
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme

epau

Laboratoire Architecture et Environnement



Mémoire
Pour l'obtention du diplôme de
MASTER EN ARCHITECTURE
Option : Architecture et environnement

Thème
ÉTUDE NUMERIQUE DE L'IMPACT DE LA GEOMETRIE ET DES
MATERIAUX DES PLACES PUBLIQUES ALGEROISES SUR L'ALBEDO
DES SURFACES
Cas du Centre-ville d'Alger

Réalisé et soutenu par :

Mr. BENKRITLY Mohamed

Mémoire dirigé par : Dr. Athamena Khaled, EPAU.

Devant le jury composé de :

Présidente : Pr. Boussoulim Aicha, EPAU.
Examinatrice : Pr. Berezowska Ewa Azzag, EPAU.
Examinatrice : Dr. Kacher Sabrina, EPAU.

Mars 2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier en premier lieu Dieu tout puissant pour la volonté et la patience qu'il m'as donné pour l'élaboration de ce mémoire.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire monsieur Athamena Khalid pour son encadrement tout au long de cette recherche.

Je tiens également à remercier madame Majory Musy, Docteur en génie civil à l'ENSA de Nantes d'avoir acceptée d'évaluer et d'apporter des conseils précieux pour l'enrichissement de cette recherche.

Dans un second lieu, je tiens à présenter mes remerciements les plus distincts à l'ensemble de mes camarades qui ont su répondre présent durant les moments de pression, et particulièrement à Dali Mahar, Hassani Ali, Belamri Meriem ainsi qu'à monsieur Horra Mounir, merci pour tous mes chers amis.

Enfin je tiens à remercier et à dédier ce travail à mes chers parents dont l'amour ne pourrait ce décrire à travers de simples mots.

ملخص

لقد أدى تعمير المدن على مر القرون إلى تمعدن أسطح الأرض الطبيعية من خلال استخدام مواد مضافة للماء (الأسفلت والخرسانة والطوب وغيرها) المستخدمة في المأوى وتلبية جميع احتياجات الناس. وبالتالي فإن المدن تشهد زيادة في درجات الحرارة خلال النهار الذي يستعيدونه خلال الليل. هذه الظاهرة المعروفة باسم جزيرة الحرارة الحضرية، موجودة في معظم المدن اليوم، وهي واضحة بشكل خاص في الأماكن العامة في المناطق الحضرية، مما تسبب في تدهور في نوعية الراحة الحرارية وزيادة استهلاك الطاقة المتعلقة بالاحتياجات من المرطبات.

واحد من الأسباب الرئيسية لتكوين جزيرة الحرارة الحضرية، يمكن أن تكمن في اختلاف الأشكال الهندسية والمواد المستخدمة في الأماكن الحضرية. في الواقع، يمكن أن تؤثر هذه العوامل على درجة الامتصاص وعلى الطاقة الشمسية المنعكسة (ألبيدو) مما يؤثر ويغير المناخ المحلي للمدينة.

يركز العمل الحالي على دراسة تأثير المواد وكذلك الأشكال الهندسية المستخدمة في الأماكن العامة، أي الساحات العامة، من أجل تقويم قيم ألبيدو باستخدام المحاكاة العددية أجريت باستخدام برنامج الحرارة الإشعاعية SOLENE. نتائج الدراسات التي أجريت سمحت لنا أن نثبت أن هندسة الأماكن وطبيعة المواد التي يؤلفونها هي في الواقع العوامل المحددة لتعديل قيم ألبيدو الأسطح.

هذا البحث يمكن أن يكون بمثابة مرجعية للمصممين والمطورين في دراسة وتطوير المشاريع الحضرية التي تقدم أفضل القيم ألبيدو والتي من شأنها أن تساعد على التخفيف من الظواهر المتعلقة بتشكيل الجزر الحرارة الحضرية والتي توفر درجة أفضل من الراحة في الأماكن العامة، وخاصة في الساحات العامة.

الكلمات المفتاحية: الساحات العامة، الهندسة، البناء، الجزر الحرارة الحضرية، البياض.

ABSTRACT

The urbanization of cities over the centuries has led to the mineralization of natural land surfaces through the use of waterproof materials (asphalt, concrete, brick etc ...) used to shelter and meet all the needs of people.

Cities thus experience an increase in temperatures during the day that they restore during the night. This phenomenon, known as the urban heat island, is present in most cities today and is particularly evident in urban public spaces, causing a deterioration in the quality of thermal comfort and an increase in energy consumption related to refreshment needs.

