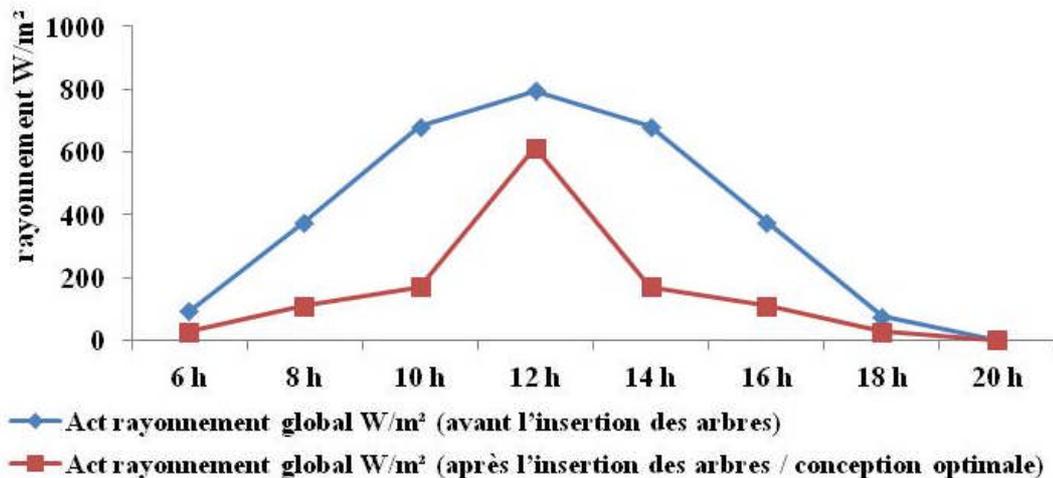


Figure VIII. 19 : graphe du rayonnement global de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

La température du sol (T_s) commence à la première situation, avant l'insertion des arbres, par $51.6\text{ }^\circ\text{C}$ à 8 h a.m. pour atteindre les $64.8\text{ }^\circ\text{C}$ à midi et puis elle baisse arrivant à $33.4\text{ }^\circ\text{C}$ vers le coucher de soleil, puisque l'espace est exposé au soleil toute la journée sans le moindre protège et le sol avec un faible albédo. (Voir figure VIII.20) La seconde situation, après l'insertion des arbres (proposition optimale), grâce à la présence de la couverture verte (l'arbre urbain) les écarts étaient considérables ; environ $19\text{ }^\circ\text{C}$ à 10 h a.m. et $10\text{ }^\circ\text{C}$ à 4 h p.m. À noter qu'à midi la différence était $2.8\text{ }^\circ\text{C}$, vraiment elle était minime puisque le soleil est au zénith.

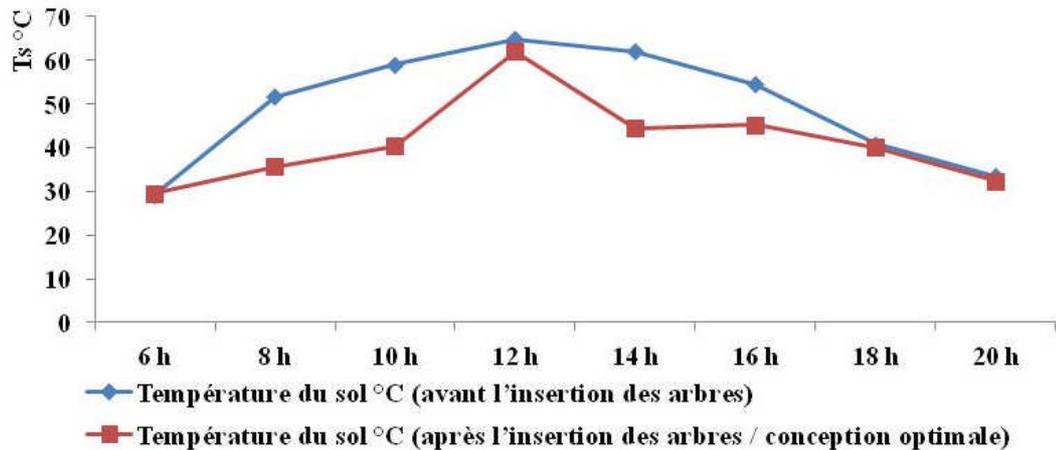


Figure VIII. 20 : graphe de la température du sol (T_s) de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Pour la température moyenne radiante (T_{mrt}) ; on commence par l'état initial de la place, dont elle a évolué de : 31 °C à 6 h a.m. ; 58.3 °C à midi et 42.2 °C à 6 h p.m. (Voir figure VIII.21) en contrepartie, à la seconde proposition les résultats de la simulation c'étaient inférieurs aux autres ; 28.9 °C à 6 h a.m. ; 59.2 °C à midi et 38.5 °C à 6 h p.m. la moyenne de T_{mrt} était environ 38 °C pendant toute la journée.

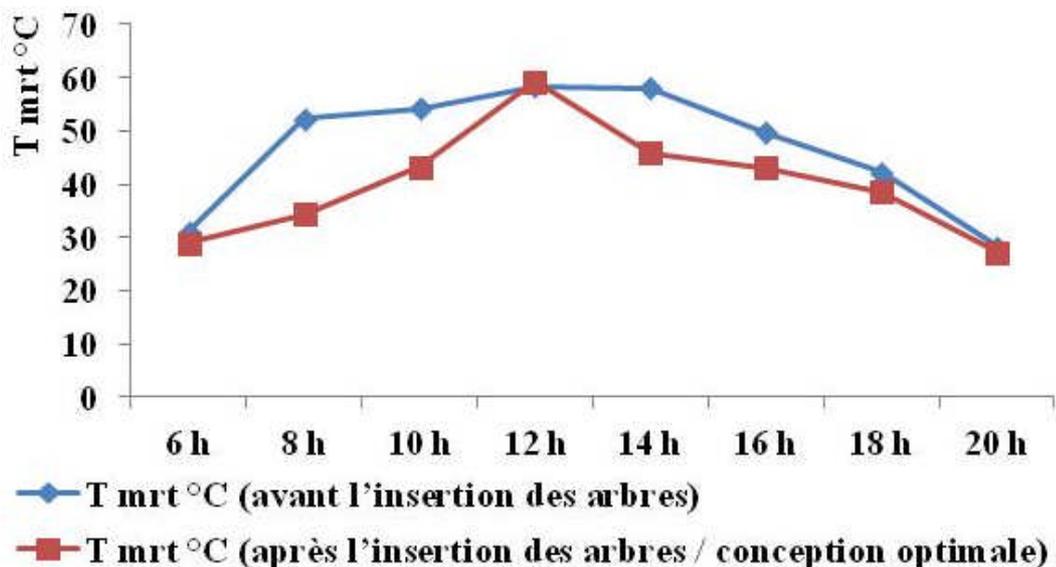


Figure VIII. 21 : graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Code	Perception thermique	Niveau du stress physiologique	Code
I	Extrêmement chaud	Stress extrême de chaleur	I
H	Très chaud	Fort stress de chaleur	H
G	Chaud	Stress de chaleur modérée	G
F	Légèrement chaud	Leger stress de chaleur	F
E	Confortable	Aucun stress thermique	E
D	Légèrement froid	Leger stress de froid	D
C	Froid	Stress de froid modéré	C
B	Très froid	Fort stress de froid	B
A	Extrêmement froid	Stress extrême de froid	A

Figure VIII. 22 : codification perception thermique/stress physiologique.

Le PMV (predicted mean vote) obtenu pour la deuxième situation (après l'insertion des arbres, proposition optimale) montre une réduction significative comparée à celui obtenu à la situation avant l'insertion des arbres.

Le PMV maximum était de 4.5 à midi et 5.5 à la situation initiale de la place. (Voir figure VIII. 23) Le reste de la journée il n'accède pas la limite de la sensation chaude, (la bande : G ; Voir figure VIII.22) Par contre à la situation initiale, le PMV presque toute la journée à la zone très chaude (la bande : H) de 8 h a.m. jusqu'à 6 h p.m.

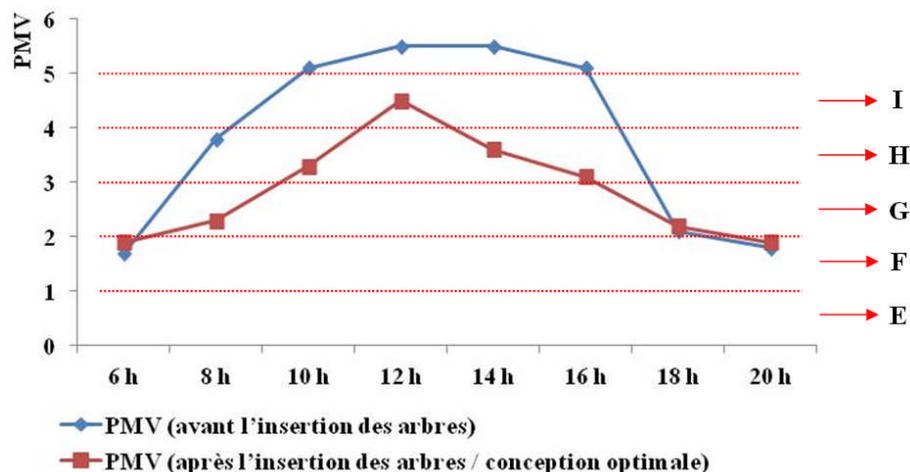


Figure VIII. 23 : graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

Pour la température équivalente physiologique (PET : physiological equivalent temperature) les résultats obtenus pour la situation après l'insertion des arbres, proposition optimale, montrent une atténuation significative comparée aux résultats obtenus à l'autre situation, avant l'insertion des arbres.

La PET maximum était de : 46.3 °C, cela à midi et pendant toute la journée elle n'accédait pas les 39 °C, veut dire, elle se trouve dans la bande chaude 'G' (voir la figure VIII. 22) avec une sensation de stress de chaleur modérée. Par contre à la situation initiale, presque dès le lever du jour au coucher du soleil la PET et d'une moyenne de 43 °C, et elle n'avait pas baissé de la bande très chaude (la bande : H) avec une forte sensation de stress de chaleur, concernant le niveau du stress physiologique. (Voir figure VIII.24)

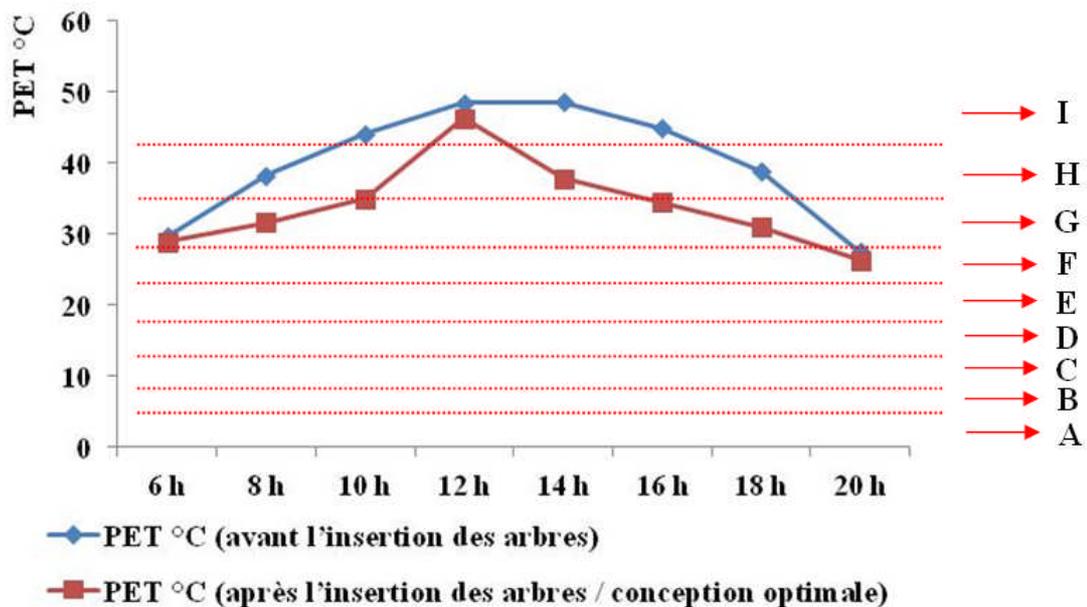


Figure VIII. 24 : graphe de la température physiologique équivalente (PET) de la place Dhalaa / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

VIII.1.4. Place El-Houria / Biskra :

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a tracé l'ombre pour chaque période de la journée (toutes les deux heures).

Horaires	Avant l'insertion des arbres.	Après l'insertion des arbres, concepteur	Après l'insertion des arbres, conception.	Après l'insertion des arbres, proposition optimale.
6 h				
8 h				

Tableau VIII.07: l'ombrage de la place El-Houria / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

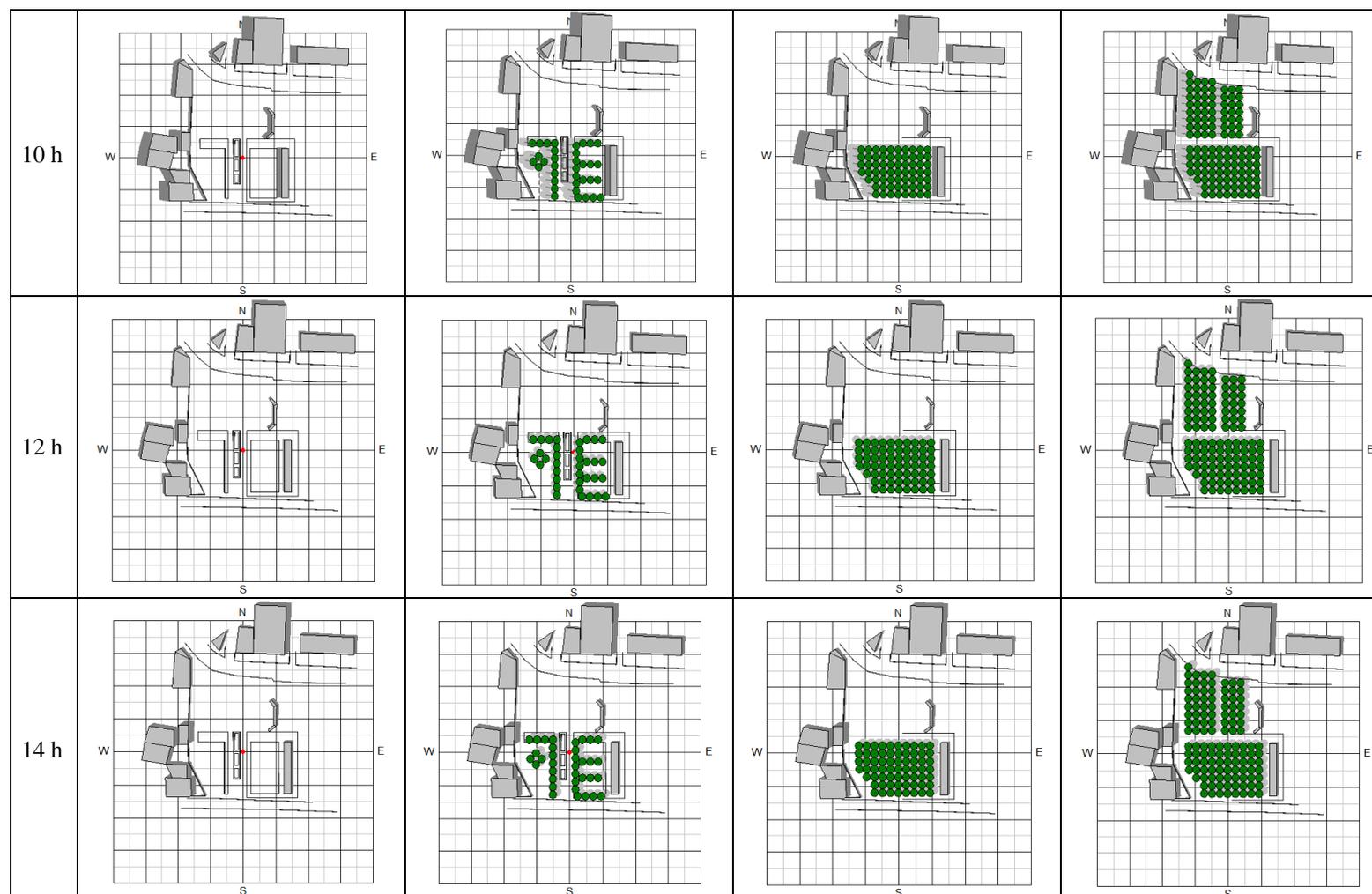


Tableau VIII.08: suite ; l'ombrage de la place El-Houria / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

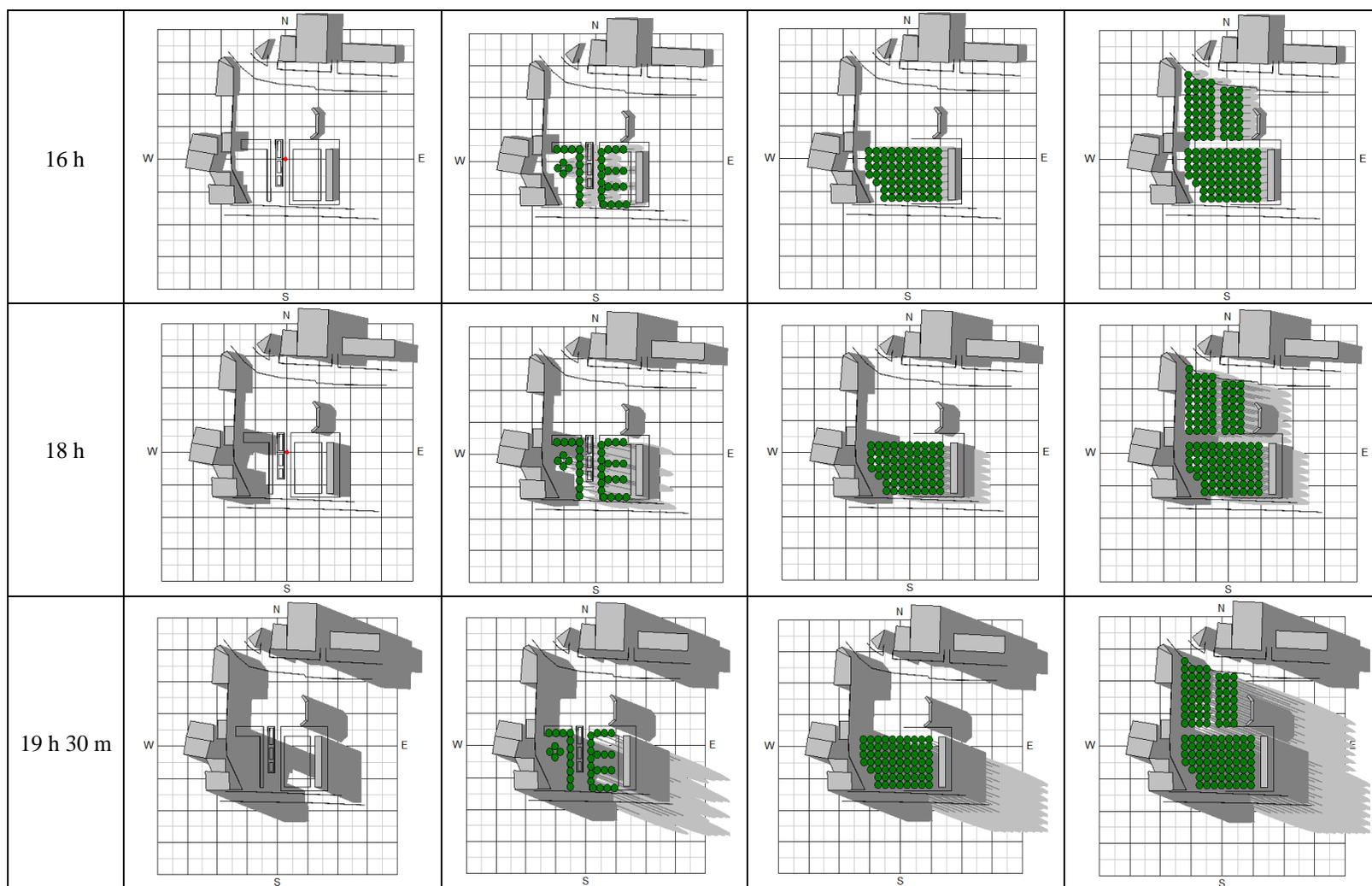


Tableau VIII.09: Suite ; l'ombrage de la place El-Houria / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

La simulation de la place El-Houria / Biskra était en quatre (04) situations, la situation avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), la situation après l'insertion des arbres selon la proposition du concepteur de la place, la situation après l'insertion des arbres, une proposition ; et la proposition optimale qui a répondu à l'objectif de la recherche. (Voir tableau VIII.07 ; tableau VIII.08 et tableau VIII.09)

Par ailleurs, à la figure VII. 60 ; la situation de la place, avant l'insertion des arbres (l'état réel), avec un SVF = 0.917; à la situation, après l'insertion des arbres, la proposition du concepteur avec un SVF = 0.425 et un SVF = 0.101 proposition optimale.

La première lecture des valeurs, du facteur de vue au ciel (SVF) qu'à niveau de la quatrième situation (proposition optimale), on a pu réduire considérablement ce facteur par l'insertion du végétal urbain et par la manière et la conception dont elle était disposée (une couverture verte).

Cette conception avait atténué de son tour le rayonnement direct, diffus et global. On note que le rayonnement direct a baissé considérablement à la quatrième situation par rapport aux autres situations (avant l'insertion des arbres, l'état réel, après l'insertion des arbres, la proposition du concepteur de la place et après l'insertion des arbres, une proposition) de la place publique. (Voir figure VIII.25) Dont il commençait par 31 w/m² à 6 h a.m., 592 w/m² à midi et 0 w/m² à 6 h p.m. pour la situation avant l'insertion des arbres, l'état réel. 100 w/m² à 6 h a.m., 692 w/m² à midi et 100 w/m² à 6 H p.m. pour la proposition du concepteur de la place et après l'insertion des arbres. 0 w/m² à 6 h a.m., 592 w/m² à midi et 0 w/m² à 6 h p.m. et les mêmes résultats pour la proposition optimale.

Pour le rayonnement global il commençait par 97 w/m² à 6 h a.m., 800 w/m² à midi et 79 w/m² à 6 h p.m. pour la situation avant l'insertion des arbres, l'état réel. 148 w/m² à 6 h a.m., 849 w/m² à midi et 148 w/m² à 6 h p.m. pour la proposition du concepteur de la place et après l'insertion des arbres. 31 w/m² à 6 h a.m., 722 w/m² à midi et 31 w/m² à 6 h p.m. et à la proposition optimale, 27 w/m² à 6 h a.m., 615 w/m² à midi et 27 w/m² à 6 h p.m. (Voir Figure VIII.27)

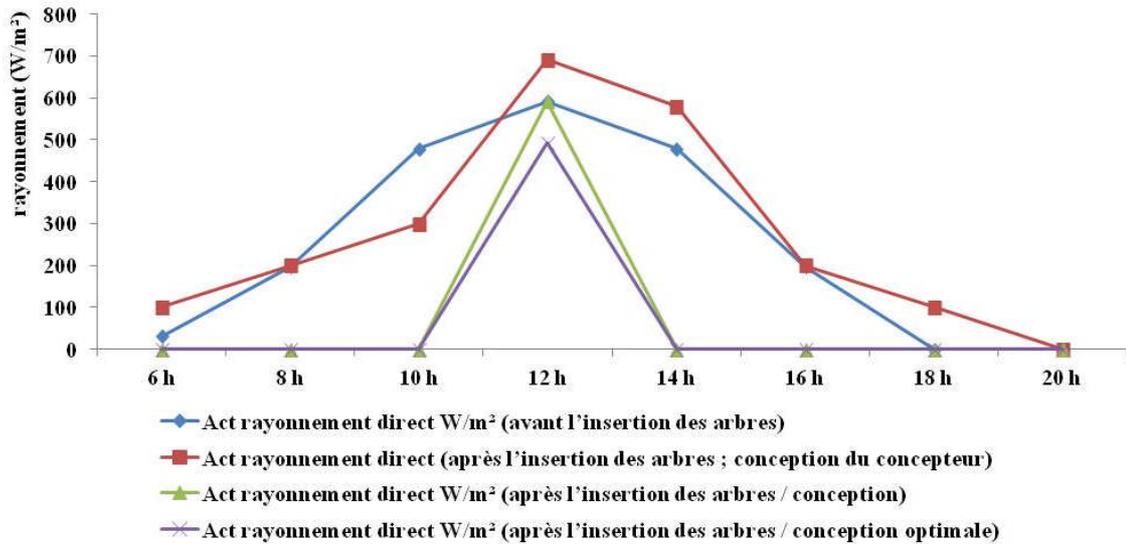


Figure VIII. 25 : graphe du rayonnement direct de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

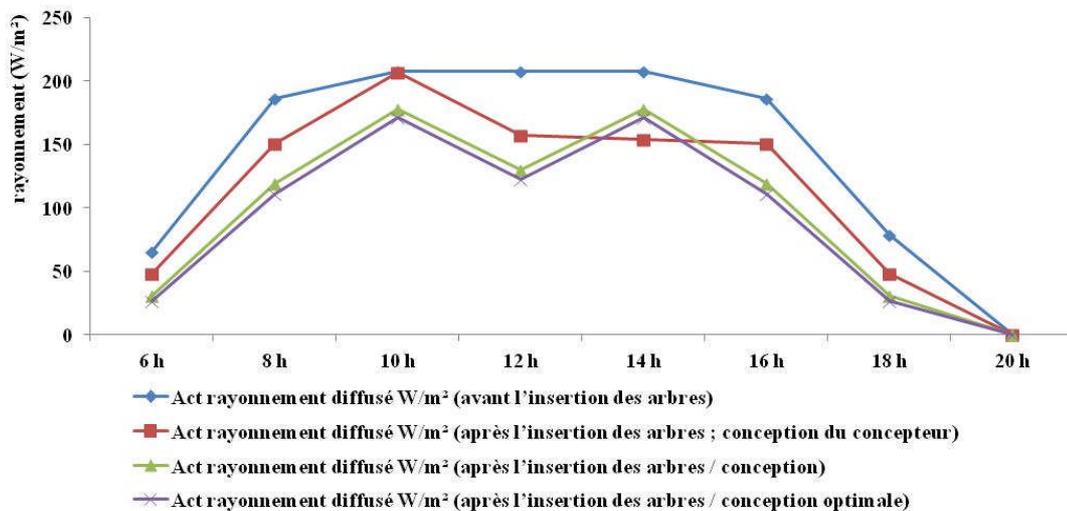


Figure VIII. 26 : graphe du rayonnement diffusé de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

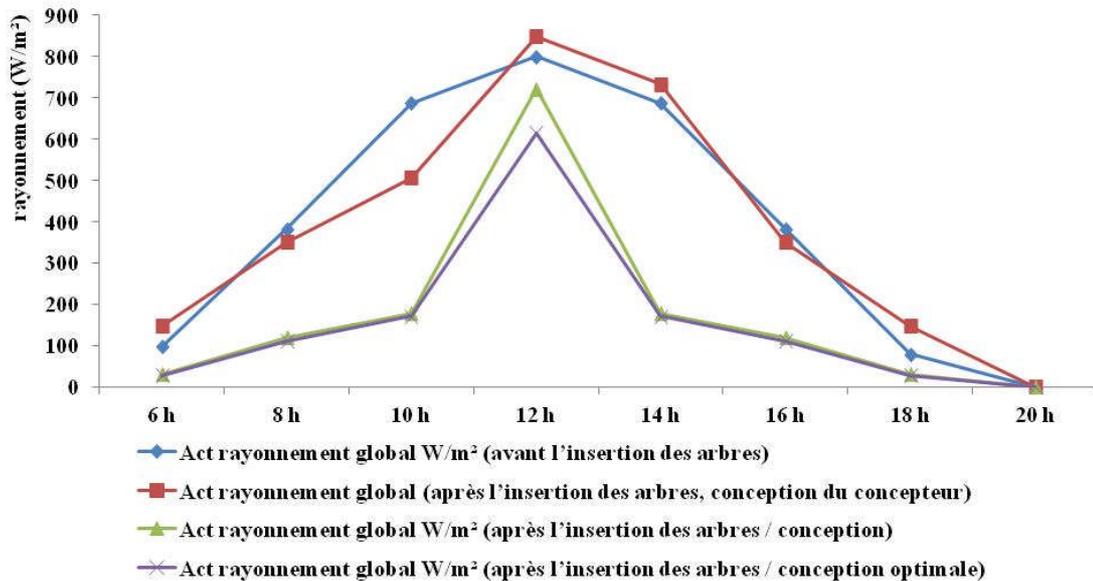


Figure VIII. 27 : graphe du rayonnement global de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

La température du sol (T_s) commençait à la première situation, avant l'insertion des arbres, par 46.2 °C à 8 h a.m. pour atteindre les 68.4 °C à midi et puis elle baissait arrivant à 38.8 °C vers le coucher de soleil. (Voir figure VIII. 28) La seconde situation, après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), la température du sol commençait par : 44.3 °C à 8 h a.m. et 65.2 °C à midi. À noter qu'à la situation optimale la T_s était la moindre par rapport aux autres propositions.

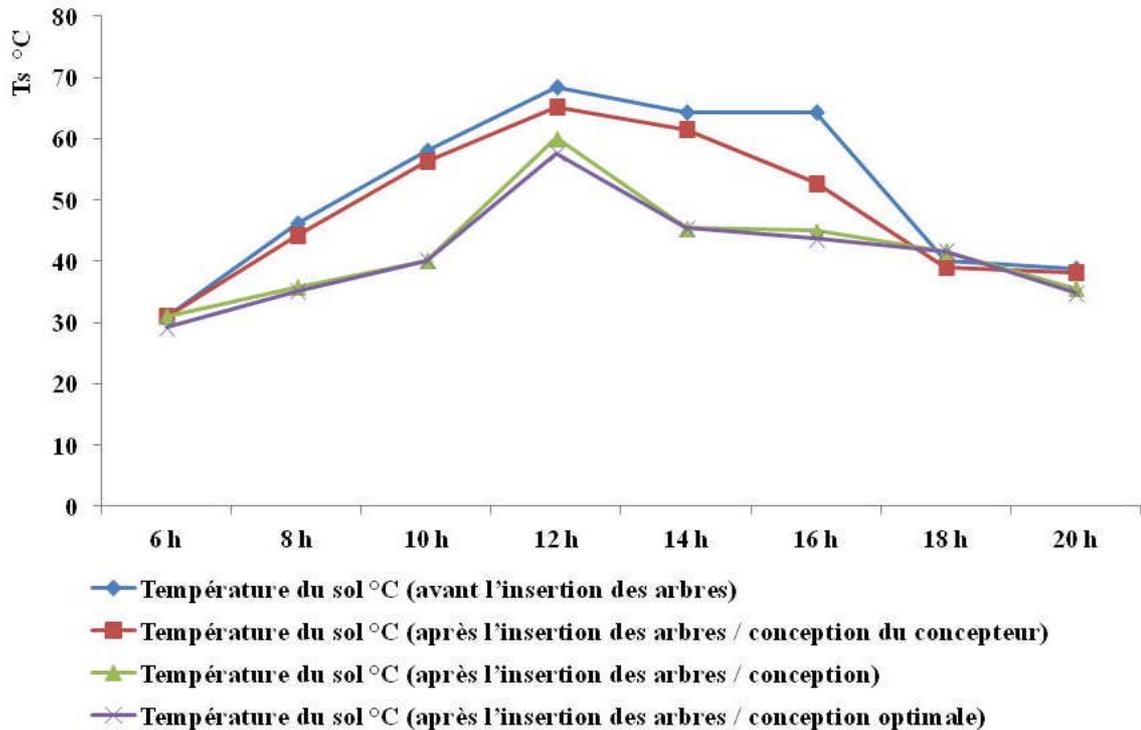


Figure VIII. 28 : graphe de la température du sol (T_s) de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Pour cette place la température moyenne radiante (T_{mrt}) ; à l'état initial, avant l'insertion des arbres, elle commençait par 51 °C à 8 h a.m. ; 60.7 °C à midi et 42. °C à 6 h p.m. pour la proposition du concepteur la T_{mrt} commençait par 49 °C à 8 h a.m. 59.8 °C à midi et 41.5 °C à 6 h p.m. ; à la proposition optimale la T_{mrt} était la plus inférieure par rapport aux autres variantes, dont l'évolution de cette dernière commençait par 35 °C à 8 h a.m. ; 59 °C à midi et 39.5 °C à 6 h p.m. (Voir figure VIII.29)

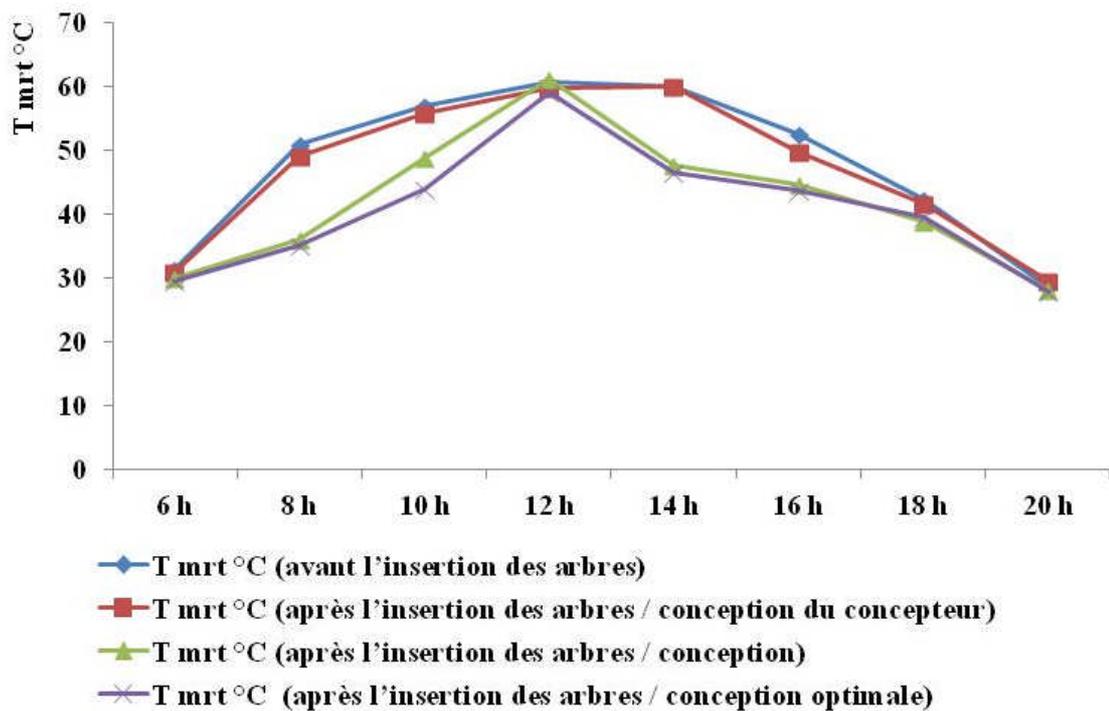


Figure VIII. 29 : graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Code	Perception thermique	Niveau du stress physiologique	Code
I	Extrêmement chaud	Stress extrême de chaleur	I
H	Très chaud	Fort stress de chaleur	H
G	Chaud	Stress de chaleur modérée	G
F	Légèrement chaud	Leger stress de chaleur	F
E	Confortable	Aucun stress thermique	E
D	Légèrement froid	Leger stress de froid	D
C	Froid	Stress de froid modéré	C
B	Très froid	Fort stress de froid	B
A	Extrêmement froid	Stress extrême de froid	A

Figure VIII. 30 : codification perception thermique/stress physiologique.

Le PMV (predicted mean vote) obtenu pour la quatrième situation, après l'insertion des arbres, proposition optimale montre une réduction significative comparée à celui obtenu aux autres situations. (Voir figure VIII.31)

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

Le PMV maximum était de 4.3 à midi et 5.7 à la situation initiale de la place. Le reste de la journée il n'accédait pas la limite de la sensation chaude (la bande : G ; Voir figure VIII.30) mis à part à midi. Par contre à la situation initiale, le PMV presque toute la journée à la zone très chaude (la bande : H) de 8 h a.m. jusqu'à 6 h p.m.

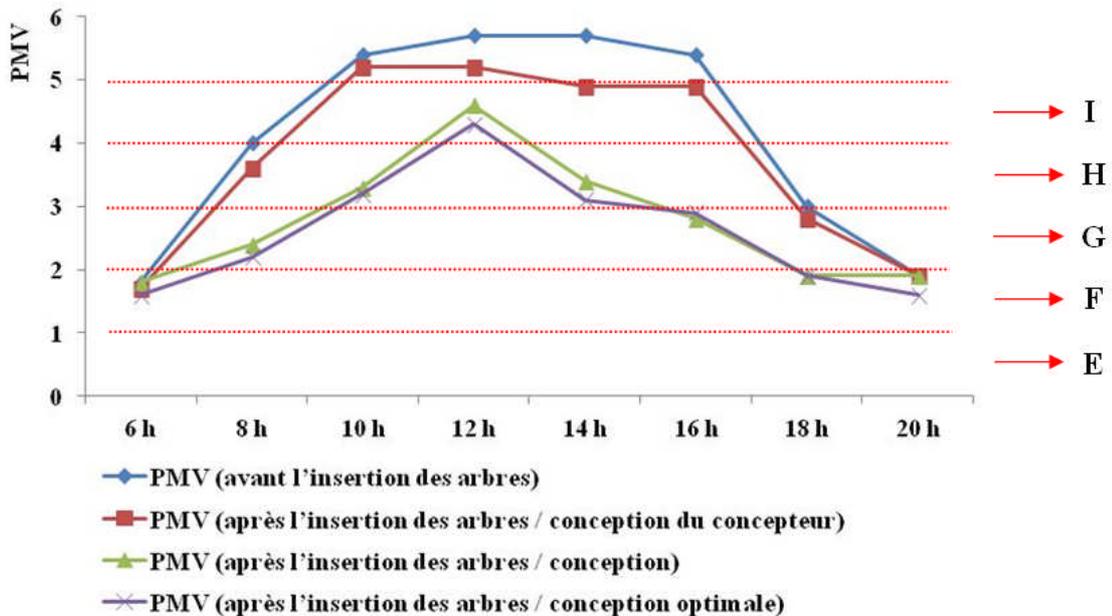


Figure VIII. 31 : graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Pour la température équivalente physiologique (PET : physiological equivalent temperature) les résultats obtenus pour la situation après l'insertion des arbres, proposition optimale, montrent une atténuation significative comparée aux résultats obtenus des autres situations. (Voir figure VIII.32)

La PET maximum était de : 46.9 °C, à midi et pendant toute la journée elle n'accédait pas la moyenne de 38 °C, veut dire, elle se trouve dans la bande chaude 'G' (voir la figure VIII. 30) avec une sensation de stress de chaleur modérée. Par contre à la situation initiale, avant l'insertion des arbres, presque dès le lever du jour au coucher du soleil la PET était d'une moyenne de 42 °C, et elle n'avait pas baissé de la bande très chaude (la bande : H) avec une forte sensation de stress de chaleur, le niveau du stress physiologique. (Voir figure VIII.32)

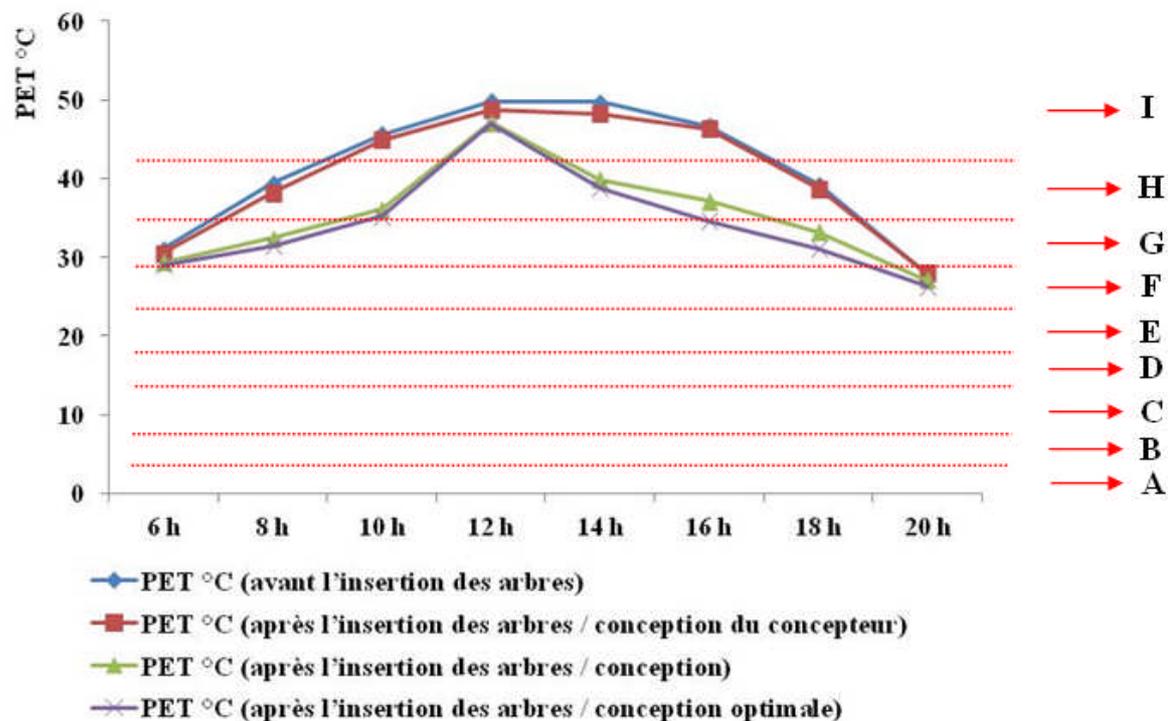


Figure VIII. 32 : graphe de la température physiologique équivalente (PET)de la place El-Houria / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

VIII.1.5. Place Zouaka / Biskra

Par le biais du logiciel 'RayMan', on a tracé l'ombre pour chaque période de la journée (toutes les deux heures).