One of the main causes of UIC formation could lie in the variation of morphology and materials used in urban spaces. Indeed, these could affect the degree of absorption and reflection of solar energy (albedo), which subsequently, affects and changes the microclimate of the city.

The present work, focuses on the study of the impact of the materials as well as the geometrical forms used within the public spaces, namely, the public squares, on the modification of the values of what we call the surface albedo using numerical simulations conducted using the Solene thermo-radiative software, developed by CERMA de Nantes.

The results of the studies carried out allowed us to establish that the geometry of the places as well as the nature of the materials which compose them are indeed determining factors to the modification of the albedo values of the surfaces.

This research can serve as a reference for designers and developers in the study and development of urban projects offering better albedo values which will help to mitigate the phenomena related to the formation of urban heat islands offering a better degree of comfort in the outdoor public spaces, namely, the public squares.

Keywords: Public squares, geometry, construction, urban heat islands (UHI), albedo.



RÉSUMÉ

L'urbanisation des villes au fil des siècles a engendré la minéralisation des surfaces terrestre naturelles à travers l'usage de matériaux imperméable (asphalte, béton, brique etc...) servant à abriter et à répondre à l'ensemble des besoins des êtres humains. Les villes connaissent ainsi, une augmentation des températures durant la journée qu'elles restituent durant la nuit. Ce phénomène connu sous le nom de l'îlot de chaleur urbain est présent dans la plupart des villes d'aujourd'hui et se manifeste particulièrement au niveau des espaces publics urbains, causant ainsi une dégradation de la qualité du confort thermique et une augmentation des consommations énergétiques liées aux besoins de rafraîchissement.

L'une des principales causes de formation des ICU pourrait résider dans la variation de la morphologie et des matériaux utilisés au sein des espaces urbains. En effet, ces derniers pourraient influencer sur le degré d'absorption et de réflexion de l'énergie solaire (albédo), qui part la suite, affecterait et modifierait le microclimat de la ville. Le présent travail, s'est intéressé à l'étude de l'impact des matériaux ainsi que des formes géométriques utilisés au sein des espaces publics, à savoir, les places publiques, sur la modification des valeurs de ce que l'on appelle l'albédo des surfaces et ce, à travers des simulations numériques menées par le biais du logiciel thermo-radiatif Solène, développé par le CERMA de Nantes.

L'ensemble des résultats des études effectuées nous ont permis de déterminer que la géométrie des places ainsi que la nature des matériaux qui les composent sont effectivement des facteurs déterminants sur la modification des valeurs d'albédo des surfaces. Cette recherche peut ainsi servir de référence pour les concepteurs et réalisateurs dans l'étude et l'élaboration de projets urbains offrant de meilleurs valeurs d'albédo ce qui permettra d'atténuer les phénomènes liés à la formation d'îlots de chaleur urbain et d'offrir ainsi un meilleur degré de confort au sein des espaces public extérieurs, à savoir, les places publiques.

Mots clés :

Places publiques, géométrie, matériaux, Îlot de Chaleur Urbain, ICU, Albédo.

Table des matières

ملخص	IV
Abstract	V
Résumé	VII
Table des matières	VIII
Table des illustrations	XII
Liste des tableaux	XIV
CHAPITRE INTRODUCTIF	1
Introduction	2
Problématique	2
Hypothèses	3
Objectifs	3
Méthodologie	4
1. Une partie théorique	4
1.1 Organigramme de la recherche	4
2. Une partie pratique	5
2.1 Organigramme de la recherche	5
CHAPITRE1: L'ILOT DE CHALEUR URBAIN ET L'ALBEDO DES SURFACES	6
Introduction	7
1.Qu'est-ce qu'un Ilot de Chaleur Urbain ?	7
1.1Echelles de l'ICU	8
1.2 Facteurs influant sur l'ICU	9
2. L'albédo des surfaces	9
2.1 Impact des matériaux utilisés	10
2.1.1 Impact de la couleur du matériau sur la température des surfaces urbaines	11
2.1.2 L'impact de la rugosité des matériaux	14
2.1.3 Type de matériau	15
2.1.4- Impact du vieillissement du matériau	16
2.2 Impact de la forme urbaine sur l'albédo des surfaces	17
2.2.1Variation du facteur de vue de ciel	18
2.2.2 Facteur de densité	20
2.3 L'orientation	22
Conclusion	23
CHAPITRE II :LES PLACES PUBLIQUES: HISTOIRE,TYPOLOGIES ET CARACTERISTIQUES SPATIALES	25
Introduction	26
1.Définition du concept d'espace public	26
2.La place publique	27
3. Les places publiques à travers le temps	28
3.1 L'agora grecque	29