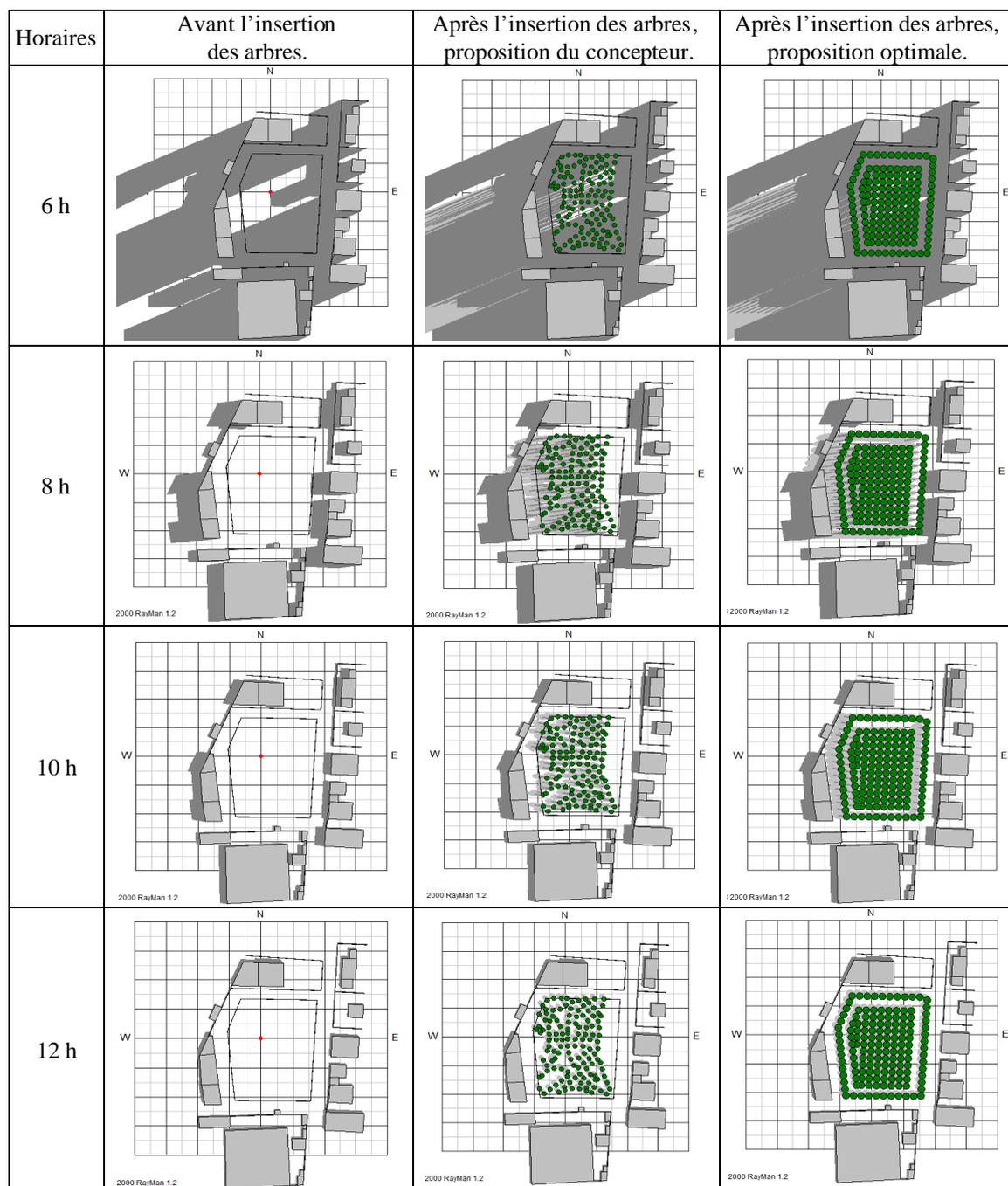


Tableau VIII.10: l'ombrage de la place Zouaka / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan.

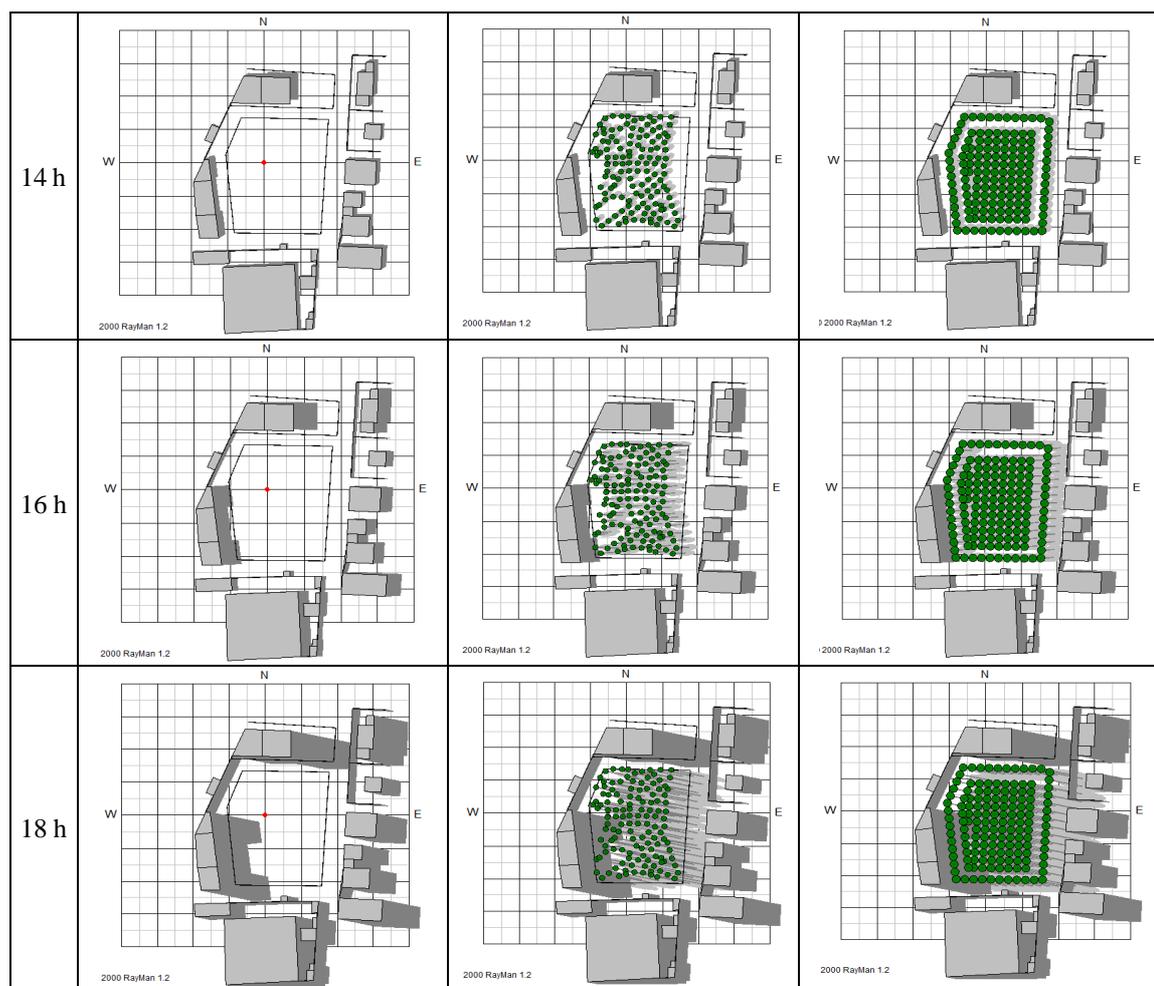


Tableau VIII.11 : Suite ; l'ombrage de la place Zouaka / Biskra, pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur) et après l'insertion des arbres (proposition optimale). Simulation par RayMan.

La figure VII.62 ; représente la situation de la place avant l'insertion des arbres (l'état réel), avec un facteur d'ouverture au ciel (SVF) = 0.883 ; à la situation après l'insertion des arbres, la proposition du concepteur un SVF = 0.134 et la situation après l'insertion des arbres, la proposition optimale un SVF = 0.063 où il a considérablement démunit.

Le rôle du végétal urbain (l'arbre urbain) à la place Zouaka / Biskra était appréciable. En plus des résultats obtenus par la simulation étaient tolérables, la proposition du concepteur avait donné des résultats acceptables. (Voir tableau VIII.11 et tableau VIII.11)

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

On remarque qu'un semblable dans les résultats du rayonnement global soit à la proposition du concepteur ou la proposition optimale ont baissé. (Voir figure VIII.35) Dont il commençait par 379 w/m² à 8 h a.m. 684 w/m² à 2 h p.m. et 95 à 6 h p.m. à la proposition du concepteur, 115 w/m² à 8 h a.m. 174 w/m² à 2 h p.m. et 29 à 6 h p.m. et à la proposition optimale le rayonnement global on note 177 w/m² à 8 h a.m. 166 w/m² à 2 h p.m. et 25 à 6 h p.m.

En plus la même remarque concernant le rayonnement direct, on trouve que les deux situations ; la proposition du concepteur et la proposition optimale ont presque les mêmes résultats. Vu que la conception et la disposition des arbres avaient permis ça. (Voir figure VIII.33)

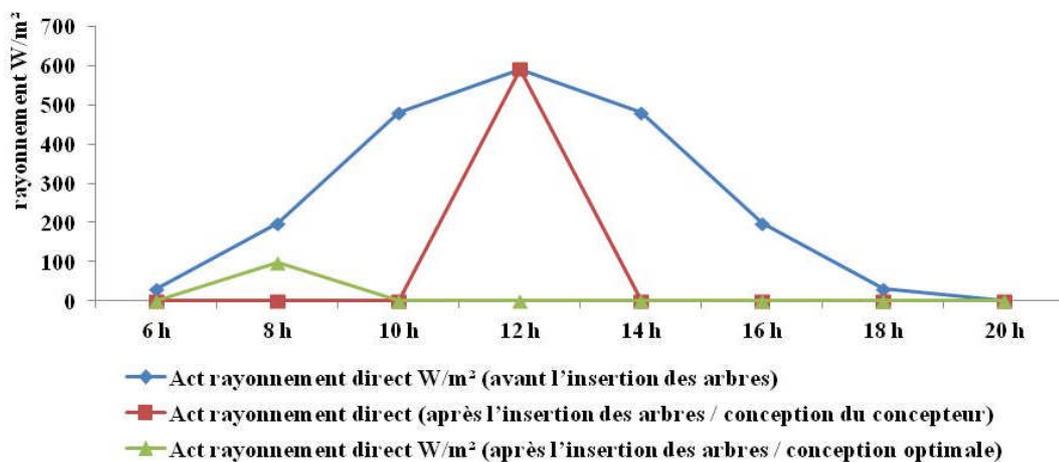


Figure VIII. 33 : graphe du rayonnement direct de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

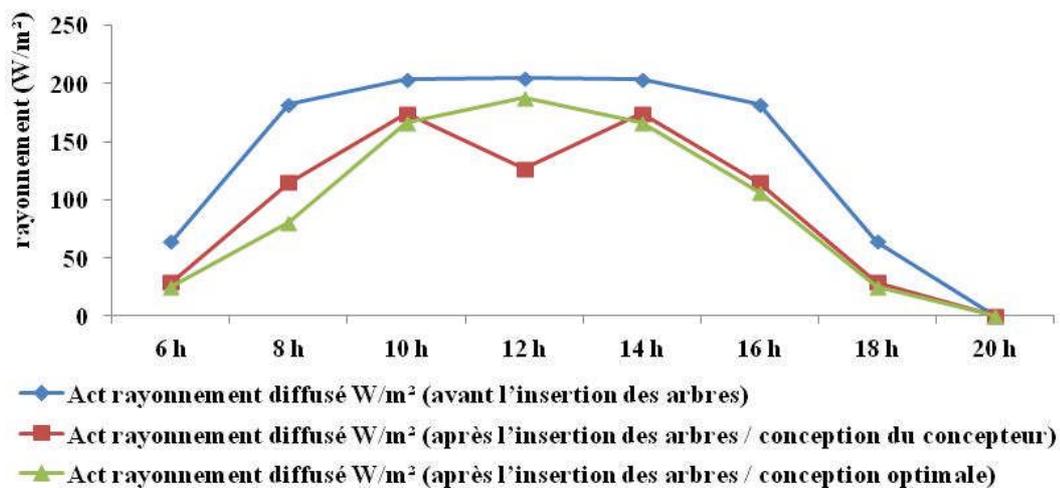


Figure VIII. 34 : graphe du rayonnement diffusé de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

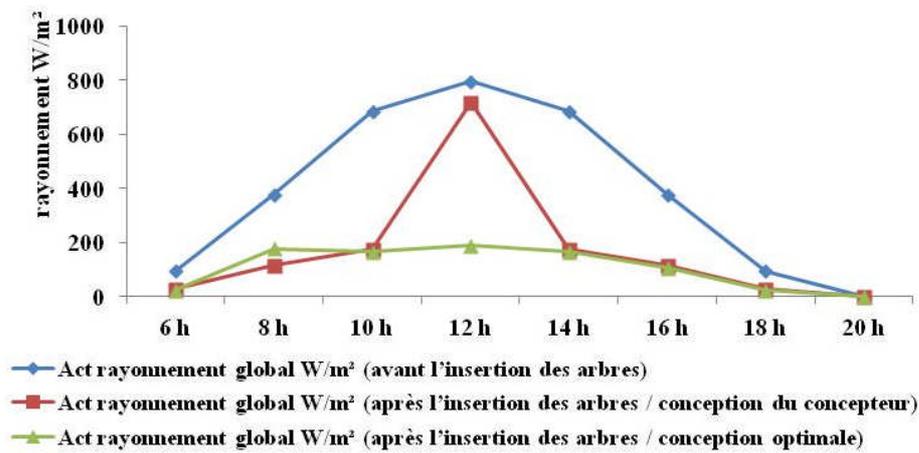


Figure VIII. 35 : graphe du rayonnement global de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), la température du sol (T_s) commençait par 45.6 °C à 8 h a.m. pour atteindre les 67.7 °C à midi et puis elle baissait jusqu'à elle arrive à 31.2 °C vers le coucher de soleil. (Voir figure VIII.36) La deuxième situation, après l'insertion des arbres, proposition du concepteur, la température du sol commençait par 44.9 °C à 8 h a.m. 49.2 °C à 12 h a.m. arrivant vers 8 h p.m. à 34.4 °C ce qu'on a remarqué qu'il n'y avait pas une grande différence entre les résultats de la T_s de cette proposition et la proposition optimale.

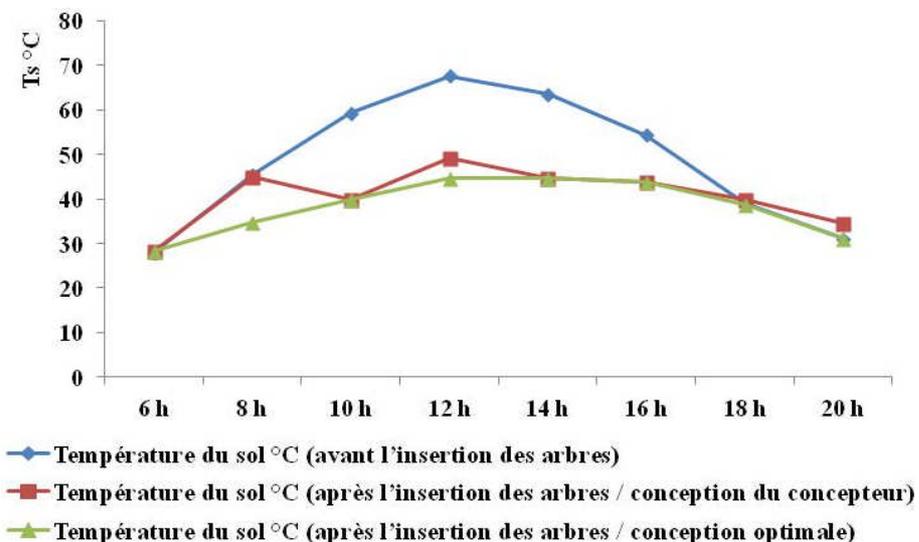


Figure VIII. 36 : graphe de la température du sol de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

Par rapport à la température moyenne radiante (T_{mrt}) la situation optimale, c'est-à-dire, après l'insertion des arbres, elle n'a pas dépassé la moyenne de 39 °C toute la journée, à l'exception à midi où elle a fait 58.1 °C. (Voir figure VIII.37) La situation initiale, avant l'insertion des arbres on note une évolution de la température moyenne radiante (T_{mrt}) dès le lever du soleil jusqu'à midi, où on marque 47.9 °C à 8 h a.m. 57.6 °C à midi et 48.8 °C à 4 h p.m. même à la proposition du concepteur la température moyenne radiante était proche à celle-ci.

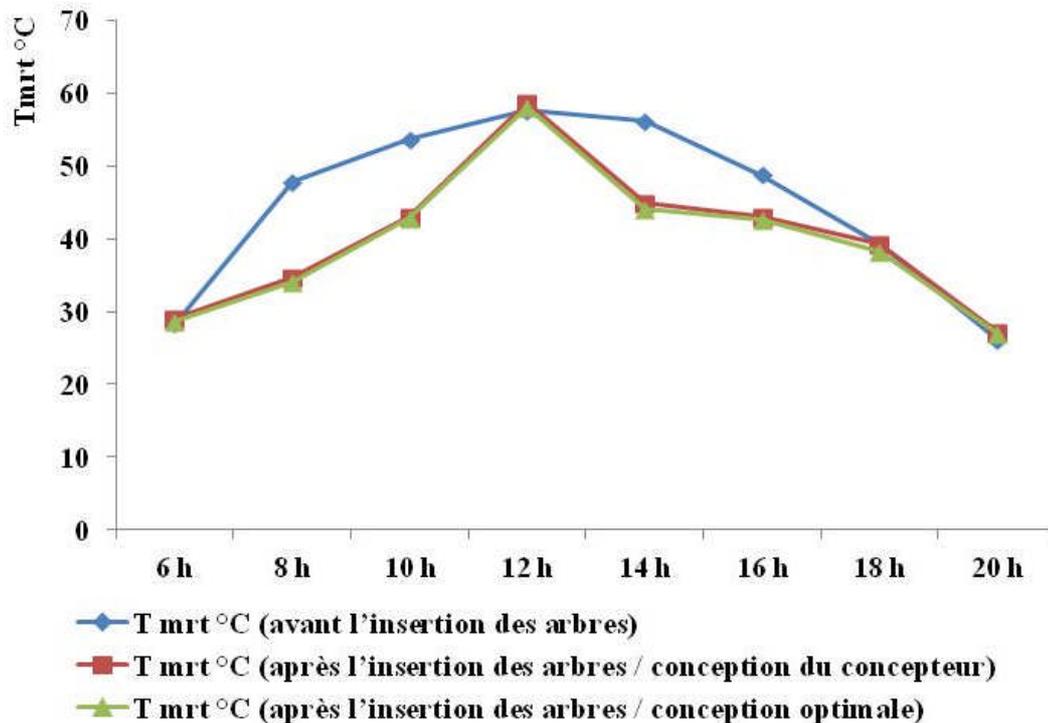


Figure VIII. 37 : graphe de la température moyenne radiante (T_{mrt}) de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

À la situation initiale de la place (avant l'insertion des arbres) de la place Zouaka l'indice de confort le PMV (predicted mean vote) commençait par la valeur 3.7 à 8 h a.m. pour atteindre 5.5 à midi et puis la valeur de 2.4 à 6 h p.m. (Voir figure VIII.39) à la deuxième situation, proposition du concepteur, cet indice commençait par 2.6 à 8 h a.m., 4.7 à midi et puis la valeur de 2.1 à 6 h p.m. à la troisième situation, proposition optimale, le PMV à 8 h a.m. la valeur de 2.1, à midi 4.2 et puis 1.9 à 6 h p.m. on comparant les résultats des trois situations on remarque que les valeurs du PMV de la proposition optimale et du concepteur c'étaient les plus inférieures de l'état initial de la place ; dont ils n'accédaient pas la limite de la sensation chaude (la bande :G ; figure VIII.38) par contre avant l'insertion des arbres le PMV

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

presque toute la journée à la zone très chaude (la bande : H), fort stress de chaleur. (Voir figure VIII. 39)

Pour la température équivalente physiologique (PET) les résultats obtenus pour la situation après l'insertion des arbres, proposition optimale, montrent une atténuation significative comparée aux résultats obtenus aux autres situations. (Voir figure VIII.40) Pour la proposition optimale la PET maximum était 46.5 °C, à midi, contre 48.1°C à la situation initiale de la place pour la même heure. Toute la journée les valeurs de la PET n'accédaient pas les 38 °C pour la situation optimale et la proposition du concepteur, c'est à dire, elles se trouvent dans la bande chaude 'G' (voir la figure VIII.38) avec une sensation de stress de chaleur modérée.

Code	Perception thermique	Niveau du stress physiologique	Code
I	Extrêmement chaud	Stress extrême de chaleur	I
H	Très chaud	Fort stress de chaleur	H
G	Chaud	Stress de chaleur modérée	G
F	Légèrement chaud	Leger stress de chaleur	F
E	Confortable	Aucun stress thermique	E
D	Légèrement froid	Leger stress de froid	D
C	Froid	Stress de froid modéré	C
B	Très froid	Fort stress de froid	B
A	Extrêmement froid	Stress extrême de froid	A

Figure VIII. 38 : codification perception thermique/stress physiologique.

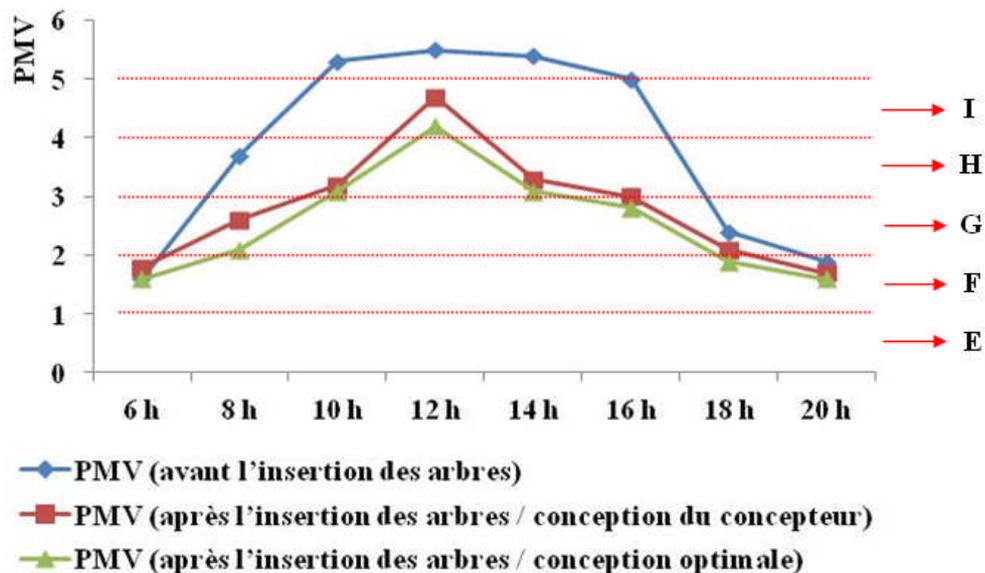


Figure VIII. 39 : graphe du vote moyen prévisible (PMV) de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

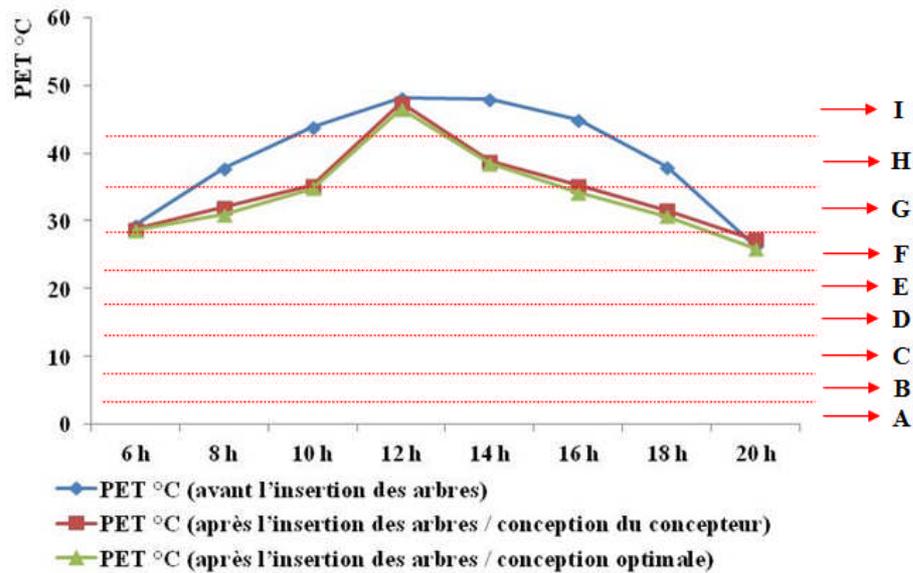


Figure VIII. 40 : graphe de la température physiologique équivalente (PET) de la place Zouaka / Biskra pour différentes situations : avant l'insertion des arbres (l'état de lieu), après l'insertion des arbres (proposition du concepteur), après l'insertion des arbres (proposition) et après l'insertion des arbres (proposition optimale).

VIII.2. Conclusion :

Rappelant bien que cette recherche est pour toucher l'effet positif du végétal urbain (l'arbre urbain) dans l'optimisation du confort thermique des usagers des places publiques de la ville de Biskra.

On choisit de clore ce chapitre par exposer la synthèse des résultats des mesures sur terrain ; la température de l'air, l'humidité relative et la vitesse du vent et de la simulation de cinq (05) places publiques, la place El-Houria ; la place Zouaka ; la place Ben Badis ; une partie de la place Dhalaa et la place Hai Istiqlal.

Les mesures ont été effectuées le 14 juillet 2014, journée d'étéchaude. À noter que les mesures étaient réalisées suivant un intervalle Bi-horaire (de 6 h a.m. à 8 h p.m.). Presque toutes les situations de la journée étaient couvertes par une mesure. Au lever du soleil, avant tous gains thermiques ; le matin, début et l'évolution des gains ; à mi-journée quand le soleil est au zénith et l'après midi, un maximum de la chaleur emmagasinée ; la température maximale, et enfin, au coucher du soleil.

Commençant par les températures de l'air dont un semblable dans les valeurs des températures au niveau de l'ensemble des places sélectionnées pour l'étude ; mis à part la

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

place publique Zouaka où on a constaté que les températures sont légèrement inférieures à celles mesurées aux autres places. 27.3 °C à 6 h a.m. elles sont proches aux températures enregistrées par la station météorologique, 26.8 °C.

Le même constat concernant l'humidité relative, toujours la place publique Zouaka marque le taux d'humidité le plus élevé par rapport aux autres places. Comportement inverse entre les valeurs des températures et les taux d'humidité relative, où l'accroissement de la température de l'air engendre un abaissement de l'humidité relative au niveau des places.

Venant maintenant à la vitesse du vent ; elle est faible pour l'ensemble des places sélectionnées pour l'étude. Vu qu'elles sont protégées des vents dominants et la place Zouaka où elle présente la vitesse la plus faible et la plus inférieure si on la compare avec les autres places, elle est écartée même du mouvement des courants d'air.

Comme déjà cité dans ce chapitre, la simulation est faite pour chaque place sélectionnée pour l'étude et pour les différentes variantes : avant l'insertion du végétal urbain, après l'insertion du végétal urbain selon la proposition du concepteur de la place et la proposition optimale, celle qui a répondu à l'objectif de notre recherche.

Et la simulation c'était pour voir le degré d'influence du végétal urbain sur la diminution du facteur d'ouverture au ciel (SVF), température moyenne radiante (T_{mrt}), température du sol (T_s). Et l'atténuation du rayonnement global reçu par le corps et le rayonnement direct et diffus reçu par le corps. En plus pour calculer les indices du confort thermique : PET, PMV, T_{mrt} , T_s ; et le rayonnement global reçu par le corps et le rayonnement direct et diffus reçu par le corps.

En général, le rayonnement global reçu par le corps et le rayonnement direct et diffus pour toutes les places simulées la proposition optimale marque le rayonnement avec ses types le plus inférieur par rapport aux autres variantes d'une valeur arrive jusqu'à 300 w/m². Passant à la température du sol (T_s) et la température moyenne radiante (T_{mrt}) la même remarque la variante après l'insertion des arbres une diminution palpable pour toutes les places mis à part la période entre midi et 2 h p.m. où ces deux températures sont semblables à celles des autres propositions. Dont elle a fait moins de 39 °C et presque 70 °C à l'état initial de la place, veut dire, avant l'insertion des arbres.

Chapitre VIII : Résultats et interprétations.

En résumé les deux indices, le vote moyen prévisible (PMV) et la température physiologique équivalente (PET) ensemble ; dont les résultats de simulation de la proposition optimale montrent une atténuation significative comparée aux résultats obtenus aux autres situations (avant l'insertion des arbres et après l'insertion des arbres, proposition du concepteur). La PET et le PMV n'accèdent pas la bande chaude 'G' avec une sensation de stress de chaleur modérée presque toute la journée, par contre à la variante de l'état initial des places étudiées la PET et le PMV se trouvent à la bande 'H' perception thermique très chaude avec un niveau du stress physiologique de fort stress de chaleur.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »



Conclusion générale

Conclusion générale :

Conclusion générale :

On rappelle d'abord dans cette conclusion la motivation du choix du sujet, la structure de la thèse, les enjeux, la méthodologie suivie et les résultats obtenus à la fin de ce travail.

Le travail de cette thèse concerne un élément fondamental dans la composition de l'espace urbain et de la ville en général. Cette dernière depuis son existence jamais était un produit d'un acte ou d'une décision volontaire. Ni le fruit d'assemblage de différents éléments : bâti / non bâti ; espace privé / espace public ; divers réseaux ... etc. certes la création de la ville commença par le fait de l'urbanisation. En outre, la ville est le résultat d'un travail collectif d'une population et d'un processus de création et de développement à travers le temps.

La naissance de la ville c'était par le passage de l'homme du niveau naturel, veut dire, du niveau de la chasse, de la grotte et de la cueillette à un stade plus complexe, celui de la transformation et de la reproduction des ressources naturelles. Ce niveau obtenu exige une fixation et une sédentarisation de l'homme et une formation et une organisation de la collectivité humaine, une production d'un espace de vie et d'un habitat approprié.

Par ailleurs, l'espace urbain constitue un cadre architectural et urbain dont l'homme peut évoluer, s'identifier à son environnement et maintenir son système de valeurs. Il peut être défini aujourd'hui comme la pratique de l'urbanisme, il est le champ d'action privilégié de l'architecte et de l'urbaniste.

En effet, Il est nécessaire de percevoir la ville sous différentes optiques : politique, géographique, sociologique, urbanistique, foncière, spatial, socio-spatiale... etc. pour la mieux connaître et mieux la comprendre ensuite chercher à trouver des solutions aux problèmes rencontrés et des remèdes à ses maux.

Désormais, personne ne peut négliger les maux et les problèmes où la ville algérienne s'immerge et souffre.

Le déséquilibre de l'armature urbaine, désordre se développe dans l'usage de l'espace public, de congestion, d'incivilité³⁸, dégradation de la qualité de la vie urbaine, des nuisances, la perte

³⁸ Manque de respect des normes sociales, manque du savoir-vivre en société.

Conclusion générale :

de la notion d'urbanité, le manque de la convivialité, ces problèmes, ces maux en plus le disfonctionnement constater dans la ville par le simple citoyen avant le spécialiste, tout cela nous pousse à penser et à réfléchir profondément à ces problèmes et chercher des solutions adéquates et rapides, tout en intervenant à travers des moyens disponibles sans le recours à des solutions importées et inapplicables sur terrain.

On s'est intéressé dans cette recherche par la ville saharienne algérienne. Ajoutant aux maux et aux problèmes déjà cités pour la ville contemporaine, elle porte en soi d'autres problèmes, duquel :

- Elle vient toujours en seconde position au niveau de la planification depuis la période coloniale à nos jours, vu que les décideurs s'occupent toujours par les villes du nord aux dépens de villes du sud.
- L'inadaptation des instruments d'urbanisme puisqu'ils sont toujours étaient confectionné aux conditions, aux contextes, aux sites et à la spécificité des villes du nord.
- Négligence pendant plusieurs décennies et absence de l'état lors du développement, d'extension et d'étalement de son espace urbain.
- Rupture entre ses nouveaux tissus urbains par rapport à son ancien, ce que lui fait perdre son identité et ses repères.
- L'exclusion et la ségrégation socio-spatiale entre le centre et la périphérie de ces villes.

Pour répondre à ses besoins de repos, de tranquillité, d'abri et trouver un contexte bâti idéal, l'homme du Sahara (du sud Algérien) a pu créer sa ville et son établissement humain malgré la sévérité et l'hostilité du milieu naturel et du climat du désert Algérien.

Cet équilibre climatique l'homme du Sahara a pu l'obtenir par la compacité de la forme urbaine de sa ville d'un côté et par différents dispositifs architecturaux adoptés contre les rayons solaires par la création de l'ombre et le bon choix des matériaux de construction.

De nos jours, en Algérie l'adaptation de l'urbanisme fonctionnaliste et de zonage pour les villes du nord tel que les villes Sahariennes ou bien dit du sud tout en négligeant les spécificités de ces villes a engendré un disfonctionnement au niveau des espaces de ces dernières.

Conclusion générale :

Le choix de notre sujet c'était après une lecture différente de la ville et de ses espaces publics. Cette dernière n'était jamais un simple espace pour être utilisé quotidiennement. La ville est un bien qui appartient à la société. Donc on doit l'habiter comme une grande résidence, un espace de vie et la conserver aux générations futur. La ville se compose dans sa globalité de 'bâti' et de 'non bâti', ce dernier se présente à travers l'espace public : les voies, les rues, les avenues, les places...etc.

L'espace public, agence et organise la ville, il la règle, la forme et lui donne une apparence. Enfin, il est la cause et la conséquence dans sa création, sa croissance. L'espace public recoudre un tissu pour réunir des espaces hétérogènes et de rétablir une certaine continuité dans la trame urbaine. Le citoyen ne côtoie vraiment pas son voisin ou ses connaissances que sur une place publique, trottoir ou une rue...etc. La qualité des espaces publics explique sa capacité à rassembler la population.

S'occuper par l'espace public et de son rôle qui doit le jouer dans la ville en plus le manque d'usage des places publiques de la ville de Biskra par la population, tout cela remonte à des années passées lors de la préparation du mémoire de magistère, intitulé : les espaces publics entre la logique de la conception et l'usage quotidien / Cas des places et placettes de la ville de Biskra.

Les espaces publics en général et surtout les places publiques sont pour la rencontre, la communication et la convivialité. Pour que ces espaces jouent leur rôle comme il se doit, ils doivent être régés par un environnement confortable.

La bonne exploitation de ces espaces impose une connaissance détaillée de tous les éléments qui peuvent améliorer les conditions d'utilisation de ces derniers.

Rappelant que la recherche déjà citée (hanafi, 2010) a visée le problème du déphasage entre la conception et la pratique des espaces publics et en particulier les places dans les milieux arides et semi-arides et particulièrement dans la ville de Biskra / Algérie. Cette recherche a dégagé des recommandations qui aident les concepteurs à mieux concevoir les places publiques pour réanimer et raviver le mouvement associatif qui peut être le semillant et l'expression vivante de l'usager qui lui permettra de vivre et habiter ces espaces comme il se doit. Parmi ces recommandations et les axes de recherches ouverts, il s'agit d'offrir le confort thermique aux usagers. La présente recherche intitulée : Le végétal urbain

Conclusion générale :

générateur de confort thermique dans les villes Sahariennes contemporaines. «Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie ».

Comme enjeux de cette recherche :

- L'amélioration des conditions climatiques augmente l'utilisation des places publiques des villes Sahariennes.
- Avoir de l'ombre dans l'espace public et surtout les places publiques, améliore le confort thermique des villes sahariennes (zones chaudes et sèches) la période estivale, puisque il diminue l'effet des radiations solaires.
- L'amélioration des conditions climatiques est acquise par l'introduction du végétal urbain.
- Le végétal urbain capable d'optimiser le confort thermique à l'espace extérieur.

Pour notre recherche deux modèles sont utilisés ; une série de mesures physiques des paramètres climatiques, c'est-à-dire, l'effet thermique ; hygrothermique et aérodynamique, qui affectent directement les places publiques de la ville de Biskra ; et une modélisation et simulation numérique par le biais du Modèle 'RayMan' pour avoir des résultats fiables aux problèmes de notre sujet de recherche.

On rappelle les deux hypothèses lancées au début de cette thèse ; la première relative à la maîtrise du végétal urbain qui peut assurer le confort thermique. La seconde passe dans le même contexte de la première ; l'intégration du végétal urbain dans les places et dans l'espace public en général, est susceptible de faire retrouver la ville saharienne contemporaine son microclimat traditionnel.

Concernant la structure de cette thèse ; bien que ce travail de recherche c'était sur la ville de Biskra qui se situe dans une zone aride et à climat chaud et sec, les conclusions sont valables pour d'autres villes sahariennes de l'Algérie, puisque les objectifs cherchés dans cette étude sont généralet concernes toutes ces villes. Cette recherche vise à améliorer le confort thermique des espaces publics et particulièrement les places publiques par l'introduction du végétal urbain (l'arbre urbain).

Pour éviter de reprendre les conclusions de chaque chapitre avec leurs détails, on essaiera dans cette conclusion de passer en bref et synthétiser les résultats obtenus, ensuite projeté des

Conclusion générale :

perspectives et des pistes pour des recherches ultérieures permettant d'approfondir cette étude.

Le premier chapitre, a cerné le végétal urbain, la végétation, la végétalisation ... etc. dans ses composants, son utilisation et sa place dans l'espace urbain. C'est un instrument et un outil technique de composition et recomposition d'un paysage. Par ailleurs La végétalisation est un terme qui signifie une couverture verticale ou horizontale composée de végétaux, elle est employée dans l'architecture et l'urbanisme.

En effet l'utilisation du végétal était toujours pour atteindre le confort avec ses composants. En plus sa fonction et son rôle social, esthétique, technique, écologique et surtout le côté climatique. C'est-à-dire, les avantages trouvés par le végétal urbain et en particulier l'arbre urbain contre l'excès des conditions climatiques, notamment les rayons solaires et la chaleur. L'amélioration du climat et de l'air, protection contre les nuisances sonores et visuelles, l'augmentation du taux d'humidité, la circulation et le mouvement d'air, la production de la vapeur d'eau, la diminution du CO₂, la filtration de la poussière et des particules et l'abaissement de la température par les effets d'ombrage et l'évapotranspiration (Akbari ; 2002). Par exemple : l'ombrage des arbres au-dessus de parkings permet d'abaisser les températures à l'intérieur des véhicules de 25°C (Scott et al ; 1999) ; les zones périurbaines arborées avec des arbres âgés, ses températures sont inférieures à celles des zones périurbaines sans arbre (Simpson ; 1998) ; la plantation de feuillus le long des façades, comme on marque des réductions des consommations allant jusqu'à 50 % pour la climatisation. (Akbari et al ; 1992)

La densité du feuillage de l'arbre définit la perméabilité au rayonnement solaire et à la lumière à travers la couronne de l'arbre. Cette densité est relative au type de l'arbre et de son espèce.

En général, la feuille d'un arbre absorbe 80% du rayonnement visible et elle réfléchit 10% de ce dernier, tout en transmettant les 10% restante. concernant l'infrarouge solaire, elle absorbe 20%, 30% transmis et 50% réfléchit. Avant de faire un choix de végétaux, il est impératif de connaître précisément les conditions du site et ses paramètres climatiques où on veut planter le végétal et pour quel rôle. La ville de Biskra n'a pas manqué depuis son existence de verdure et des espaces verts. Mis à part le palmier et ses types, la ville de Biskra a connu d'autres types de végétaux. A noter que le jardin 05 juillet, jardin London, square

Conclusion générale :

20 aout, jardin Mohamed Zidane, jardin Bachir Ben Nacer, jardin 1^{er} novembre et autres de la ville de Biskra abritaient de multiples plantes provenant des quatre coins du monde.

Le deuxième chapitre, portait sur l'analyse du confort thermique a englobé la 'notion du confort' en général et le 'confort thermique' qui est le vif de notre sujet. On a commencé le chapitre par le 'climat' qui est l'enceinte principale de l'être humain et l'élément primordial dans le 'confort' de ce dernier.

Le climat d'une ville ou d'une région est la synthèse des paramètres météorologiques qui affectent cette dernière. La température de l'air, l'humidité de l'air, la vitesse du vent, le rayonnement solaire, la pression atmosphérique, les brumes et brouillards (BARDOU, P et al ; 1978). L'étude du climat se fait sur une des couches suivantes : échelle 'MACRO' à une hauteur de 10^5 m à 10^8 , échelle 'MESO' à une hauteur de 10^4 m à 2×10^5 m, échelle 'LOCALE' 10^2 m à 5×10^4 m et à l'échelle 'MICRO' du 100 m à 1000 m. L'échelle microclimatique est limitée à quelques centaines de mètres (< 500 m). (PINSON, L ; 2016). Ce dernier concerne des espaces de petites dimensions comme un terrain, un quartier ou une place. Le microclimat est influencé par le volume des constructions voisines mais aussi par la nature, l'orientation et l'inclinaison des surfaces et les effets microclimatiques sont au niveau de la couche de canopée urbaine.

Pour le confort est imprécise dans sa définition, dont DREYFUS. J ; (1990) Annonce que la sensation du confort est entièrement subjective et en définition assez imprécise. On pourrait se hasarder à la gradation de ce dernier : l'inconfort, le confort dégradé, le confort, le confort optimal et le confort maximal. On ne s'est pas limité juste dans ce chapitre sur les indices nécessaires pour notre étude, la PET et le PMV (pour un homme, 35 ans d'âge, 75 kg, production de chaleur interne : 80 W, résistance des vêtements 0.9 clo); par contre on a essayé de balayer un nombre important des indices. À noter que l'échelle de confort adopté aux indices : la PET et le PMV, est de neuf échelles (-4 / +4) propre à l'espace extérieur. En plus des paramètres climatiques et des facteurs relatifs à l'environnement immédiat, Facteur de vue au ciel, Rapport : H / L et l'Albédo. Ensuite on c'est penché dans le deuxième chapitre sur les types de transfert de chaleur et surtout par le rayonnement solaire, ce qui affect l'insolation, l'ensoleillement et les températures de l'air et des surfaces.

Conclusion générale :

Ce que cherchent les gens des zones arides et chaudes pour échapper aux 'rayons solaires' est 'l'ombre', dont sa création se fait par : la compacité de la forme urbaine, L'orientation et l'étroitesse des rues, l'encorbellement, le Passage couvert, et l'implantation des arbres.

Le troisième chapitre, réservé aux villes sahariennes contemporaines représenté dans la ville de Biskra, notre cadre d'étude. On a entrepris cette ville depuis sa création et on a vu tout ce que concerne son développement soit socioéconomique, espace urbain, typologie urbaine. Pénétrer au Sahara se fait par trois portes situées à l'Atlas saharien ; en direction du centre du désert en passe par Aïn-Sefra, au cœur des Monts des Ksour ; elle est la première oasis rencontrée en venant d'Oran ou de Tlemcen ; la porte orientale du Sahara algérien est la région de Biskra, au pied des Aurès, elle dessert aujourd'hui les principales régions oasiennes : le Souf wilaya d'El-Oued, l'Oued-Righ, Touggourt et Ouargla, ainsi que les régions pétrolières.

Cette ville représente un échantillon des villes sahariennes d'Algérie. Depuis son existence la ville de Biskra a subi des mutations importantes vu le passage de plusieurs civilisations ; depuis les romains, les arabes, les turques jusqu'aux français.

À la période turque, la ville de Biskra a été créée sur une dénivelée par rapport le niveau général de la région. Et pour se protéger des dangers extérieurs et pouvoir contrôler les cours d'eau et la palmeraie, les turcs ont construit un fort. En 1680, à cause d'une vaste épidémie de peste, le gouverneur Turc donne l'ordre de quitter la ville et s'installer dans la palmeraie ; ce qui a donné la ville traditionnelle nommée le vieux Biskra (Biskra legdima), composée de sept (07) villages éparpillée dans la palmeraie. À l'arrivée de la colonisation française dans la région des Ziban en 1844. Les français à leur tour, ont adopté la même idée que celle des turcs pour s'installer à cette région ; dont ils ont réalisé le fort Saint-Germain, au côté Nord de Biskra et à l'extérieur de la palmeraie et loin des groupements des autochtones.