3.2 Le forum de la cité romaine	30
4.3 La place du moyen âge	31
3.4 La place de la renaissance	32
3.5 La place au XIXe siècle	33
3.6 La place au XXe siècle	34
3.7 La place du postmodernisme	35
4.Types de places	35
1 .La place d’arme	35
2 .La place royale	36
3.La place du marché	36
4. Les places monumentales	37
5. Les places d’agrément	37
6. Les places de circulation	37
5.Les éléments constitutifs de la place	38
5.1 Le plancher	38
5.2-Les parois	39
5.3 Le plafond	40
6.La morphologie de la place	41
6.1 La forme de la place	41
6.2 Dimension et proportion des places	43
6.3 La position de la place dans le maillage urbain	44
7.Aménagement de la place	45
7.1Le mobilier urbain	46
Conclusion	48
CHAPITRE III : MODELISATION ET ANAYSE DES PLACES PUBLIQUES	50
Introduction	50
1. Critères de choix des cas d’études	50
2. Présentation de la wilaya d’Alger	50
3. Analyse des places publiques	51
3.1 Modélisation des places publiques	51
a. Méthode de modélisation	52
3.2. La place du square Port Saïd	55
1. Présentation	55
2. Configuration de la place	55
3. Les composantes de la place	56
4.Calcul de l’albédo des façades et des toitures	58
5.Calcul de l’albédo des façades et du plancher de la place	59
6.Aménagement de la place	60
7.La place de l’Émir Abdelkader	60
7.1. Présentation	60
7.2. Configuration de la place	61

7.3. Les composantes de la place _____	62
a. Le plafond _____	62
b. Le plancher _____	63
c. Les parois _____	63
3.4 Calcul de l'albédo des façades _____	65
3.5 Aménagement de la place _____	66
3.4 La place des Rais _____	67
1. Présentation _____	67
2. Configuration de la place _____	67
3. Les composantes de la place _____	68
a. Le plafond _____	68
b. Le plancher _____	68
c. Les parois _____	68
4. Calcul de l'albédo des façades et du plancher de la place _____	71
5. L'aménagement de la place _____	71
3.5 La place de la Grande Poste _____	72
1. Présentation _____	72
2. Configuration de la place _____	72
3. Les composantes de la place _____	73
a. Le plafond _____	73
b. Les parois _____	73
c. Le plancher _____	75
4. Calcul des valeurs d'albédo des parois et du plancher de la place _____	76
5. Aménagement de la place _____	77
CHAPITRE IV : CALCUL DES INDICATEURS ET SIMULATIONS NUMÉRIQUES _____	78
Introduction _____	79
1. Présentation du logiciel de simulation Solène _____	79
2. Étude paramétrique _____	80
2.1. Facteur de vue de ciel _____	80
2.1.1 Méthode de calcul _____	80
2.1.2 Simulation menée sur la place du square Port Saïd _____	81
2.1.3 Simulation menée sur la place de l'Émir Abdelkader _____	82
2.1.4 Simulation menée sur la place des Rais _____	83
2.1.5 Simulation menée sur la place de la Grande Poste _____	84
Synthèse _____	85
2.2 Évaluation de la densité des façades (Df) _____	85
Analyse et interprétation des résultats _____	86
2.3 Analyse de l'impact de la densité des façades sur le facteur de vue de ciel _____	86
Analyse et interprétation des résultats _____	87
Synthèse _____	87
2.4 L'orientation _____	87

Conclusion	89
3. Simulations numériques	89
3.1 Calcul de l'albédo des surfaces	89
3.1.1 Méthode de calcul	89
3.1.2 Simulation menée sur la place du square Émir Abdelkader	92
3.1.3 Simulation menée sur la place des Raïs	93
3.1.4 Simulation menée sur la place Square Port Saïd	94
3.2 Étude de sensibilité sur l'impact des matériaux sur l'albédo des surfaces	96
Analyse et interprétation des résultats	98
Synthèse	98
3.4 Étude de sensibilité sur l'impact de la couleur des matériaux sur l'albédo des surfaces	98
Analyse et interprétation des résultats	99
Conclusion	99
4. Benchmark des résultats avec les valeurs d'albédo	100
4.1 Analyse de l'impact du facteur de vue de ciel sur l'albédo des surfaces	101
Analyse et interprétation des résultats	101
Synthèse	101
4.2 Analyse de l'impact de la densité des façades sur l'albédo des surfaces	101
Analyse et interprétation des résultats	102
Synthèse	103
4.3 Analyse de l'impact du pourcentage d'orientation des places sur l'évolution journalière des valeurs d'albédo	105
Analyse et interprétation des résultats	104
Synthèse	105
4.4. Analyse de l'impact du coefficient de réflexion des matériaux sur l'albédo des surfaces	105
Analyse et interprétation des résultats	106
Conclusion	106
RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES	107
1. PLACE DE L'ÉMIR	107
2. PLACE DU SQUARE PORT SAÏD	108
3. PLACE DES RAIS	108
4. LA PLACE DE LA GRANDE POSTE	109
RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	110
CONCLUSION GÉNÉRALE	111
Conclusion générale	112
Perspectives	113
Limites et critiques de la recherche	114
BIBLIOGRAPHIE	115