À partir de 1864 les traits de la ville moderne commencèrent à apparaître avec de nouvelles conceptions et de nouvelles techniques urbaines. La ville moderne a vu des éléments architectoniques d'arabes faisant référence à une architecture locale. Les rues rectilignes, parallèles et larges, dont elles se prêtaient à la circulation mécanique, des rues avec galerie couverte, squares et jardins.

Biskra après l'indépendance est passé par deux périodes ; la première, du 1962 jusqu'à 1974, et la seconde s'étale de 1974 jusqu'à nos jours. L'absence du contrôle de l'état a produit une

Conclusion générale :

croissance arbitraire et naturelle de la ville avec un tissu urbain hétéroclite aux dépens de la palmeraie engendrant un déséquilibre écologique. Le cadre bâti de la ville de Biskra de cette époque était médiocre et désapproprié.

Biskra vers une ville saharienne contemporaine (d'aujourd'hui) Biskra (porte du désert), (Reine des Ziban), des appellations données à cette ville, par son statut oasien, sa position stratégique et sa situation géographique aux portes du désert algérien. Cette ville n'a pas su conserver sa spécificité urbaine et architecturale qu'elle posséda. Ou on compte qu'un palmier pour 10 habitants au l'an 2000, tandis que c'était 7 palmiers à chaque habitant en 1962. Et elle finit par une société moderniste qui remplace la société traditionnelle coutumière. Cette ancienne ville souffre de l'inadéquation entre les données de sa région, et les modèles d'urbanisation adoptés.

Biskra est devenue d'une ville saharienne contemporaine à une ville au Sahara ; Où elle a coupé tous ses liens qu'elle avait avec son passé de celui d'une ancienne « oasis » qui n'excite plus maintenant.

La ville de nos jours a pris sa place avec une nouvelle identité, sans mémoire, sans forme, sans cachet architectural ni urbain, sans âme et sans aucun rapport avec son adorable passé ; dont on a touché le rapport de l'homme et son environnement, où la volonté humaine s'imposa devant un contexte fragile, hostile et parfois ingrat pour former l'écosystème 'biskri', qui s'expose par la trilogie de : l'eau, la palmeraie et l'habitat.

Le quatrième chapitre, concerne la place publique ; avant de voir cette dernière, qui est le corpus de notre recherche ; on a passé par son enceinte, la ville, l'espace urbain ensuite l'espace public arrivant à la place publique depuis son existence à nos jours et ses différentes mutations et transformations.

Avant la naissance de 'la ville' c'était 'le rural', les ilots des terrains agricoles, où la limite et le tracé entre les ilots agricoles devenaient par la suite des chemins et puis se sont transformés à des 'rues', arrivants au stade 'des espaces publics urbains' fréquentés par la population. L'espace urbain est un lieu qui exprime une vision du monde et une manière d'être dans l'espace. Il se compose des constructions et des espaces divers mis les uns avec les autres dans un cadre d'une composition urbaine. Il ne se limite pas seulement au 'bâti' mais aussi le 'non bâti' : espaces verts, parcs, jardins et espaces publics. Le rôle de l'espace public

Conclusion générale :

urbain dépasse le déplacement des gens ou juste leur circulation à la construction et la création de l'espace urbain et la ville.

La place publique et un lieu découvert constitué par l'ensemble d'un espace vide et des bâtiments qui l'entourent. Son importance et son rôle varient selon les cultures et les époques et selon l'intensité de la vie publique. La place publique commence par 'l'agora' le centre de la ville grecque ; ensuite 'le forum' au sein de la ville romaine tout en assumant le rôle de l'agora. Au Moyen Âge, la ville médiévale, la place s'est transformée vers la place du marché où se regroupent les monuments les plus importants de la cité : l'église, l'hôtel de ville, les maisons des nobles...etc. à la cité arabo-musulmane on trouve la place du marché et de son côté la mosquée. De nos jours « la place est vidée de son contenu, privée de son rôle d'espace majeur, du décor, la place est une notion seulement nominative ; cette appellation est distribuée au gré de l'actualité à n'importe quel lieu libre, pour commémorer un héros, un événement ... dans tout cela, la place, c'est quoi ? Un lieu, une fonction, un vide, une forme ? » (BERTRAND, J M ; 1984) la place publique doit retrouver sa qualité, son rôle, sa fonction dans la ville pour récupérer de nouveau 'l'urbanité' et 'la sociabilité' dans société.

On a voulu dans le cinquième chapitre connaître la ville de Biskra à travers ses paramètres climatiques. La wilaya de Biskra est classée par l'état Algérien comme wilaya de sud, malgré qu'elle se situe entre le nord et le sud et cela lui a donné le nom 'la porte de désert'. Classée dans la zone à climat aride. Et se caractérise par un climat très chaud et Sec l'été, d'une température moyenne de 43.5 °C. D'après la matrice, la période de surchauffe englobe les mois de juin, juillet et aout ; des températures très élevées dépassant le seuil de confort, le mois le plus chaud de l'année dans la ville de Biskra c'est le mois de juillet. Concernant l'humidité relative moyenne de 12%. Un hiver très froid dont une température minimale moyenne de 4° et une humidité relative moyenne de 89%. Elle connaît des pluies torrentielles qui provoquent des dégâts matériels. Toutefois les vents chauds et poussiéreux (le Sirocco) soufflent du Sud-est et du Sud-ouest durant la saison de l'automne et printemps avec une vitesse maximale arrivant à 80 Km/h. Le rayonnement solaire incident est très intense et de l'ordre de 7680 wh/m² sur un plan horizontal pendant le mois de juillet qui correspond à une durée d'ensoleillement de 383 heures et qui peut dépasser 12 heures par jour.

Une analyse faite dans le cinquième chapitre sur les tissus urbains de cette ville, dont elle connaît : tissu traditionnel, auto-construit planifié, auto-construit non planifié, colonial, contigu, recasement et habitat type villa.

Conclusion générale :

Cette diversité de tissus influence le microclimat de cette ville. À noter que la ville de Biskra englobe un nombre important des espaces publics, des places publiques et des jardins. Presque toutes les places occupent des poches et des terrains résiduels, non pas étaient conçus pour être des espaces publics pour répondre aux besoins des citoyens et des usagers. Le choix des places pour l'étude, la sélection c'était sur la base d'une classification qui répond aux objectifs de notre recherche, un recensement presque de toutes les places de la ville de Biskra et puis une sélection parmi ces places qui répondent à la notion de la place publique en plus qui peut être objet d'étude. Les places choisies sont : la place El-Houria ; la place Zouaka ; la place Ben Badis ; une partie de la place Dhalaa et la place Hai Istiqlal.

Arrivant maintenant aux stratégies d'optimisation du confort thermique des usagers des places publiques.

Au sixième chapitre on a essayé de balayer quelques techniques architecturales et urbaines possibles pour répondre aux aspirations de la population de la ville de Biskra, d'exploiter les espaces publics et surtout les places sans 'stress thermique', ce dernier est dû par la présence du rayonnement solaire intense, du manque de l'ombre et le manque de la fraîcheur et d'autres facteurs cités en haut.

Après l'analyse, pour optimiser le confort thermique d'un espace public (précisément une place publique) il faut maîtriser les différents éléments intervenants à l'augmentation de la température de l'air et à la diminution d'humidité relative au sein de cet espace pour savoir les évités ou bien les éliminés au maximum.

À vrai dire ; l'optimisation du confort thermique des usagers des places de la ville de Biskra dès le départ les solutions sont très limités, puisqu'on est devant des espaces réalisés et existants, en plus lors de la conception de ces espaces les concepteurs n'avaient pas pris au sérieux les paramètres climatiques du site.

Neufs (09) propositions tournent toutes sur : la modification de la géométrie de l'espace, la modification du revêtement du sol, l'insertion de l'eau sous forme de bassin. Après une fine lecture, une critique, une analyse et étude de différentes situations, la proposition idéale c'était l'introduction du végétal urbain (l'arbre urbain). Puisque « Les deux effets principaux de la végétation sont l'effet d'ombrage du rayonnement solaire (la plupart des arbres feuillus ont une transmissivité faible à l'égard du rayonnement solaire, entre 2 et 5 %) et la conservation d'une température du feuillage proche de celle de l'air, soit entre 20-35 °C inférieurs aux

Conclusion générale :

températures des surfaces des matériaux urbains communs, comme l'asphalte, les blocs de béton. » (KANG, J et al ; 2002) La mise en action et la mise en œuvre de l'effet du végétal urbain (l'arbre urbain) se constate dans le septième chapitre, par la modélisation des places concernant par l'étude et la simulation des facteurs climatiques, d'ensoleillement, de l'ombre ... etc.

Pour être bref ; les étapes suivies et exposées dans le septième chapitre sont : la première concerne la campagne de mesure 'in situ' est relative aux paramètres climatiques nécessaires au logiciel 'RayMan' pour l'établissement de la simulation. La température de l'air, l'humidité relative et la vitesse de l'air en plus les mêmes données enregistrées par la station météorologique de Biskra ; cette étape est achevée par des interprétations graphiques des campagnes de mesures. La deuxième étape relative au choix de l'appareil de mesures ; l'appareil de mesure multifonctionnel 4 en 1 : anémomètre, hygromètre, luxmètre et thermomètre à thermocouple. LUTRON ELECTRONIC LM 8000 (ISO-9001, CE, IEC1010). La troisième étape, le choix du logiciel avec une large lecture sur les potentialités des différents modèles de simulation numérique ont été faite pour désigner le modèle adéquat pour notre recherche. Après un va-et-vient sur les modèles, le choix c'était sur 'RayMan'. Arrivant à la quatrième étape, la modélisation / simulation des places sélectionnées pour l'analyse : la place Ben Badis, la place Istiqlal, la place Dhalaa, la place El-Houria et la place Zouaka.

La modélisation / simulation s'était sur chaque place et pour chaque variante : avant l'insertion du végétal urbain, après l'insertion du végétal urbain selon la proposition du concepteur de la place et la proposition optimale, celle qui a répondu à l'objectif de notre recherche. Le modèle 'RayMan' nous a permis d'évaluer le rayonnement solaire (global, direct et diffus), la température moyenne radiante (T_{mrt}), la température du sol (T_s), en plus les indices de confort thermique la PET et le PMV.

Ce dernier chapitre rassemble les résultats dont on est arrivé et les interprété. Rappelant une autrefois que la démarche suivie dans ce travail, a pour objectif de mettre en évidence le rôle positif du végétal urbain (l'arbre urbain), sur le confort thermique des usagers des places publiques de la ville de Biskra (espace extérieur urbain, très ouvert dont le rapport $H/W < 1$). Par la réduction du facteur d'ouverture au ciel (SVF), la diminution de la température moyenne radiante (T_{mrt}), la température du sol (T_s), l'atténuation du rayonnement global reçu par le corps et le rayonnement direct et diffus reçu par le corps.

Conclusion générale :

Les résultats relatifs au vote moyen prévisible (PMV) et à la température physiologique équivalente (PET) des propositions optimales de toutes les places étudiées ; marquaient une atténuation significative comparée aux résultats obtenus des autres situations (avant l'insertion des arbres et après l'insertion des arbres, proposition du concepteur). Le PMV et la PET n'accédaient pas la bande chaude 'G' avec une sensation de stress de chaleur modérée presque toute la journée, par contre à la variante de l'état initial des places étudiées le PMV et la PET se trouvaient à la bande 'H' perception thermique très chaude avec un niveau du stress physiologique de fort stress de chaleur. A noter que la période de la journée du : midi à 2 h p.m. le végétal urbain n'a pas pu intercepter les rayons solaires vu que le soleil était au zénith.

Les résultats de la T_{mrt} , de la T_s , du rayonnement global, du rayonnement direct et du rayonnement diffus de cette période correspondaient à ceux des autres situations ; par contre une diminution palpable notée le reste de la journée.

Dans l'espace public (espace extérieur ouvert) en général ou bien la place publique, les usagers demandent et exigent du confort thermique pour exploiter cette dernière convenablement et en permanence dans le but d'arriver par la société à la notion d'urbanité, de la convivialité et de la sociabilité.

Cette recherche a mis en exergue l'effet positif du végétal urbain (l'arbre urbain) au sein des places publiques de la ville de Biskra ; comme il est à noter qu'à travers notre investigation et simulation numérique on a constaté que le végétal urbain (l'arbre urbain) ne peut apporter un apport positif dans l'amélioration du confort thermique des usagers des places publiques de la ville de Biskra à la plage horaire du midi à 2 h p.m.

Limites et Perspectives :

Cette thèse contribue ainsi à une meilleure analyse et connaissance des places publiques de la ville de Biskra pour pouvoir optimiser le confort thermique de ses usagers.

- Dans cette recherche on s'est focalisé sur le rayonnement solaire ; comme on s'est limité dans ce travail à la période diurne. Il serait intéressant de faire une étude comparative entre le jour et la nuit.

Conclusion générale :

- En plus, notre travail s'est limité à la saison d'été, on a visé la période de surchauffe. Aussi, il serait intéressant de faire une étude comparative entre les différentes saisons pour mieux voir l'effet climatique du végétal urbain.
- Les places publiques choisies dans cette recherche sont de type espace très ouvert. il fallait voir aussi d'autres exemples de type canyon ou dièdre.
- Les sites dont les places publiques se situent sont entre tissu urbain colonial, Z.H.U.N, quartier ... etc. Etudier une place dans un tissu traditionnel peut donner d'autres résultats
- Après analyse, l'élément choisi dans cette recherche pour la protection contre le rayonnement solaire c'était le végétal urbain (l'arbre urbain). Il est aussi, intéressant d'associer d'autres éléments (l'eau par exemple)
- L'examinassions des propriétés des matériaux de revêtements du sol perméable qui peuvent conserver de l'eau.
- Simulation par le couplage entre deux logiciels ou plus pour avoir plus des données dans le but d'améliorer le confort thermique des usagers des places publiques, vu que notre simulation s'est pointée sur le rayonnement solaire.

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie »

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

ABID Larbi ; (2014) ; L'offre de soins dans les différentes régions d'Algérie en 2014 ; site web : http://www.santemaghreb.com/algerie/pdf/poivue_86.pdf

ABDULHAK. S et PINON. P ; (1973), Maison en pays islamiques modèles d'architecture climatique in architecture d'aujourd'hui, n° : 167 . cité in BENNAJI Amar ; (1999).

ACKERMAN, S; (2007); Urban heat island, University of Wisconsin, Space science and engineering center, 2007 (visité en mai 2008). Disponible sur Internet : [http://icecap.us/images/uploads/URBAN HEAT ISLAND.pdf](http://icecap.us/images/uploads/URBAN_HEAT_ISLAND.pdf). cité in: BOUKHABLA ; (2010)

ADAD, M.C et al ; (2002). APPRENDRE DU PASSE CAS DU VIEUX BISKRA ; revue Sciences & Technologie – N°17, Juin (2002), pp. 123-132. Université Mentouri, Constantine, Algérie, 2002.

AGLI Nadia ; (1988) ; Biskra : Analyse et extension du centre ville, Mémoire de Travail Personnel de Fin d'Étude, École d'Architecture Paris Villemin, Juillet 1988.

AHMED OUAMEUR FOUAD ; (2007) ; MORPHOLOGIE URBAINE ET CONFORT THERMIQUE DANS LES ESPACES PUBLICS Etude comparative entre trois tissus urbains de la ville de Québec ; Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en science de l'architecture pour l'obtention du grade de Maître des Sciences (M.Se.) ; Ecole d'Architecture faculté d'aménagement, d'Architecture et des Arts visuels université LAVAL Québec ; Canada.

AIT-AMEUR, K (2000). Vers une méthode multicritère de caractérisation du microclimat dans les espaces publics urbains : validation d'un système d'indicateurs morpho climatique et d'un indicateur de confort, Thèse de Doctorat Ecole Polytechnique de Nantes, France.

AIT-AMEUR, K (2002). Characterization of the microclimate in urban public spaces through the validation of a morpho-climatic indicator system, *Design with the Environment*, Proceedings of PLEA (Passive Low Energy Architecture).

AKBARI H., DAVIS S., DORSANO S. et al. (1992). Cooling our communities – a guidebook on tree planting and light colored surfacing. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Policy Analysis, Climate Change Division. Berkeley : Lawrence Berkeley Laboratory, 217 p.

ALKAMA Djamel ; (1995) ; typologie critique de l'habitat à Biskra ; thèse de magistère université Mohamed Khider Biskra.

ALKAMA Djamel ; (2005) ; Pour une nouvelles approche d'urbanisation dans les zones arides : cas du bas Sahara. Thèse de Doctorat ; université de Biskra.

Bibliographie :

ALVAREZ MORA Alfonso ; (2002) ; Espaces publics, architecture et urbanité ; publication de l'université de Saint-Etienne ; 2002.

ALVAREZ S. et al; (2000). Greencode : Reglementary frame for renewable energy use in urban site through vegetation plannings and strategic surfacing. ALTENER – DG XVII (in press) . Cité in: VINET Jérôme; (2000)

AMELUNG B., BLAZEJCZYK K. and MATZARAKIS A., (2007): CLIMATE, THERMAL COMFORT AND TOURISM ; Climate Change and Tourism / Assessment and Coping Strategies .

AMIRTHAM Lilly Rose et al 2014 ; AMIRTHAM Lilly Rose ; Ebin Horrison, M.Arch and Surya Rajkumar, B.Arch; Study on the Microclimatic Conditions and Thermal Comfort in an Institutional Campus in Hot Humid Climate ; 30th INTERNATIONAL PLEA CONFERENCE ; 16-18 December 2014, CEPT University, Ahmedabad

ANDRADE.H and ALCOFORADO M.J ; (2007) ; Microclimatic variation of thermal comfort in a district of Lisbon (Telheiras) at night; Theor. Appl. Climatol ; Springer-Verlag 2007

ANDRADE. H and ALCOFORADO M.J ; (2007); Microclimatic variation of thermal comfort in a district of Lisbon (Telheiras) at night; Theor. Appl. Climatol ; Springer-Verlag 2007

ANNICK Germain (2002) ; Espaces publics, architecture et urbanité ; page : 25 ; publication de l'université de Saint-Etienne.

ASHRAE (1993). Physiological principles and thermal comfort. ASHRAE handbook of fundamental. Atlanta : ASHRAE, 8.1-8.29.

BARDOU P., ARZOUMANIAN V. (1978) « Archi de Soleil ». Edition Parenthèse, 120 p. cité in : KADRI Wassila, (2012).

BAKER, N. and RATTI, C (1999). Simplified urban climate models from medium-scale morphological parameters. In : Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology, November 8-12. Sydney, Australia : Macquarie University.

BALTARD Victor, CHEMETOV Paul etMARREY Bertrand; (1984) ; Architecture, Paris 1848-1914, Edition Dunod, 1984

BANZO Mayté, (2011); L'espace ouvert pour une nouvelle urbanité ; Sep 2011 ; dossier HDR ; université Michel de Montaigne bordeaux 3.

BASTIE Jean et DEZERT Bernard ; (1980) ; l'espace urbain ; Masson ; paris 1980.

Bibliographie :

BECKETT, K.P., Freer-Smith, P.H., et Taylor, G., (2000) ; Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global Change Biology*, 2000. 6(8): p. 995-1003.

BELARBI, R. and ALLARD, F. (1998). Atlas of natural cooling techniques in Southern Europe application to evaporative cooling systems. In : *Proceedings of EPIC'98*, 2nd European conference on energy performance and indoor climate in buildings and 3rd International conference on indoor air quality, ventilation and energy conservation in buildings, November 19-21. Lyon : ENTPE, pp. 763 –768.

BELATRACHE, T ; (2006) ; effets thermo radiatifs et caractérisation microclimatique des cours intérieurs dans les édifices publics ; thèse de magistère U. Mentouri Constantine ; 2006. Cité in: KEDISSA chahrazed.

BENHALILOU karima (2009) ; Impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment . Cas du climat semi-aride

BENNADJI Amar ; (1999), "Adaptation climatique ou culturelle en zones arides". Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille I, Université de Provence, U.F.R. des sciences géographiques et de l'aménagement, France.

BERGER, X ; (1998), "Human thermal comfort at Nimes in summer heat". In : *EPIC 98*. 2^e conférence européenne performance énergétique et qualité des ambiances dans le bâtiment et 3^e conférence internationale sur la qualité de l'air intérieur, ventilation et économie d'énergie dans les bâtiments". Actes du colloque, Lyon 19, 21 novembre 1998.

BERGER, X. (1993) Vêtement et micro-climat : gestion dynamique et modèles d'interfaces. In : *Journées d'études S.F.T* 12 mai, Paris : SFT.

BERGER, X ; (1998) ; La climatisation urbaine passé et présent ; In *Ambiance architecturale et urbaine*. Edition Parenthèses. Paris 1998

BISSON, J ; (1993) , Développement et mutations au Sahara maghrébin, CNDP, Tours.

BLAZEJCZYK Krzysztof, Yoram Epstein, Gerd Jendritzky, Henning Staiger and Birger Tinz ; (2011) ; Comparison of UTCI to selected thermal indices ; *international Journal of Biometeorology* ; 2012 May; 56(3): 515–535 ; Published online 2011 May 26. Doi : 10.1007/s00484-011-0453-2

BOFILL Ricardo et VERON NICOLAS ;(1995) ; l'architecture des villes ; édition : Odile Jacob ; avril 1995.

BOFILL Ricardo ; (1985) ; *Taller de Arquitectura. Die Gestaltung der Stadt Industrie und Klassizismus*. Stuttgart: Karl Krämer Verlag, 144 p.

Bibliographie :

BOHIGAS Oriol ; (2002) ; Espaces publics, architecture et urbanité ; publication de l'université de Saint-Etienne ; 2002.

BOLUND, P. et HUNHAMMAR, S. (1999);*Ecosystem services in urban areas*. Ecological Economics, 1999. 29(2): p. 293-301.

BORDAS. F. (1999) « Le confort dans les tissus traditionnels » Ed. Parenthèses. Paris, 1999, pp.77-78

BOREL Frédéric ; (1998) L'appel de l'intériorité, Paris Côté Cours, Editions du Pavillon de l'Arsenal, Paris, 1998.

BOUCHERIBA FOUZIA ; (2010) ; impact de la géométrie des canyons urbains sur le confort thermique extérieur ; mémoire de magistère ; département d'architecture et d'urbanisme ; université Mentouri de Constantine.

BOUKHABLA, M et ALKAMA DJAMEL; (2010) ; The effect of urban Morphology on urban heat island – Case study city of Biskra ; Algeria.

BOUKHABLA, M ; (2010), "Impact de la géométrie des rues sur les fluctuations thermiques extérieurs, cas du lotissement El-houria Biskra". Mémoire de magister, Université de Biskra, département d'architecture de Biskra, Algérie.

BOUKHABLA, M ; (2015) ; L'influence des facteurs climatiques sur la modification de l'îlot de chaleur urbain dans une rue « canyon, dièdre et dégagée », Cas des lotissements Biskra ; thèse de Doctorat en sciences en Architecture ; 06/10/2015 ; Département : Architecture ; Faculté des Sciences et de la technologie ; Université Mohamed Khider – Biskra

BOUMARAF, H et al ; (2008) ; d'une typologie des espaces extérieurs à leur caractérisation thermique expérimentale dans les zones arides, cas de la ville de Biskra ; revue Sciences & Technologie ; N°28 ; Université Mentouri, Constantine, Algérie, 2008.

BOURBIA Fatiha et al (2004) ; cité par Matallah Mohamed Elhadi ; 2015 ; L'impact de la morphologie des tissus urbains sur le confort thermique extérieur - Cas d'étude ville de Tolga ; Mémoire de Magister en Architecture ; Option Etablissements humains dans les milieux arides et semi-arides ; Université Mohamed Khider – Biskra

BOURGERY, C et MAILLIET, L ; (1993) ; L'arboriculture urbaine. Institut pour le développement forestier, Mission du paysage.

BOUROUBA Rachid ; L'état Hamadite : histoire et civilisation ; d'après AGLI Nadia ;(1988)

BOUTABBA, S.D ; (2007), "Confort thermique urbain entre mesure et perception, étude de cas à Sidi-Okba". Mémoire de magister, Université de Biskra, département d'architecture de Biskra, Algérie.

Bibliographie :

- BOUTEFEU Emmanuel ; (17-01-2011) ;** La nature en ville : rôle du végétal vis-à-vis de la qualité de la vie, la biodiversité, le microclimat et les ambiances urbaines.
- BOUZAHZAH Foued ; (2015) ;** dynamique urbaine et nouvelle centralité, cas de Biskra, Algérie ; 09/12/2015 ; thèse de doctorat es sciences ; département d'aménagement du territoire ; université des Constantine.
- BOZONNET Emmanuel ; (2005) ;** Impact des microclimats urbains sur la demande énergétique des bâtiments cas de la rue canyon », thèse de doctorat, université de la rochelle, 2005, p54. Cité in : MANSOURI OUARDA ; (2008)
- BRINDEL-BETH et al ; (1998) ;** et TRICAUD, P. (1998). Isolation thermique et acoustique en résidentiel. Paris : CFE
- BRÖDE P ; FIALA D., BLAZEJCZYK K., HOLMER I., JENDRITZKY G., KAMPMANN B. and HAVENITH G. ; (2012) ;** Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *International journal of biometeorology*, vol. 56, n°3, p. 481-494.
- BROWN G.Z., DEKAY M., SUN, WIND et LIGHT ; (2001) ;** Architectural Design Strategies, 2d edition, John Wiley & Sons, New York, 400 p., 2001. Cite in : **REITER, S ; (2007)**
- BRUSE, M. and FLEER, H. (1998) ;** Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Environmental Modelling & Software*, Vol 13, Issue 3-4, pp. 373-384.
- CABANEL, J ;** cite in : STEFULESCO, C (1993). L'urbanisme végétal. Paris : I.D.F.323 p.
- CANDAS Victor ; (2008) ;** Confort thermique article en format PDF publier sur site internet <http://197.14.51.10:81/pmb/ENERGETIQUE/THERMIQUE%20ET%20CONDITIONNEMENT%20DE%20L%20AIR%20DANS%20LE%20BATIMENT/Genie%20climatique%20%20donnees%20fondamentales/be9085.pdf>**CANDAS Victor**, Directeur de recherche au Centre d'étude de physiologie appliquée (CEPA) Centre national de la recherche scientifique (UPS 858)-Strasbourg.
- CANDAS, Victor ; (2003) "**L'homme dans son environnement climatique : facteurs d'influence, thermorégulation, sensibilité et confort thermiques". In : "Habitat, confort et énergie". Actes de la 13e Journée du CUEPE, 22 mai 2003, Colloque du cycle de formation du Cuepe 2002- 2003". Edités par Pierre Hollmuller, Bernard Lachal, Franco Romerio, Willi Weber. Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie (CUEPE), Genève.
- CANDAS, Victor, HERMANN, C. et HOEFT, A. (1991) ;** Le vêtement : écran thermique et outil climatique nécessaire au confort thermique. *Revue générale de thermique* n° 356, p. 359.
- CAPDEROU Michel ; 1986, "**Atlas solaire de l'Algérie. Tome 3". Office des Publications ; Universitaires, Alger.

Bibliographie :

CAPDEROU Michel ; 1987 : Atlas solaire de l'Algérie, O.P.U, Alger.

CAPDEROU Michel ; (1985) ; "Atlas solaire de l'Algérie. Tome 2". Office des Publications ; Universitaires, Alger.

CERDA IDEFONSO ; (1979) ; la théorie générale de l'urbanisation ; présentée et adaptée par Antonio Lopez de Aberasturi ; 'espacement' collection dirigée par Françoise Choay aux éditions du seuil, paris 1979.

CHAMPIAT clément, (2008) ; préventions des effets sanitaires des vagues de chaleur, élaboration d'une méthodologie d'identification des îlots de chaleur urbains sur le territoire du Grand Lyon. mémoire d'ingénieur de l'ENGEES. Ecole EHESP ; France.

CHARALAMPOPOULOS Ioannis ; TSIROS Ioannis ; CHRONOPOULOU-SERELI Aikaterini and Matzarakis Andreas ; 2013 ; Analysis of thermal bioclimate in various urban configurations in Athens, Greece ; Urban Ecosyst (2013) 16:217–233 ; DOI 10.1007/s11252-012-0252-5

CHATZIDIMITRIOU, A ; CHRISOUMALLIDOU, N. et YANNAS.S ;(2006) ; Ground surface materials and microclimates in urban open spaces, PLEA, the 23rd conférence , Geneve,Suisse, 6-7 Septembre 2006. Cite in : Kedisa C ; (2010).

CHEHMA Abdelmadjid ; (24 Novembre 2011) ; LE SAHARA EN ALGERIE, SITUATION ET DEFIS ; séminaire : «L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb » Université KASDI MERBAH - Ouargla- Algérie, du 21 au 24 Novembre 2011).

CHOAY Françoise et MERLIN Pierre ; (2000) dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement (1988) ; 3^{ème} édition : mai 2000 ; P.U.F / Paris/ France.

CHOAY, F et MERLIN, P ; (1988) "Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement". Presses universitaires de France, Paris.

CHRISOMALLIDOU Niobe et al; (2002) ; Concevoir des espaces extérieurs en environnement urbain: une approche bioclimatique ; 2002 ; Niobe Chrisomallidou, et al 2002; Max Chrisomallidis and Dr. Theodore Theodosiou Laboratory of Building Construction and Building Physics, Faculty of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

CLOQUET, L ; (1984) ; places et monuments ; Ouvrage réalisé par le département histoire et archives de l'institut français d'architecture ; conçue par JAKOVLJEVIC Nada et CULOT Maurice ; édition : Mardaga ; 1984.

COTE Marc et al ;(2005), "La ville et le désert. Le Bas-Sahara algérien". Ed. KARTHALA et IREMAM.

COTE Marc ; (1980) ; mutations rurales en Algérie ; le cas des hautes plaines de l'Est ; édition : OPU ; Alger ; 1980.

Bibliographie :

COTE Marc ; (1996) "L'Algérie", Masson/Armand Colin, 1996 cité in ADAD, M.C (2002)

DE LAS RIVAS SANZ Juan Luis(2002) ; Espaces publics, architecture et urbanité ; publication de l'université de Saint-Etienne ; 2002

DE OLIVEIRA Fabrice et MOREAU Sophie (2005) ; Confort Thermique ressenti, Analyse des campagnes expérimentales ; Département Climatologie – Aérodynamique – Pollution – Epuration ; Nantes, France ; étude a été réalisée dans le cadre de la recherche CAPE 04 003 Nantes, le 11 mai 2005

DELAROFF S. et RAZAFINDRAKOTO E. (1994) Projet N3S de Mécanique des Fluides : Description du module de porosité, pertes de charges. Chatou : Département Laboratoire National d'Hydraulique, Groupe Etudes et Recherches en Thermodynamique, EDF. Note HE-41/94/0.23.

DEPECKER, P et al ; (1989) ; Qualité thermique des ambiances. Paris : AFME, collection cahiers pédagogiques thermique et Architecture.

DESABLET Michel; (1988) ; des espaces urbains agréables à vivre Places, rues, squares et jardins. Paris ; édition le Moniteur. La végétation urbaine, pp. 127-135.

DESPOIS Jean ; (1959) L'atlas saharien occidental d'Algérie : "Ksouriens" et Pasteurs ; Cahiers de géographie du Québec, vol. 3, n° 6, 1959, p. 403-415 ; site web : URI: <http://id.erudit.org/iderudit/020194ar> ; DOI: 10.7202/020194ar.

DOULOS et al ; (2004) ; cité in : REITER, S ; 2007; Elaboration d'outils méthodologiques et techniques d'aide à la conception d'ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes ; Thèse de doctorat ; UCL Université Catholique de Louvain ; Faculté des Sciences Appliquées Architecture et Climat (Juin 2007).

DOUMENC, L ; (1996) ; l'espace public dans la ville méditerranéenne ; acte de colloque : 03/1996 ; Montpellier. in : Kedisa ;2010.

DREYFUS. J ; (1990) ; la société du confort ; quel enjeu, quelles illusions, édition : 1990, l'harmattan, Paris.

DUPONT, S ; (2001). Modélisation dynamique et thermodynamique de la canopée urbaine : réalisation du modèle de sol pour SUBMESO. Thèse de doctorat, Université de Nantes.

EICKER, U; (2006); Solar technologies for buildings. Wiley. 2006. In: ALBASRI Youcef, 10 06 2013 ; architecture de puissance distribuée reconfigurable dédiée à la l'optimisation de l'énergie photovoltaïque thèse de Doctorat ; Université de Toulouse ; France

EL AYACHI ; cité par le commandant SEROKA ; d'après AGLI Nadia ; (1988)

Bibliographie :

- EQUIPE ARTOPOS ; (1997)**. Morphologie, végétal et microclimats urbains. Cas d'Aix-en-Provence et de Nîmes. Tome 1, le contexte, analyse urbaine. Plan urbain, Ministère de l'Équipement.
- ESCOURROU Gisèle ; (1991)**, "Le climat et la ville ". Ed. Nathan, Géographie d'aujourd'hui. Paris. Cité in BOUKHABLA, M; 2015
- ESCOURROU Gisèle ; (1996)**, "Climat et microclimat urbains pollution atmosphérique et nuisances météorologiques localisées". Institut d'aménagement et d'urbanisme, La région d'Île-de-France.
- ESCOURROU, Gisèle ; (1981)**, "Climat et environnement, les facteurs locaux du climat". Ed. Masson, Paris. Cité in : VINET Jérôme (2000).
- ESCOURROU. Gisèle ; (1995)** « les pratiques du climat urbain » In : énergie et climat urbain, journée du CUEPE, Genève, 1er décembre, 1995,p.7
- ESPINAS Jean-Denis ; (2002)** ; Résidentialisation, une nouvelle urbanité ?; Responsable des éditions : Nadia Salem ; Coordination : Nancy Chenu (DIV), Annick Leborgne (DIV), Ariella Masbouni (DGUHC) ; janvier 2002.
- FANGER, P. O. (1970)**. Thermal Comfort. New York : Mc Graw Hill ; cité in : thèse de doctorat de VINET Jérôme ; (2000) et cité in : mémoire de BALOUT Ameer; (2010)
- FARHI Abdallah ; (2002)** ; Biskra : de l'oasis à la ville saharienne (Note). In: Méditerranée, tome 99, 3-4-2002. Le Sahara cette «autre Méditerranée» (Fernand Braudel)
- FERDEHED, F ; (1987)**, examination and classification of pas sol cool strategies in middle eastern vernacular architecture in passive solar journal, Vol 4 n°4 ; cite in BENNAJI Amar (1999)
- FIALA, D, HAVENITH G, BRÖDE P, KAMPMANN B. and JENDRITZKY. G. (2012)**. UTCI; FIALA multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. *International Journal of Biometeorology*, vol. 56, n° 3, p. 429-441.]
- FOLEY et al ; (2003)**. Source : Site web : www.frontiersinecology.org
- FONTAINE Jacques ; (2005)** ; INFRASTRUCTURES ET OASIS-RELAIS MIGRATOIRES AU SAHARA ALGÉRIEN ; 2005/4 n° 644 | pages 437 à 448 ; Jacques Fontaine, « Infrastructures et oasis-relais migratoires au Sahara algérien », *Annales de géographie* 2005/4 (n° 644), p. 437-448)
- FURETIERE Antoine**, dans son "Essai d'un dictionnaire universel" paru en 1690.
- GAGGE, A. P., FOBELETS, A. P. and BERGLUNG, L. G. (1986)**. Standard predictive index of human response to the thermal environment. *Transaction ASHRAE* n° PO-86-14, vol. 92-2B, p. 405 ; cité in : thèse de doctorat de VINET Jérôme, (2000)

Bibliographie :

GALEOU, M., GRIVEL, F. et CANDAS, V. (1989). Le confort thermique : aspects physiologiques et psychosensoriels. Étude bibliographique. Strasbourg : CNRS, 113 p.

GANDEMER J. (1986), "Du diagnostique à l'expérimentation en soufflerie : Contribution à la conception des espaces urbains". In : "Conception des formes urbaines et contrôle énergétique". Actes du colloque, Nante 24, 25 avril 1986.

GANDEMER J. et GUYOT A. (1976), "Intégration du phénomène vent dans la conception du milieu bâti". Ministère de l'Équipement, Direction de l'Aménagement Foncier et de l'Urbanisme. Paris.

GANDEMER J. et GUYOT A. ; 1981, La protection contre le vent, Aérodynamique des brisesvent et conseils pratiques. CSTB. Nantes.

GAUTHIEZ Bernard ;(2003) ; Espace urbain, vocabulaire et morphologie ; éditions du patrimoine.

GENTIAL ARTHUR ; (2000) ; domotique et confort un état des lieux ; Mémoire de 3ème Cycle ; modèles et simulations dynamiques pour l'architecture ; École d'architecture de Lyon ; France.

GERMAIN Annick ; (2002) ; Espaces publics, architecture et urbanité ; page :25 ; publication de l'université de Saint-Etienne ; 2002.

GILLIG Charles-Materne et al ; (2008) ; Charles-Materne Gillig, Corinne Bourgery et Nicolas Amann ; L'arbre en milieu urbain ; Plantations, conception et mise en oeuvre ; 27/11/2008 ; Infolio ; 216 pages.

GIVINI ; (1980) et CROOME ; (1990) cité in BENNAJI Ammar (1999)

GIVONI B, M Noguchi, H Saaroni, O Pochter, Y Yaacov, N Feller, S Becker. (2003) Outdoor comfort research issues, Energy and Buildings, (2003)

GIVONI B. (1978), "L'homme, l'architecture et le climat". Ed. Le Moniteur, Paris. 460 p. Traduction de J. L. IZARD. cité in: Balout Ameur; (2010)

GIVONI, B (1991). Impact of planted areas on urban environmental quality : a review. Atmospheric environment Vol n°3, pp. 289-299; cité in : VINET Jérôme ; (2000)

GIVONI, B ; (1978) ; *L'homme, l'architecture et le climat*, John Wiley & Sons, New York. Cité In : AHMED OUAMEUR FOUAD, 2007

GIVONI, B. (1976). Man Climate and Architecture. London : Applied Science Publishers, second edition.

GRAFMEYER Yves (1995) ; *Sociologie urbaine*. Edition : Nathan ; Paris ; 1995 ; 128 p.

Bibliographie :

GRIMMOND C. S. B. and OKE T. R ; (2002). Turbulent heat fluxes in urban areas : Observations and a local-scale urban meteorological parameterization scheme (LUMPS). *Journal of Applied Meteorology*, vol.41, p. 792-810.

GRIMMOND, C.S.B et al ; (2001). Rapid methods to estimate sky-view factors applied to urban areas, *International Journal of Climatology* , Vol.21, pp.903-913 . cité in AHMED OUAMEUR FOUAD; (2007)

GROLEAU, D ; (1987). Modélisation des interactions entre formes urbaines et les facteurs physiques de l'environnement in : *European Conference on architecture*. Munich 6-10 avril. pp : 547-552. Cité par Laura Pinson ; 2016 ; Analyse et représentation des épisodes de caniculaires en zones urbaines denses : de la durée a la conception d'un indice de dangerosité ; Géographie. Université Paris-Est, 2016. Français

GROLEAU, D ; FRAGNAUD, F & ROSANT J.-M ; (2003). Simulation of the radiative behavior of an urban quarter of Marseille with SOLENE model. In : *Fifth International Conference on urban climate*, Lodz, Pologne, 1-5.

GROSS, G ; (1987). A numerical study of the air flow within and around a single tree. *Boundary-Layer Meteorology*, 40, pp. 311-327.

GROUPE ABC (1997). Morphologie, végétal et microclimats urbains. Cas d'Aix-en-Provence et de Nîmes. Tome2, les mesures. Plan urbain, Ministère de l'Equipement. Cité in: VINET Jérôme; (2000)

GUAY Frédéric et BAUDOIN Yves ; (2003) ; cité in : BOUCHERIBA FOUZIA ; (2010)

GUAY, F. et Baudoin, Y ; (2003) Les îlots de chaleur urbains. *Collectivités viables / Le bulletin d'information de Vivre en Ville* Volume, 8-9, http://www.vivreenville.org/pdf/bulletin_vol_2_no_3.PDF

GUILLAUME Pommier, Damien Provendier, Caroline Gutleben, Marjorie Musy ; 2014 ; rôle du végétal dans le développement urbain durable ; impacts du végétal en ville ; plante&cite ; France

GUILLAUME Pommier, Damien Provendier, Caroline Gutleben, Marjorie Musy ; (2014) ; rôle du végétal dans le développement urbain durable ; impacts du végétal en ville ; plante&cite ; France]

GUILLOU, M et MOINGEON, M ; (1997), "Dictionnaire universel francophone". Ed. Agence francophone pour l'enseignement supérieur et la recherche & Hachette/Edicef. Paris.

GULYÁS A and MATZARAKIS. A ; (2007) ; SELECTED EXAMPLES OF BIOCLIMATIC ANALYSIS APPLYING THE PHYSIOLOGICALLY EQUIVALENT TEMPERATURE IN HUNGARY; *ACTA CLIMATOLOGICA ET CHOROLOGICA Universitatis Szegediensis*, Tomus 40-41, 2007, 37-46.

GULYÁS Á, UNGER J, MATZARAKIS A ; (2006) Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: modelling and measurements. *Build Environ* 41:1713–1722. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.07.001

Bibliographie :

GUY DOMINIQUE, PAYANY Michel et VERNEAU Patrice ; (1993) ; Végétal et entrées de villes : compositions paysagères autour des grandes voiries ; CENTRE D'ETUDES DES TRANSPORTS URBAINS CETUR ; Edition : Bagneux : Centre d'études des transports urbains ;1993.

GUYOT A. (1988). L'arbre élément du confort vivant. In : actes du colloque : Vivre dehors, confort des espaces publics, Manosque, pp. 71 – 80.

GUYOT Gérard ; (1999) ; Climatologie de l'environnement ; édition Dunod ; paris, 1999

GUYOT Gérard ; (1997) ; "Climatologie de l'environnement : De la plante aux écosystèmes".
Ed. Masson, Paris.

GUYOT Gérard ; (1996). Climatologie de l'environnement - De la plante aux écosystèmes. Paris : Masson, 505 p.

HADDAD, Y ; (1997). Les arbres d'alignement urbains, un enjeu pour les partenaires multiples. Les Annales de la Recherche Urbaine, n°74, Titre du numéro : Natures en Villes.

HAIDER Taha ; (1997) ; Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat ; Energy and Buildings 25 (1997) 99-103. publisher by science S.A.

HAMEL Khalissa ; 2005 ; la ville compacte : une forme urbaine d'une ville durable en régions arides ; étude du cas de la ville de Biskra ; mémoire soumis en vue de l'obtention d'un magistère en architecture sous le profil de l'architecture et l'habitat dans les milieux arides et semi arides ; département d'architecture ; université mohamed kheider – Biskra.

HANAFI Abdelhakim : Les espaces publics entre la logique de la conception et l'usage quotidien / Cas des places et placettes de la ville de Biskra / Algérie ; 444 p ; juin 2010 ; Université de Biskra / Algérie.

HESCHONG, L ; (1981) ; Architecture et volupté thermique. Paris : édition : Parenthèses ; Traduction : GUILLAUD, H.