Table des illustrations

FIGURE 1 - COUPE D'UN ILOT DE CHALEUR URBAIN.....	7
FIGURE 2 - SCHEMA DE LA COUCHE LIMITE URBAIN.....	8
FIGURE 3 - LA RELATION DE L'ALBEDO DU RAPPORT ENERGIE REÇUE/ REFLECHIE	10
FIGURE 4 - EXEMPLE D'ALBEDO PAR TYPE DE MATERIAUX	11
FIGURE 5 - RESULTAT D'ANALYSE SPECTROPHOTOMETRIQUE POUR UNE PAIRE D'ECHANTILLONS DE PEINTURE COOL ET STANDARD MARRON.	12
FIGURE 6 - COMPARAISON ENTRE LA REFLECTIVITE DES MATERIAUX STANDARD ET CELLE DES MATERIAUX FRAIS. ...	13
FIGURE 7 - ILLUSTRATION DE LA REFLEXION DIFFUSE SUR UNE SURFACE RUGUEUSE.....	14
FIGURE 8 - ILLUSTRATION DE LA REFLEXION SPECULAIRE	14
FIGURE 9 - IMAGE VISIBLE ET INFRAROUGE DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION SELECTIONNES.	15
FIGURE 10 - CLASSIFICATION DES MATERIAUX CHAUDS ET DES MATERIAUX FROIDS.....	15
FIGURE 11 - GRAPHIQUE DE L'EFFET DU VIEILLISSEMENT D'UN ECHANTILLON BLANC ET D'UN ECHANTILLON NOIR DE PEINTURE« COOL » SUR LE DEGRE DE REFLECTIVITE.	16
FIGURE 12 - TABLEAU DE L'EVOLUTION DE LA REFLECTIVITE EN FONCTION DU TEMPS D'EXPOSITION.....	17
FIGURE 13 - CALCUL DU FACTEUR DE VUE DU CIEL POUR LES TROIS TYPES DE QUARTIER PROPOSÉS.	18
FIGURE 14 - GRAPHE PRÉSENTANT L'IMPACT DU FACTEUR DE VUE DE CIEL SUR L'ALBÉDO.	19
FIGURE 15 - VARIATION DE L'ALBÉDO EN FONCTION DE LA DENSITÉ DE LA FAÇADE.....	21
FIGURE 16 - VARIATION DE L'ALBÉDO EN FONCTION DE LA DENSITÉ DU PLAN.....	21
FIGURE 17 - GRAPHE DE VARIATION DU FACTEUR DE VUE DE CIEL DU SOL EN FONCTION DE LA DENSITÉ DES FAÇADES.....	22
FIGURE 18 - GRAPHE DE L'ÉVOLUTION JOURNALIÈRE DES VALEURS D'ALBÉDO DE LA PARTIE NORD DE L'ÎLOT C	23
FIGURE 19 - AGORA DE MILET AU TRACÉ RÉGULIER.	29
FIGURE 20 - PLAN DE L'AGORA GRECQUE DU VE SIÈCLE AV. JC.....	29
FIGURE 21:FORUM ROMAIN DE TRAJAN.	30
FIGURE 22:PLAN DE FORUM ROMAIN DE TRAJAN.....	30
FIGURE 23 - LA PLACE CENTRALE A SIENNE,	31
FIGURE 24 - PLACE SAINT PIERRE, ROME, ITALIE.....	32
FIGURE 25 - PLACE DES VICTOIRES, PARIS.....	33
FIGURE 26 - PLACE DE L'ÉTOILE,PARIS.....	33
FIGURE 27 -PLACE DES TROIS POUVOIRS, BRÉSIL.....	34
FIGURE 28 - PLACE D'ARME DE VERSAILLES, PARIS.....	35
FIGURE 29 -PLACE ROYAL DE TURIN, ITALIE	36
FIGURE 30 - PLACE DU MARCHÉ PRINCIPAL DE CRACOVIE, POLOGNE.....	36
FIGURE 31 - PLACE DU MARCHÉ DE GHARDAÏA. ALGÉRIE.....	36
FIGURE 32 - PLACE DE LA BOURSE, BORDEAUX.....	37
FIGURE 33 - PLACE DES JACOBINS, LYON.....	37
FIGURE 34 - PIAZZA DEL COMPO À SIENNE.....	38
FIGURE 35 - PLACE DU CAPITOLE, ROME.....	38
FIGURE 36 : SOL DE LA PLACE STANISLAS, NANCY, FRANCE.....	39
FIGURE 37 -LA PIAZZA MAGGIORE, BOLOGNE.....	39
FIGURE 38 - PAROIS ENTOURANT LA GRANDE-PLACE DE MONS.....	40
FIGURE 39 - REPRÉSENTATION DU PLAFOND DE LA PLACE DES VOSGES (PARIS) MATÉRIALISÉ PAR UN CONTOUR ROUGE.....	40
FIGURE 40 - LA TYPOLOGIE DE PLACES.....	41
FIGURE 41 -TYPOLOGIE MORPHOLOGIQUE DES PLACES PUBLIQUES	42
FIGURE 42 - EMBLEMMENT DE LA PLACE DANS LA STRUCTURE URBAIN.....	44
FIGURE 43 - PLACE DE LA HALLE À SENLIS.....	45
FIGURE 44 - PLACE AUX HERBES À VÉRONE.....	45
FIGURE 45 - A: PLACE DÉFORMÉE À BASE GÉOMÉTRIQUE RADIOCONCENTRIQUE.....	45
FIGURE 46 -BANCS PUBLIC.....	46
FIGURE 47 - VÉGÉTATION AU SEIN DE LA PLACE D'ARME DE PORT-DE-PAIX, HAÏTI.....	47
FIGURE 48 -ÉCLAIRAGE AU SEIN DE LA PLACE CAUDRY, FRANCE.....	48
FIGURE 49: DECOPAGE ADMINISTRATIFS DE LA VILLE D'ALGER.....	51
FIGURE 50: IMPORTATION DES IMAGES	52
FIGURE 51: IMPORTATION DES IMAGES	52
FIGURE 52: CALIBRAGE DES LOCATOR	53
FIGURE 53: MISE EN PLACE DES LOCATOR.....	53
FIGURE 54: SELECTION DE LA LIGNE DE REFERENCE.....	54