HONEYMAN Mary ; cité in Boutefeu E., 2010 « La nature en ville : rôle du végétal vis-à-vis de la qualité de la vie, la biodiversité, le microclimat et les ambiances urbaines ». Source : http://www.certu.fr/fr/_Ville_et_environnement-n29/Nature_en_villen140/La_nature_en_ville:_role_du_vegetal_vis_a_vis_de_la_qualite_de_la_vie,La_biodiversite,_le_microclimat_et_les_ambiances_urbaines-a2008-s_article_theme.html

HÖPPE, P ; (1984). Die Energiebilanz des Menschen, Wiss. Mitt. Meteor. Inst. Univ. München, Nr. 49.

HÖPPE, P. (1999). An universal index for the assessment of the thermal environment – the Physiological Equivalent Temperature PET. In : Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology, November 8-12. Sydney, Australia : Macquarie University, 6 p.

Bibliographie :

HÖPPE, P. (1999); The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment, *Int J Biometeorol.* 43: 71–75.

HÖPPE, P; (2002). Différent aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort, *Energy and Buildings*, Vol. 34, pp. 661-665.

HOUGHTEN, F. C. and YAGLOU C. P. (1923). Determining lines of equal comfort. In *AHSVE Transaction*, Vol 29, p 163 ; cité in : VINET Jérôme, (2000).

HOYANO, A (1988). Climatological uses of plants for solar control and the effects on the thermal environment of a building. *Tokio Institute of Technology, Japan. Energy and Buildings*, 11, pp. 181 - 199. ; cité in: VINET Jérôme; (2000)

IZARD J.L. et A. GUYOT (1979) « Archi bio ». Editions Parenthèses, 131 p.

IZARD J.L. et LEHTIHET K ; (2002) "La végétation urbaine". In : " SAGACités : Vers un système d'aide à la gestion des ambiances urbaines. Rapport final". Laboratoire : GRECO. M.E.N.R.T.- Direction de la Technologie N° 99 V0532. France.

JAKOVLJEVIC Nada et CULOT Maurice ; (1984) ; places et monuments ; Ouvrage réalisé par le département histoire et archives de l'institut français d'architecture ; édition : Mardaga ; 1984.

JENDRITZKY. G, STAIGER .H, BUCHER K, GRAETZ A. and LASCHEWSKI G. (2011). The perceived temperature. The method of the Deutscher Wetterdienst for the assessment of cold stress and heat load for the human body, *Deutscher Wetterdienst* Available.

JENDRITZKY; (1979) ; KLIMA MICHEL MODEL (PMV) ; JENDRITZKY; (1979) MONTEIRO L M ; ALUCCI M.P ; 2006. Cité in : KEDISSA, C ; (2010).

JOANNON MICHELE. Développement et mutations au sahara maghrébin, Bisson J., (1992). In: *Méditerranée*, tome 76, 3-4-1992.

JOHANSSON, E and EMMANUEL R; (2006) ; The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka. *Int J Biometeorol* 51:119–133]

JOHANSSON, E, EMMANUEL, R ; (2006); The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka. *Int J Biometeorol* 51:119–133]

JOHNS et BEARD ;(1985) ; Le végétal, l'oublié du Grenelle ! Bénéfices environnementaux, économiques et sociaux des jardins et espaces verts, la contribution des professionnels du Paysage ; septembre 2008 ; Données bibliographiques et techniques issues de la synthèse « Les bienfaits du jardinage et de la présence de la végétation », par MATHILDE Andersson, réalisée en collaboration avec la SNHF, Société Nationale d'Horticulture de France www.snhf.org - Tél. : 01 44 39 78 78.

Bibliographie :

JOHNSTON, J. et Newton, J; (2004), Building green: A guide to using plants on roofs, walls and pavements Major of London - Greater London Authority. p. http://www.london.gov.uk/mayor/strategies/biodiversity/docs/Building_Green_main_text.pdf.

KADRI Wassila ; (2012) ; végétation urbaine : entre effets microclimatiques et représentations des usagers - cas de la ville d'Alger ; mémoire de magistère option « architecture et environnement » ; école polytechnique d'architecture et d'urbanisme EPAU ; Alger ; Algérie

KANE, R. (2004); The Green Fuse: Using Plants to Provide Ecosystem Services. 2004, SPROUT - Sustainable Plant Research and Outreach. http://inr.oregonstate.edu/download/SPROUT_green_fuse.pdf

KANG Jian, Wei Yang and Dr. Mei Zhang ; (2002) ; Environnement sonore et confort acoustique dans les espaces urbains ; cité in NIKOLOPOULOU Marialena ; (2002) ; Prof. Kang Jian, ; School of Architecture, University of Sheffield, UK

KASTENDEUCH Pierre et al ; (2006), modélisation du bilan radiatif et d'énergie d'un canyon urbain à Strasbourg. Revue de climatologie ; vol 3 2006; association internationale climatologie.

KEBAILI Amel ; (2015) ; la ville saharienne en Algérie entre mutations et stratégies d'intervention «cas d'Ouargla»

الملتقى الدولي الأول حول: تحولات المدينة الصحراوية، تقاطع المقاربات حول التحول الاجتماعي و الممارسات الحضرية يومي 03 / 04 مارس 2015. كلية العلوم الانسانية والاجتماعية بجامعة قاصدي مرباح ورقلة.

KEDISSA C. (2010), "Impact de la géométrie des espaces extérieurs sur le microclimat urbain, cas des places". Mémoire de magister, Université Mentouri Constantine, département d'architecture et d'urbanisme Constantine.

KHALID Setaih ; NEVEEN Haùza and TIM townshend ; (2013) ; assessment of outdoor thermal comfort in urban microclimate in hot arid areas; proceedings of BS2013; 13th conference of international building performance simulation association, Chambéry, France, August 26 – 28: 2013.

KIM. H ; (1992) ; urban heat island ; international journal of remote sensing; vol: 13 ; n°: 12; pp: 2319 – 2336. Cité in : CHAMPIAT clément, 2008 ; préventions des effets sanitaires des vagues de chaleur, élaboration d'une méthodologie d'identification des îlots de chaleur urbains sur le territoire du Grand lyon. mémoire d'ingénieur de l'ENGEES. Ecole EHESP ; France.

KOEN, A. Steemers, Marylis, Ramos C and Sinou Maro ; (2002) ; The Martin Centre for Architectural and Urban Studies, Department of Architecture, University of Cambridge, UK

KOTZEN Benz ; (2003) An investigation of shade under six different tree species of the Negev Desert towards their potential use for enhancing micro-climatic conditions in landscape architectural development. Journal of Arid Environments, 55(2), pp. 231–74. ISSN 0140-1963. Cité in: KEDISSA chahrazed.

Bibliographie :

KOUZMINE, Y ; (2003), "L'espace saharien Algérien, Dynamiques démographiques et migratoires" Mémoire de maîtrise en géographie, Université de Franche-Comté, U.F.R Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société, Institut de Géographie.

KRAYENHOFF, E.S et Voogt J. A ; (2007). A microscale three-dimensional urban energy balance model for studying surface temperatures. *Boundary-Layer Meteorology*, vol. 123, p. 433-461.

KRIER Robert ; (1975) ; L'espace de la ville, théorie et pratique ; Robert KRIER et archives d'architecture moderne ; 1975

KUCHELMEISTER, G. et BRAATZ, S ; (1993) ; *Nouveau regard sur la foresterie urbaine*. Unasylva, 1993. Site web:
http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/u9300F/u9300F00.htm.

LALOUANI Soumia et al ; (2012) ; Palm trees reuses as sustainable element in the Sahara. The case of Ziban, as self-sustainable urban units ; Published by Elsevier Ltd. Selection and/or peer review under responsibility of The TerraGreen Society.

LARUE, D. (1996). L'arbre dans la ville. Edition Sang de la terre et Foncier Conseil, Paris, 168 p. Collection écologie urbaine. Cité in : VINET Jérôme ; 2000.

Le GOURRIEREC Stéphane ; (2012) ; L'arbre en ville : le paysagiste concepteur face aux contraintes du projet urbain ; 8 Oct 2012 ; mémoire fin d'études ; SCE Nantes ; aménagement et environnement.

LECOMTE, J et al ; (2005) ; Descola, 2005, Bachelard, 1942 ; LECOMTE J., MILLET A., 2005, La nature, singulière ou plurielle ? Connaître pour protéger. Les dossiers de l'environnement de l'Inra, n°29, 62 p. Cité in Emmanuel Boutefeu, 17-01-2011 ; La nature en ville : rôle du végétal vis-à-vis de la qualité de la vie, la biodiversité, le microclimat et les ambiances urbaines.

LEON L'AFRICAIN ; description de l'Afrique traduction de Dr. Mohamed Hadji ; d'après : AGLI Nadia ; (1988)

LIEBARD A. et De HERDE A. (2005), "Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques". Edition : Le Moniteur, Paris.

LINDBERG F., HOLMER B. and THORSSON S. (2008). SOLWEIG 1.0 - Modelling spatial variations of 3D radiant fluxes and mean radiant temperature in complex urban settings. *International Journal of Biometeorology*, vol 52, 697-713

LOUAFI BELLARA Samira et al ; (2012) ; Effet de l'ombrage sur le confort thermique et visuel dans les espaces extérieurs : cas de l'esplanade de l'Université Mentouri de Constantine, Est de l'Algérie ; Nature & Technologie ; Revue « Nature & Technologie. n° 07/Juin 2012. Pages 26 à 37 ; Université Mentouri Constantine, Algérie.

Bibliographie :

MAAOUI Moufida ; (2014) ; ATLAS PLANTES ORNEMENTALES DES ZIBAN ; STATION DE BIO RESSOURCES EL-OUTAYA / Biskra ; Centre de Recherche scientifique et technique sur les régions arides ; Edition : CRSTRA, 2014 ; Dépôt légal: 4994-2014 ; ISBN : 978-9931-438-02-1.

MAGALI Paris, 2011 ; Le végétal donneur d'ambiances Jardiner les abords de l'habitat en ville, Tome 1 Manuscrit principal, THÈSE de doctorat DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE, Spécialité : Urbanisme mention Architecture.

MIGUET Francis (2000) ; Paramètres physiques des ambiances architecturales ; Thèse de doctorat ; ; ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITE DE NANTES ; ÉCOLE D'ARCHITECTURE DE NANTES

MAHIMOUD Aissa et ZEROUALA Mohamed Salah ; (2010) ; l'impact des formes urbaines nouvelles sur le microclimat d'une ville appartenant au milieu aride – cas de la ZHUN ouest a Biskra ; sciences & technologie d - n°31, juin (2010). pp.81-88 ; université Mentouri Constantine, Algérie

MANGIN DAVID et PANERAI PHILIPPE ; (2005) ; projet urbain ; éditions parenthèses, 2005.

MANSOURI, Ourida ; (2008), "L'influence de la réflectivité des matériaux (Albédo) sur la modification du microclimat et le confort thermique extérieur dans un canyon urbain, cas du Coudiat de Constantine". Mémoire de magister, Université Mentouri Constantine, département d'architecture et d'urbanisme de Constantine.

MARIETHOZ Tristan ; (2006) ; Impact des modifications de l'albédo et des matériaux urbains sur la température et la qualité de l'air à Madrid ; mémoire Master ; Juillet 2006 ; École Polytechnique Fédérale de Lausanne]

MASSON, V ; (2000) ; A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models Boundary-Layer Meteorology, 94 (3) (2000), pp. 357-397). À noter qu'il est distribué en open-source et disponible sur le site : <https://opensource.cnrm-game-meteo.fr/projects/teb>.

MASTERSON, J and RICHARDSON F.A ; (1979). HUMIDEX; A Method of Quantifying Human Discomfort Due to Excessive Heat and Humidity. Downsview, Ontario : *Environnement Canada*. 45 p. cité in : PINSON Laura 2016 ; page 73.

MATALLAH Mohamed Elhadi ; (2015) ; L'impact de la morphologie des tissus urbains sur le confort thermique extérieur - Cas d'étude ville de Tolga ; Mémoire de Magister en Architecture ; Option Etablissements humains dans les milieux arides et semi-arides ; Université Mohamed Khider – Biskra

MATZARAKIS A, RUTZ F, MAYER H ; (2007) ; Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. Int J Biometeorol 51:323–334]

Bibliographie :

MATZARAKIS Andreas ; (2012) ; RayMan and SkyHelios Model - Two Tools for Urban Climatology; Fachtagung des Ausschusses Umweltmeteorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. 20.3 bis 22.3.2012, Leipzig. 5_V_5, 1-6

MATZARAKIS Andreas and BAS AMELUNG ; (2008) ; Physiological Equivalent Temperature as Indicator for Impacts of Climate Change on Thermal Comfort of Humans ; Seasonal Forecasts, Climatic Change and Human Health. Springer Science + Business Media B.V. 2008

MATZARAKIS ANDREAS and GULYÁS ÁGNES ; (undated) ; A CONTRIBUTION TO THE THERMAL BIOCLIMATE OF HUNGARY –MAPPING OF THE PHYSIOLOGICALLY EQUIVALENT TEMPERATURE; The work of Ágnes Gulyás was supported by the Baden-Württembergisches Landesstipendium. Thanks to Nikola Sander for proofreading and editing the manuscript. Thanks to the Central Institute of Meteorology and Geodynamics, Vienna for providing the data for the stations in the framework of the ACTIVE project.

MATZARAKIS Andreas and RUTZ Frank ; (undated) ; APPLICATION OF THE RAYMAN MODEL IN URBAN ENVIRONMENTS.
Site web : <https://ams.confex.com/ams/pdfpapers/169963.pdf>

MATZARAKIS Andreas et Mayer ; (1996) ; Physiological Equivalent Temperature as Indicator for Impacts of Climate Change on Thermal Comfort of Humans ; Seasonal Forecasts, Climatic Change and Human Health. 161 ; Springer Science.

MATZARAKIS Andreas ; (2009) ; Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany; Additional features of the RayMan model ; The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan

MATZARAKIS Andreas ; (undated) ; MODELLING OF RADIATION FLUXES IN URBAN AREAS AND THEIR RELEVANCE TO THERMAL CONDITIONS OF HUMANS; Third Symposium on the urban environment, American Meteorological Society. 163-164. Site web: http://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/Davis_rayman_ams.pdf

MATZARAKIS ANDREAS ; RUTZ FRANK et MAYER HELMUT; (2006) ; Modelling the thermal bioclimate in urban areas with the RayMan Model ; PLEA;2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.

MATZARAKIS ANDREAS, RUTZ FRANK and MAYERMODELLING HELMUT ; (2010) ; radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model ; September 2009 ; journal J. Biometeorol ; 2010.

MATZARAKIS Andreas, RUTZ Frank et MAYERMODELLING Helmut ; (2010) ; radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model ; September 2009 ; journal J. Biometeorol ; 2010.

Bibliographie :

MATZARAKIS Andreas, University of Freiburg, Germany ; (undated) ; VALIDATION OF MODELLED MEAN RADIANT TEMPERATURE WITHIN URBAN STRUCTURES ; site web : http://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/norfolk_rayman.pdf

MATZARAKIS Andreas; (2009) ; Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany; Additional features of the RayMan model; The seventh International Conference on Urban Climate, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan

MATZARAKIS, A ; RUTZ, F ; MAYER, H ; (2007) ; Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. *Int J Biometeorol* 51:323–334

MATZARAKIS, A and Mayer .H ; (2000) ; ATMOSPHERIC CONDITIONS AND HUMAN THERMAL COMFORT IN URBAN AREAS; 11th Seminar on Environmental Protection Environment and Health“. 20.-23. November 2000, Thessaloniki, Greece, 155-166.

MATZARAKIS, A and RUTZ . F; (2006) ; RayMan: A TOOL FOR RESEARCH AND EDUCATION IN APPLIED CLIMATOLOGY; 8th CONFERENCE ON METEOROLOGY-CLIMATOLOGY-ATMOSPHERIC PHYSICS; ATHENS, MAY 24-26, 2006

MATZARAKIS, A ; MAYER, H and RUTZ, F ; (2002)*Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany) ;* RADIATION AND THERMAL COMFORT; 2002; 6th Hellenic Conference in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics.

MATZARAKIS, A ; MAYER, H and RUTZ, F; (2002) (Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany) ; RADIATION AND THERMAL COMFORT; 2002; 6th Hellenic Conference in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics.

MATZARAKIS, A, MAYER, H., et IZIOMON, M.G. (1999) ; Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature, *Int. J. Biometeorol.* 43: 76-84.

MATZARAKIS, A. and MAYER, H. (1998). Investigations of Urban Climate's thermal Component in Freiburg, Germany. In : Proceedings of the Second Urban Environment Symposium and 13th Conference on Biometeorology and Aerobiology, November, 2 – 6. Albuquerque, New Mexico : American Meteorology Society, pp 140 - 143.

MATZARAKIS, A. and Mayer, H; (1997) ; Heat stress in Greece, *Int. J. Biometeorol.* 41: 34-39.

MATZARAKIS. A ; RUTZ. F et MAYER. H ; (2006) ; estimation and calculation of the mean radiante temperature within urban structures ; 2006 ; [http:// www. Meteo-uni.freiberg.de](http://www.Meteo.uni.freiberg.de) ; cité in : KEDISSA, C ; (2010)

MATZARAKIS.A, MAYER.H, IZIOMON.M.G, ; (1999) ; "Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature ", *Int J Biometeorol*, 1999

MAYER, H ; (1993). cité in : BENHALILOU karima (2009).

Bibliographie :

MAYER, H. and MATZARAKIS, A ; (1997). The urban heat island seen from the angle of human-biometeorology. In : Proceedings of International symposium on monitoring and management of urban heat island. Fujisawa, pp. 84 – 95.

MC INTYRE, D. A ; (1980). Indoor Climate. London : Applied Science Publishers

MCPHERSON, E.G. ; (1994) ; Cooling urban heat islands with sustainable landscapes., in The ecological city: preserving and restoring urban biodiversity, H.P. Rutherford, R.A. Rowntree, et P.C. Muick, Editors. 1994, University of Massachusetts Press: Amherst. p. 151-171

MENOZZI Marie-Jo, Audrey Marco et Sébastien Léonard ; (2011) ; Les plantes spontanées en ville ; 2011 ; Plante & Cité, ingénierie de nature en ville, centre for landscap and urban hoticulture ; Sites web : www.plante-et-cite.fr et www.ecophytozna-pro.fr

MERLIN, P ; (1988), "Morphologie urbaine et parcellaire". Ed. Presses universitaires de vincennes, Saint-Denis, Paris.

MESTAYER, P.G., DURAND, P., AUGUSTIN, P., BASTIN, S., BONNEFOND, J. M., BÉNECH, B. et DROBINSKI, P. (2004). The Urban Boundary Layer Field Campaign in Marseille (UBL/CLU-ESCOMPTE) : Set-up and first results. Boundary Layer Meteorology, vol. 114, n°2, p.315-365. Cité in: Laura Pinson ; 2016

MEYER Alexandre ; (2001) ; représentation d'arbre réalistes et efficaces pour la synthèse d'images de paysages ; thèse de Doctorat ; université Grenoble 1 Joseph Fourier.

MILLANOYE, M ; (2002), "L'ambiance thermique". Ergonomie - Cours B1- CNAM ed. Paris. In : "www.cnam.fr".

MILLER-CHAGAS P. et PAUL P ; (1980), "Configurations urbaines : apports énergétiques et microclimats, Etude des espaces extérieurs de trois ensembles à Strasbourg". Contrat de Recherche n° 78 61 015, Plan de Construction – ARIAS. CSTB, Nantes.

MILLS, G. M. (1993). Simulation of the energy budget of an urban canyon – I. Model structure and sensivity test. Atmospheric Environment, Vol. 27 B, n° 2, pp. 157-170.

MILLS, G. M. and ARNFIELD, J. A. (1993) ; Simulation of the energy budget of an urban canyon – II. Comparison of model results with measurements. Atmospheric Environment, Vol. 27 B, n° 2, pp. 171-181.

MILLS. G ; (2005) ; the urban canopy layer heat island. IAUC teaching resources. Cite in: CHAMPIAT clément, 2008 ; préventions des effets sanitaires des vagues de chaleur, élaboration d'une méthodologie d'identification des ilots de chaleur urbains sur le territoire du Grand lyon. mémoire d'ingénieur de l'ENGEES. Ecole EHESP ; France.

Ministère de l'habitat ; (1994), "Recommandations architecturales". Ed. ENAG / édition, Alger.

Bibliographie :

MISSENARD, A ; (1972). Neutralité thermique physiologique. Thermique et Aéraulique n°8. Cité in : VINET Jérôme, (2000)

MOUJALLED Bassam ; (2007) ; Modélisation dynamique du confort thermique dans les bâtiments naturellement ventilés ; thèse de doctorat ; Ecole doctorale : MEGA, Spécialité : Génie Civil, L'Institut des Sciences Appliquées de Lyon, France.

MUMFORD Lewis ; (1964) ; la cite à travers l'histoire, le seuil, paris, 1964.

MÜLLER GAËL et al ; (2004) ; Guide nature en ville ; les revêtements perméables ; Conseils pour la réalisation et l'entretien ; financier du Fonds suisse pour le paysage (FSP et de l'Office fédéral des forêts, du paysage et de l'environnement (OFEPF). Site web: [http://www.urbanisme neuchatel.ch/d2wfiles/document](http://www.urbanisme.neuchatel.ch/d2wfiles/document).

MURET, J. P. et al. (1987). Les espaces urbains – concevoir, réaliser, gérer. Paris : édition du Moniteur. Cité in VINET Jérôme ; (2000)

NIKOLOPOULOU Marialena ; (2002) ; coordinatrice du projet RUROS ; Centre for Renewable Energy; Concevoir des espaces extérieurs en environnement urbain: une approche bioclimatique; publication des résultats du projet RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces) coordonné par le CRES, Département des bâtiments (<http://alpha.cres.gr/ruros/>) (1998 ; 2002)

NIKOLOPOULOU M, and al S Lykoudis; (2007) ; Use of outdoor spaces and microclimate in a mediterranean urban area. Building and Environment. (2007)

NIKOLOPOULOU, M et N, BAKER, K, STEEMERS. (1998) ; Thermal comfort in outdoor urban spaces. In Proceedings PLEA 1998: Environmentally Friendly Cities. James. 1998.

NORBERG-SCHULZ Christian ; (1985) ; 'Habiter' vers une architecture figurative ; édition ; Elecla, Moniteur paris 1985.

O.N.M. Ministère du transport. "Atlas climatologique national, partie 1 : recueil de donnée. Station de Biskra".

OKE, T.R; (1987). Boundary layer climates. London and New York : Methuen, Second edition (first edition 1978), 435 p.

OKE, T.R; (1988), "Street design and urban canopy layer climate". Energy and building. Vol. 11.

OKE, T.R; (1988), "The urban energy balance". Progress in Physical geography, vol. 12.

OKE, T.R; (1988). Street design and urban canopy layer climate. Energy and Building, 11, pp. 103-113.

Bibliographie :

OKE, T.R.; (2006). Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites, *Instruments and Observing Methods*, Report N° 81, World Meteorological Organization, Geneva. p.47.

OLGAY, V (1963). *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*, Princeton, New Jersey.

OLGAY; (1957) ; Solar control and shading devices princeton university ; press princeton 1957.

PANERAI P., Castex J., Demorgon M. (1999), "Analyse urbaine". Ed. Parenthèses, Marseille.

PANERAI P., Castex J., Depaule J.C. (1997), "Formes urbaines, de l'îlot à la barre". Ed. Parenthèses, Marseille.

PANERAI, P et al. (1980) Éléments d'analyse urbaine, Archives D'Architecture Moderne, Bruxelles.

PECK, S.W, Callaghan, C., Kuhn, M.E., et Bass, B., (1999); "Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada. Status report on benefits, barriers and opportunities for green roof and vertical garden technology diffusion." 1999, Canada Mortgage and Housing Corporation: Toronto.

PENEAU. J-P. (1988) ; « Morphologie urbaine et climat urbain ». Ed. Moniteur, Paris, 1988, p.177

PANERAI Philippe, DEMORGON Marcelle et Depaule Jean-Charles (2002) ; Analyse urbaine ; Éditions Parenthèses ; Collection Eupalinos, Marseille.

PINSEN Laura ; (2016) ; thèse de doctorat page : 71:
site web : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3337419/>

Politique de l'arbre de Montréal. (2005) , Ville de Montréal. Site web : http://ville.montreal.qc.ca/pls/portal/docs/page/conseil_patrimoine_mtl_fr/media/documents/politique_arbre.pdf. Cité in : Yann Vergriete et Michel Labrecque ; Rôles des arbres et des plantes grimpantes en milieu urbain : revue de littérature et tentative d'extrapolation au contexte montréalais ; 2007

POTVIN, André; (1997) ; *Movement in the architecture of the city: a study in environmental diversity*, Unpublished PhD Thesis, University of Cambridge, Cambridge. Cite in : AHMED OUAMEUR FOUAD; (2007)

PRICE, C. (2003) ;*Quantifying the aesthetic benefits of urban forestry*. Urban Forestry & Urban Greening.

PRIGENT, E ; (sans date); Géographie de l'Afrique du nord ; l'Algérie ; situation et vue d'ensemble.

Site web : http://alger-roi.fr/Alger/geographie/tarraire_prigent/pages/tarraire_prigent_1.htm

Bibliographie :

PRIGENT, E ; (sans date) ; géographie de l'Afrique du nord ; relief, climat, végétation et cours d'eau. Source : Site web : http://alger.roi.fr/Alger/geographie/tarraire_prigent/pages/tarraire_prigent_1.htm

RayMan reference : Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2007: Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Application of the RayMan model.

REITER, S ; (2007) « Elaboration d'outils méthodologiques et techniques d'aide à la conception d'ambiances urbaines de qualité pour favoriser le développement durable des villes ». Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain, Faculté des Sciences Appliquées -Architecture et Climat. 643 p.

ROBINETTE ; (1972) ;. Plants / people / and environmental quality ; Washington, D. C., Department of the Interior; cité in: VINET Jérôme 2000.

ROGNON, P ; (1994) ; Biographie d'un désert : le Sahara. Ed. L'Harmattan, Paris, 347 p.

ROTHFUSZ L. P ; (1990) ; The heat index equation. NWS Southern Region Technical Attachment, SR/SSD 90-23, Fort Worth, Texas. In: BLAZEJCZYK Krzysztof; , Yoram Epstein, Gerd Jendritzky, Henning Staiger and Birger Tinz ; Comparison of UTCI to selected thermal indices ; international Journal of Biometeorology ; 2012 May; 56(3): 515-535 ; Published online 2011 May 26. doi: 10.1007/s00484-011-0453-2

RUROS: (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces); cite in: **LOUAFI BELLARA Samira et al ;** 2012.

SACRE Christian ; (1983) ; *Le confort dans les espaces extérieurs : analyse microclimatique.* Nantes : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, division climatologie, 1983

SACRE, Christian et GANDEMER, J. ; (1994). Caractérisation microclimatique des espaces extérieurs, du point de vue du vent et de la température. Les Annales de la Recherche Urbaine, n° 61, Les saisons dans la ville.

SAIDOUNI Maouia ; (2000) ; Éléments d'introduction à L'urbanisme ; histoire, méthodologie, réglementation; Edition: Casbah, Alger 2000.

SAINT-MARC Philippe ; (1971), *Socialisation de la nature.* Éditions Stock, Paris, 393 p. in Emmanuel Boutefeu, 17-01-2011 ; La nature en ville : rôle du végétal vis-à-vis de la qualité de la vie, la biodiversité, le microclimat et les ambiances urbaines.

SANGKERTADI ; (1994). Contribution à l'étude du comportement thermoaéraulique des bâtiments en climat tropical humide. Prise en compte de la ventilation naturelle dans l'évaluation du confort. Thèse de l'INSA de Lyon, 275 p. cité in thèse de doctorat de : VINET Jérôme (2000)

SCUDO, G. et al ; (1998). Microclimatic effect of vegetation in urban squares. Cases studies in Milan. In : Proceedings of Rebuild, Florence, April, pp 129 – 132.

Bibliographie :

SEDRATI NASSIMA ; (2011) ; thèse de doctorat en sciences option hydrogéologie, origines et caractéristiques physico-chimiques des eaux de la wilaya de Biskra-sud est algérien ; Université Badji Mokhtar Annaba.

SELBY ; (1974) ; cité in DUCHESNE Jean, BOUVIER. Vincent, DREUER Celine, " *L'angle solide, un outil pour la lecture du paysage*", septièmes rencontres de Théo Quant, janvier 2005. Cité in : MANSOURI OUARDA ; (2008).

SHAHIDAN M F., K M S Mustafa, S Elias. (2007). Effects of tree canopies on solar radiation filtration in a tropical microclimatic environment. Paper presented at the PLEA 2007 conference. Singapore.

SHAHIDAN M. F ; K M S Mustafa, S Elias. (2007) ; Effects of tree canopies on solar radiation filtration in a tropical microclimatic environment. Paper presented at the PLEA 2007 conference. Singapore 2007.

SIAQ, (1995) ; Guide d'évaluation des végétaux d'ornement, ed. M. Beauchamp, J. Fradette, Y. Moisan, B. Paquet, et M. Paulin. 1995: Société internationale d'arboriculture – Québec.

SPANGENBERG J. H. (2004). Sustainability Science: Which Science and Technology for Sustainable Development? Presented at the meeting of the IRDF Forum on Sustainable Development, Johannesburg. <http://www.istas.ccoo.es/escorial04/material/dc10.pdf>

SRITI LEILA ; (2012) ; Architecture domestique en devenir ; formes, usages, et représentations ; le cas de Biskra. Thèse de doctorat ; 2012 ; département d'architecture université de Biskra. 588p.

SRITI LEILA et al ; (2002) ; LE DAMIER COLONIAL DE BISKRA OU L'HISTOIRE DE LA MARGINALISATION D'UN CENTRE VILLE ; Courrier du Savoir – N°02, Juin 2002, pp. 53-59 ; Département d'Architecture, Université Mohamed Khider, BP. 145, Biskra, Algérie.)»

STEADMAN R. G; (1979) ; The assessment of sultriness. Part I : A temperature-humidity index based on human physiology and clothing science. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol.18, p. 861-873.

STEEMERS, K et STEANE, M.A ; (2004). Environmental Diversity in Architecture, Spon Press, Great Britain]

STEFULESCO, C ; (1993) ; L'urbanisme végétal. Paris : I.D.F, 323 p. cite in: VINET Jérôme ; (2000).

SUZEL Balez et al ; (2008) ; Le végétal dans l'espace public urbain ; cours en ligne : école nationale supérieur d'architecture de Grenoble. Site web : <http://www.grenoble.archi.fr/etudes/cours-en-ligne>.

Bibliographie :

SZPIRGALS J et VOOGT J.A ; (2003) ; a validation and performance assessment of the surface heat island model. In faculty of geographical sciences, fifth international conference on urban climate, 1-5 September 2003, LODZ, Poland: university of LODZ, 2003. cité in : CHAMPIAT Clément, 2008 ; préventions des effets sanitaires des vagues de chaleur, élaboration d'une méthodologie d'identification des îlots de chaleur urbains sur le territoire du Grand Lyon. Mémoire d'ingénieur de l'ENGEES. Ecole EHESP ; France.

TABET AOUL K. (2000), "Architecture, énergie et environnement : Eléments de conception dans les milieux arides". Cours de première post-graduation en architecture. Département d'architecture, université de Biskra.

TABET AOUL K. (2000), "Climat, urbanisme et environnement". Cours de première année post graduation en architecture. Département d'architecture, université de Biskra.

TAHA, H., Konopacki, S., et Gabersek, S., (1999) ; Impacts of large-scale surface modifications on meteorological conditions and energy use: A 10-region modeling study. *Theoretical & Applied Climatology*, 1999. 62(3-4): p. 175-185

TAHA, H; (2010); Urban Climates and heat islands : albedo, evapotranspiration and anthropogenic heat, *Energy and buildings*, 1997, Vol. 25, n°2, pp. 99-103. Cité in: BOUKHABLA; (2010)

TAREB ; (2010) ; énergie dans l'environnement urbain ; architecture basse énergie. Cited by Kedissa 2010.

TEBBANI Habiba et BOUCHAHM Yasmina ; (2016) ; Caractérisation du confort thermique dans les espaces extérieurs : Cas de la ville d'Annaba ; 26/06/2016 ; *Revue « Nature & Technologie »*. C- *Sciences de l'Environnement*, n° 15/ Juin 2016 ; *Université Constantine 3, Constantine, Algérie*

TERJUNG. W. H et O'ROURKE. P. A ; (1980) ; simulating the causal elements of urban heat islands boundary layer meteorology ; Vol : 19; n°:1. Cité in: CHAMPIAT Clément, 2008 ; préventions des effets sanitaires des vagues de chaleur, élaboration d'une méthodologie d'identification des îlots de chaleur urbains sur le territoire du Grand Lyon. Mémoire d'ingénieur de l'ENGEES. Ecole EHESP ; France

THORSSON Sofia; LINDQVIST Maria and LINDQVIST Sven ; (2004) ; Thermal bioclimatic conditions and patterns of behavior in an urban park in Goteborg, Sweden; *Int J Biometeorol* (2004) 48:149–156; DOI 10.1007/s00484-003-0189-8

THORSSON, S, LINDQVIST, M, LINDQVIST, S ; (2004) ; Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *Int J Biometeorol* 48:149–156]

TOMAS François ;(2002) ; espaces publics, architecture et urbanité ; publication de l'université de Saint-Etienne ; 2002

Bibliographie :

TOUDERT Ali Fazia et Helmut Mayer (2005) ; cited by Matallah Mohamed Elhadi ; 2015.

TOUSSAINT Jean Yves et ZIMMERMANN Monique ; (2001) ; user, observer, programmer et fabriquer l'espace public ; presses polytechniques et universitaires romandes ; Lausanne : 2001.

TRAN V. B ; (1996), "Acoustique architecturale". Office des Publications Universitaire (O.P.U.), Alger.

TROCHE J.P ; (1986), « Pourquoi, Ou Et Comment L'information Climat Intervient-Elle Dans La Pratique Des Urbanistes », Physio- Géo, N°16, (1986), CNRS.U.A. Meudon, pp. 17-24.

TSIANAKA, E ; (2006) ; the role of courtyards in relation to air temperature of urban dwellings in Athens. The 23 rd conference on passive and low energy architecture. Geneve, Suisse, September 2006. Cité in mémoire : KEDISSA, C; (2010)

VADON Catherine ; (sans date). À l'ombre arbres ; édition Dunod. Source : Site web : www.dunod.com

VARLET GRANCHER, C ; (1 Jan 1989) ; Gosse G, Chartier M., Herve Sinoquet, R. Bonhomme, J.M. Allirand ; Agronomie, EDP ; Sciences, 1989, 9 (5), pp.419-439.

VDI (Verin Deutscher Ingenieure); (1998); 3787, Part I: Environmental Meteorology, Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning at regional level. Part I: Climate. Beuth, Berlin 29 pp

VDI (Verin Deutscher Ingenieure); (1998); Methods for the human-biometeorological assessment of climate and air hygiene for urban and regional planning. Part I: Climate, VDI guideline 3787. Part 2. Beuth, Berlin.

VIATTE, P. (2002) ; Les plantations d'arbres en ville : Le long des rues et sur les places. CERTU. Cité in : LE GOURRIEREC Stéphane ; (2012).

VINET Jérôme et GROLEAU, D ; (2000) ; La modélisation des transferts radiatifs dans le logiciel Solene. Applications au microclimat urbain et au confort thermique en espace ouvert.

In : 2^{ème} Conférence IBPSA France 2000, Sophia Antipolis, 26 et 27 octobre 2000, pp. 29-35.

VINET Jérôme ; (2000) ; Contribution à la modélisation thermo-aéraulique du microclimat urbain. Caractérisation de l'impact de l'eau et de la végétation sur les conditions de confort en espaces extérieurs. Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de Nantes, 2000. Français.

VINET Jérôme, ANTOINE M. J., RAYMOND, F. and INARD, C ; (1999); Modelling the impact of urban vegetation to analyse urban microclimate and outdoor thermal comfort. In : Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology & International

Bibliographie :

Conference on Urban Climatology, November 8-12. Sydney, Australia : Macquarie University, 6 p. [CD-ROM].

WENG. Q ; LU. D ; SCHUBRING. J ; (Fevrier 2004) ; Estimation of land surface temperature vegetation abundance relationship for urban feat island studies; remote sensing of environment, vol: 89 n°: 4; pp: 467-483. Cité in : CHAMPIAT clément, 2008 ; préventions des effets sanitaires des vagues de chaleur, élaboration d'une méthodologie d'identification des ilots de chaleur urbains sur le territoire du Grand lyon. mémoire d'ingénieur de l'ENGEES. Ecole EHESP ; France.]

WESTPHAL, L.M; (2003) ; Urban greening and social benefits: A study of empowerment outcomes. SO - Journal of Arboriculture. 29(3). May 2003. 137-147., 2003

WINSLOW, C.E. A, HERRINGTON, L. P. and GAGGE, A. P; (1937) ; Relation between atmospheric conditions, physiological reactions and sensations of pleasantness. Am. J. Hygiene 26. Cité in thèse de doctorat de : VINET Jérôme ; (2000)

YAKUBU, (1990) cité in BENNADJI Amar ; (1999)

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie»

Résumés

Résumé en français

Résumé en arabe

Résumé en anglais

Résumé :

Le végétal urbain générateur de confort thermique dans les villes sahariennes contemporaines.
«Cas des places publiques de la ville de Biskra / Algérie»

Les espaces publics ouverts, surtout les places publiques sont pour la rencontre de la population, la communication, la convivialité ... etc. afin que ces espaces jouent leur rôle ils doivent être régner par un environnement physique confortable. L'usage optimal de ces espaces mérite une connaissance détaillée de tous les éléments qui peuvent améliorer les conditions climatiques d'utilisation de ces derniers.

L'objectif de la présente recherche est d'étudier et d'analyser le rôle joué par le végétal urbain (la végétation) dans l'espace extérieur urbain, vu que c'est une composante fondamentale dans ce dernier, dont elle minimise et intercepte les rayons solaires, c'est un facteur très important du confort thermique à l'extérieur. Elle réduit les températures de l'air, génère de l'ombre, absorbe les flux radiatifs.

En général, elle participe à la modification positive des ambiances physiques (chaleur, humidité, lumière ...). Sachant que les gens des villes sahariennes, (climat chaud et zone aride) cherchent à s'abriter contre les rayons solaires par tous les moyens, surtout durant la période estivale, à cette dernière la majorité des gens sont touché par le stress thermique vu le manque de fraîcheur et de l'ombre. Cela leur pousse à abandonner les places publiques et rejoindre les espaces bâtis tout en utilisant la climatisation qui engendra une consommation plus d'énergie (l'électricité).

L'investigation « in situ » a touché la dimension climatique ; température ambiante, humidité, l'ensoleillement, rayonnement solaire ...etc. Et l'insertion du végétal urbain (par simulation) comme masque contre les rayons solaires. Les résultats obtenus confirment le rôle primordial du végétal urbain dans la création de l'ombre qui a amélioré le confort thermique des places publiques par la suite la qualité de la vie urbaine.

Il s'agit dans cette recherche d'étudier les places publiques de la ville de Biskra / Algérie, ville saharienne, (à climat sec et de zone aride). La technique suivie dans ce travail est une combinaison entre les mesures des facteurs climatiques nécessaires « in situ » et la simulation par le biais d'un logiciel.

Mots clés : Végétal urbain ; Ombre ; Confort thermique ; Rayonnement solaire ; Ray Man ; Ville saharienne ; Place publique.

النبات الحضري مولد للرفاهية الحرارية في المدن الصحراوية المعاصرة
دراسة حالة الساحات العامة لمدينة بسكرة / الجزائر

ان الفضاءات العامة المفتوحة و خاصة الساحات العامة هي للالتقاء، و الاتصال و التعامل برقة بين افراد المجتمع حتى تتمكن هاته الفضاءات من اداء دورها على اكمل وجه يجب ان تتوفر لديها مستوى من الرفاهية بكل انواعها.

ان هدف هذا البحث هو دراسة و تحليل ما مدى اداء النبات الحضري على مستوى الفضاءات الخارجية الحضرية حيث يعد عنصر هام في تركيبة الفضاء الحضري. كذلك له قدرة التقليل من مفعول اشعة الشمس و من ثمة انتاج الرفاهية الحرارية بالفضاءات الخارجية. كما يخفض من درجات الحرارة و يخلق الظل و يمتص تدفق الإشعاع الشمسي.

بصفة عامة النبات الحضري يساهم ايجابا في تحسين الرفاهية من حرارة، رطوبة وإضاءة...الخ. خاصة ان سكان المدن الصحراوية ذات المناخ الحار و المنطقة الجافة يلجؤون طوال النهار الى المناطق المظللة خاصة خلال فصل الصيف و نجد جل سكان هاته المناطق يعانون من القلق الحراري لنقص الانتعاش الحراري و الظل و هذا ما يدفع بهم لمغادرة الفضاءات العامة الى الفراغات المغلقة و المكيفة و ما يترتب عنه من استهلاك كبير للطاقة الكهربائية.

البحث الميداني يشمل العوامل المناخية من حرارة ، رطوبة، اشعاع، تشميس...الخ. و كذا ادراج النبات الحضري عن طريق محاكات رقمية كحاجب لأشعة الشمس.

النتائج المتوصل لها تثبت الدور الفعال لهذا الأخير في خلق الظل و تحسين الرفاهية الحرارية على مستوى الساحات العامة و من ثمة تشجيع السكان على استغلالها باستمرار.

لقد تم التطرق في هذا البحث الى دراسة الساحات العامة لمدينة بسكرة ، مدينة صحراوية ذات مناخ حار. و تقنيات البحث هو مزج بين العمل الميداني و محاكاة رقمية.

الكلمات المفتاحية: النبات الحضري؛ الساحات العامة؛ المدن الصحراوية؛ الرفاهية الحرارية؛ التشميس؛ الظل؛ اشعة الشمس.

Abstract :

Role of the urban vegetal in improving the thermal comfort of a public place of a Saharan city
"Case of the city of Biskra / Algeria"

The open public spaces, especially the public places, are for the population meeting, communication, conviviality. So that these spaces play their role they must be ruled by a comfortable physical environment. The optimal use of these spaces deserves detailed knowledge of all the elements that can improve the climatic conditions of use of these spaces.

The purpose of this research is to study and analyze the role played by vegetation (urban vegetal) in urban external spaces since it is a fundamental component in this latter of which it minimizes and intercepts the solar rays, a very important factor of thermal comfort outside it reduces air temperatures generates shade; absorbs radiated fluxes and in general, it participates in the positive modification of physical environments (heat, humidity, light ...).

Knowing that the people of the Saharan cities (hot climate and arid zone) seek to shelter solar rays by all means especially during the summer. To the latter, most of people are affected by thermal stress, given the lack of freshness and shade. This leads them to abandon the public place, and to join the built spaces, while using air conditioning, which engendered more energy consumption (electricity). The "in situ" investigation has affected the climate dimension ambient temperature, humidity, sunshine, solar radiation. And the insertion of urban vegetation (by simulation) as a mask against solar rays. The results confirm the primordial role of urban vegetal in the creation of shade, which has improved the thermal comfort of public places. Then the quality of urban life.

It is in this research to study the public place of the city of Biskra / Algeria, Saharan city, (dry climate and arid zone). The technique followed in this work is a combination of measures of the necessary climatic factors "in situ" and simulation using software.

Keywords: urban vegetal; shade; thermal comfort; solar radiation; RayMan; Saharan city; public place.