FIGURE 55: EXPORTATION DU FICHIER.....	54
FIGURE 56: PLAN DE SITUATION DU SQUARE PORT SAÏD.	55
FIGURE 57:MODELE GEOMETRIQUE 3D DE LA PLACE	56
FIGURE 58:: PLAFOND DU SQUARE PORT SAÏD.....	56
FIGURE 59: ILLUSTRATION SUR L'ENSEMBLE DES MATERIAUX QUI COMPOSENT LES PAROIS DE LA PLACE.....	57
FIGURE 60: ILLUSTRATION DES PRINCIPAUX MATERIAUX UTILISES AU SEIN DU PLANCHER DE LA PLACE	57
FIGURE 61: PRESENTATION DES DIFFERENTS MATERIAUX DE SURFACES APPLIQUES SUR LA PLACE DU SQUARE.....	58
FIGURE 62: PLAN DE SITUATION DE LA PLACE DE L'ÉMIR ABDELKADER.....	61
FIGURE 63:IMAGE SUR LA PLACE DE L'ÉMIR ABDELKADER;.....	61
FIGURE 64:: IMAGE SATELLITTE DE LA PLACE DE L'ÉMIR ABDELKADER.....	61
FIGURE 65: ILLUSTRATIONS METTANT EN EVIDENCE L'HETEROGENEITE DU GABARIT DES BATIMENTS.	62
FIGURE 66:ILLUSTRATIONS SUR MATERIAUX RECOURANT LES PLANCHERS DE LA PLACE.	62
FIGURE 67: ILLUSTRATIONS SUR LES PRINCIPAUX MATERIAUX RECOUVRANT LES PAROIS DE LA PLACE.....	63
FIGURE 68: PRESENTATION DES DIFFERENTS MATERIAUX DE SURFACES APPLIQUES SUR LA PLACE DE L'ÉMIR.....	64
FIGURE 69: AMENAGEMENT DE LA PLACE DE L'ÉMIR.....	66
FIGURE 70:MODELE GEOMETRIQUE 3D DE LA PLACE.	67
FIGURE 71:PLANCHER ET CARRELAGE UTILISEE COMME REVETEMENT POUR LE TROTTOIR DE LA PLACE	68
FIGURE 72: ILLUSTRATIONS DES PRINCIPAUX MATERIAUX RECOUVRANT LES PAROIS DE LA PLACE.	69
FIGURE 73: PRESENTATION DES DIFFERENTS MATERIAUX DE SURFACES APPLIQUES SUR LA PLACE DE RAIS.	71
FIGURE 74: PLAN DE SITUATION DE LA PLACE DE LA GRANDE POSTE.	72
FIGURE 75:IMAGE DE LA GRANDE POSTE.	73
FIGURE 76 : IMAGE SATELLITE DE LA GRANDE POSTE.	73
FIGURE 77:MODELE GEOMETRIQUE 3D DE LA PLACE.	73
FIGURE 78: ILLUSTRATIONS SUR LES PRINCIPAUX MATERIAUX RECOUVRANT LES PAROIS DE LA PLACE.....	74
FIGURE 79: PRESENTATION DES DIFFERENTS MATERIAUX DE SURFACES APPLIQUES SUR LA PLACE DES RAIS.....	75
FIGURE 80: AMENAGEMENT DE LA PLACE DE LA GRANDE POSTE.	77
FIGURE 81:RESUME DES ETUDES MENE PRECEDEMMENT AVEC LE LOGICIEL SOLENE.	80
FIGURE 82:GRAPHE PRESENTANT L'IMPACT DU FACTEUR DE VUE DE CIEL SUR L'ALBEDO.	100
FIGURE 83 :GRAPHE PRÉSENTANT L'IMPACT DU FACTEUR DE VUE DE CIEL SUR L'ALBÉDO	102
FIGURE 84: GRAPHE PRÉSENTANT L'IMPACT DE L'ORIENTATION SUR L'ALBÉDO DES SURFACES.	103
FIGURE 85 :GRAPHE PRÉSENTANT L'IMPACT DES COEFFICIENTS DE RÉFLEXION DES PLACES SUR L'ALBÉDO	106
FIGURE 86: ENROBÉ D'ASPHALTE COLORÉ.....	103

Liste des tableaux

TABLEAU 1: TABLEAU DESCRIPTIF DES MATÉRIAUX DE SURFACE DU SQUARE PORT SAÏD AVEC LEURS VALEURS D'ALBÉDOS CORRESPONDANTS.....	59
TABLEAU 2: CALCUL DES VALEURS D'ALBÉDO DES PAROIS DE LA PLACE.....	60
TABLEAU 3: TABLEAU DESCRIPTIF DES DIFFERENTS MATERIAUX DE SURFACES APPLIQUES SUR LA PLACE DE L'ÉMIR AVEC LEURS VALEURS D'ALBÉDOS CORRESPONDANTES.....	65
TABLEAU 4: CALCUL VALEURS D'ALBÉDO DES PAROIS SELON LES MATERIAUX UTILISEES.....	66
TABLEAU 5 : DESCRIPTION DES DIFFERENTS MATERIAUX DE SURFACES APPLIQUES SUR LA PLACE DES RAIS	70
TABLEAU 6 : CALCUL VALEURS D'ALBÉDO DES PAROIS SELON LES MATERIAUX UTILISEES.....	71
TABLEAU 7: ILLUSTRATION DES PRINCIPAUX MATERIAUX RECOUVRANT LES PAROIS DE LA PLACE.....	76
TABLEAU 8: CALCUL VALEURS D'ALBÉDO DES PAROIS SELON LES MATERIAUX UTILISEES.....	76
TABLEAU 9: CALCUL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES VALEURS DU FACTEUR DE VUE DE CIEL OBTENUS POUR LA PLACE DU SQUARE PORT SAÏD.....	81
TABLEAU 10: CALCUL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES VALEURS DU FACTEUR DE VUE DE CIEL OBTENUS POUR LA PLACE DE L'ÉMIR ABDELKADER.....	82
TABLEAU 11: CALCUL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES VALEURS DU FACTEUR DE VUE DE CIEL OBTENUS POUR LA PLACE DES RAIS.....	83
TABLEAU 12: CALCUL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES VALEURS DU FACTEUR DE VUE DE CIEL OBTENUS	84
TABLEAU 13: VALEURS DU FACTEUR DE VUE DE CIEL OBTENU	84
TABLEAU 14: CALCUL DE LA DENSITÉ DES FAÇADES.....	85
TABLEAU 15 : POURCENTAGE DE SURFACE DE FAÇADE PAR ORIENTATION.....	88
TABLEAU 16: CALCUL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES VALEURS D'ALBÉDO OBTENUS POUR LA PLACE DE L'ÉMIR.....	92
TABLEAU 17: CALCUL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES VALEURS D'ALBÉDO OBTENUS POUR LA PLACE DU SQUARE PORT SAÏD.....	93
TABLEAU 18: CALCUL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES VALEURS D'ALBÉDO OBTENUS POUR LA PLACE SQUARE PORT SAÏD.....	94
TABLEAU 19 : CALCUL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DES VALEURS D'ALBÉDO OBTENUS POUR LA PLACE DE LA GRANDE POSTE.....	95
TABLEAU 20 : ÉTUDE DE L'IMPACT DE LA DIFFÉRENCE DES COEFFICIENTS DE RÉFLEXION DES MATÉRIAUX SUR L'ALBÉDO DES SURFACES.....	96
TABLEAU 21 : ÉTUDE DE L'IMPACT DE LA DIFFÉRENCE DES COEFFICIENTS DE RÉFLEXION DES MATÉRIAUX SUR L'ALBÉDO DES SURFACES.....	97
TABLEAU 22 : ÉTUDE DE L'IMPACT DE LA DIFFÉRENCE DES COEFFICIENTS DE RÉFLEXION DES MATÉRIAUX SUR L'ALBÉDO DES SURFACES.....	99
TABLEAU 23 : CALCUL DES COEFFICIENTS DE RÉFLEXION DES PLACES.....	105

CHAPITRE INTRODUCTIF

INTRODUCTION

De tout temps, l'homme a songé à créer des espaces répondant à l'ensemble des notions de confort dont il avait besoin. Pour ce faire, il devait analyser les différents éléments conditionnant son milieu extérieur environnant avant de s'y installer et d'y bâtir son foyer.

C'est ainsi et à travers l'évolution des besoins et des pratiques des êtres humains que se sont développés des villes entières, chacune répondant à des configurations spatiales spécifiques. Ces villes se composent de deux types d'espaces : des espaces pleins caractérisés par différentes constructions, ainsi que des espaces vides, à savoir les parcs, les rues et les places publiques.

Les places publiques, conditionnent de manière significative l'implantation et l'organisation des espaces bâtis. Elles représentent des espaces dédiés à l'ensemble des pratiques de la vie urbaine à savoir : détente, déplacement, interactions sociales. De ce fait, elles nécessitent une conception qui prenne en considération l'ensemble des facteurs pouvant affecter la formation des îlots de chaleur urbains dit *ICU*, afin d'assurer un confort optimal à l'ensemble des usagers.

S'inscrivant dans les recherches liées à la qualité environnementale, le présent travail nous permettra de déterminer les facteurs influant sur *l'albédo* des surfaces, l'une des principales causes de formation des îlots de chaleur urbains et ce, dans le but d'améliorer le degré de confort au sein des espaces publics extérieure et principalement au cœur les places publiques.

PROBLÉMATIQUE

La place, espace public d'échange, de repos et d'interactions social par excellence, est conditionnée par le microclimat environnant. Ce facteur est un élément important qui influe considérablement sur le degré de fréquentation et d'activités s'inscrivant autour de ces espaces, et ce selon la nature de la géométrie et des matériaux dont ils sont composés. En effet, l'hétérogénéité des matériaux (asphalte, pierres, briques etc...) ainsi que la forme liée à la géométrie des places, engendrent une modification des capacités d'absorption et de réflexion des rayons solaires incidents, ce qui entraîne des variations des valeurs d'*albédo* au niveau des places pouvant ainsi, affecter la formation des îlots de chaleur urbain.

Cela nous conduit à poser la question suivante :

Quel est l'impact de la géométrie et des matériaux de construction des places publiques sur la modification des valeurs d'albédo des surfaces et sur l'atténuation du phénomène d'îlot de chaleur urbain ?

HYPOTHÈSES

La problématique abordée suppose qu'il y a une relation entre les caractéristiques géométriques et les matériaux utilisés au sein des places sur la modification des valeurs d'*albédo* des surfaces. Afin de bien répondre à cela nous avons établis les hypothèses suivantes :

1. Les matériaux utilisés comme revêtement au sein des places publiques influent sur les valeurs d'*albédo* des surfaces.
2. La forme géométrique d'une place publique est susceptible d'apporter des modifications considérables sur les propriétés de réflexion des surfaces, à savoir l'*albédo*.

OBJECTIFS

L'objectif que nous nous sommes fixés à travers l'élaboration de ce mémoire consiste à mettre en évidence l'impact des formes géométriques et des matériaux de constructions utilisés au sein des places publiques sur l'augmentation ou la diminution des valeurs d'albédo des surfaces.

Cette étude permettra par la suite de proposer l'utilisation de matériaux et de formes géométriques qui offrent de meilleures valeurs d'*albédo*. Ce qui évitera l'apparition des phénomènes d'îlot de chaleur urbains et d'offrir ainsi un cadre de vie agréable au sein des places publiques, facteur déterminant dans le degré de fréquentation et d'activité au sein des espaces extérieurs.

Dans un second lieu, l'étude menée pourrait servir de référence aux concepteurs et réalisateurs afin d'établir des projets respectant la qualité environnementale tout en assurant un meilleur confort thermique extérieur de par le choix judicieux de matériaux et de formes géométriques dans la conception des places publiques au sein des villes.

MÉTHODOLOGIE

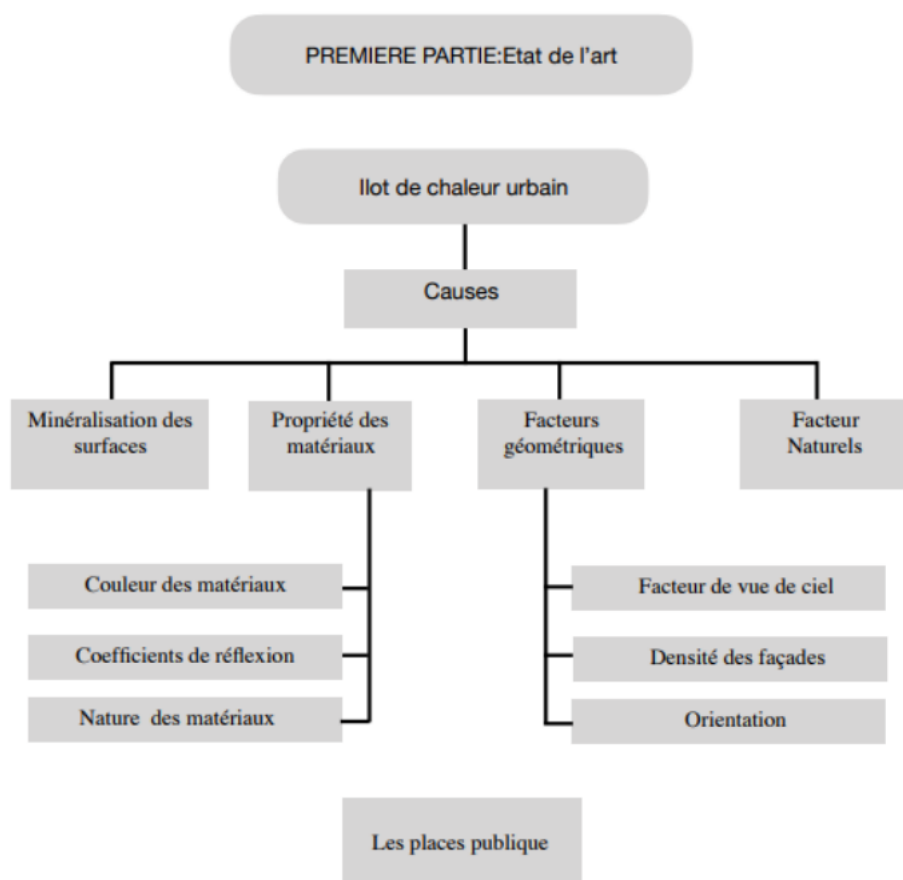
L'élaboration de ce mémoire s'effectuera en deux parties distinctes :

1-Une partie théorique

La première partie représente un travail de recherche bibliographique et un état de l'art où l'on établira une définition sur l'ensemble des éléments relatif à notre objet d'étude.

Dans un premier lieu, nous nous intéresserons à l'étude du phénomène *d'îlot de chaleur urbain* ou *ICU*. Dans un second, temps sur l'un des éléments influant sur la formation de cet ICU à savoir, l'*albédo* des surfaces, en y développant l'ensemble des éléments en relation avec notre thématique tels que les matériaux ainsi que la géométrie urbaine.

La troisième partie consistera à développer l'ensemble des études relatives aux places publiques, partant d'une étude historique qui nous permettra de définir le rôle et l'importance des places au fil des siècles, puis, d'élaborer une analyses détaillée sur les composantes et les différentes formes de cette dernière au sein du tissu urbain.

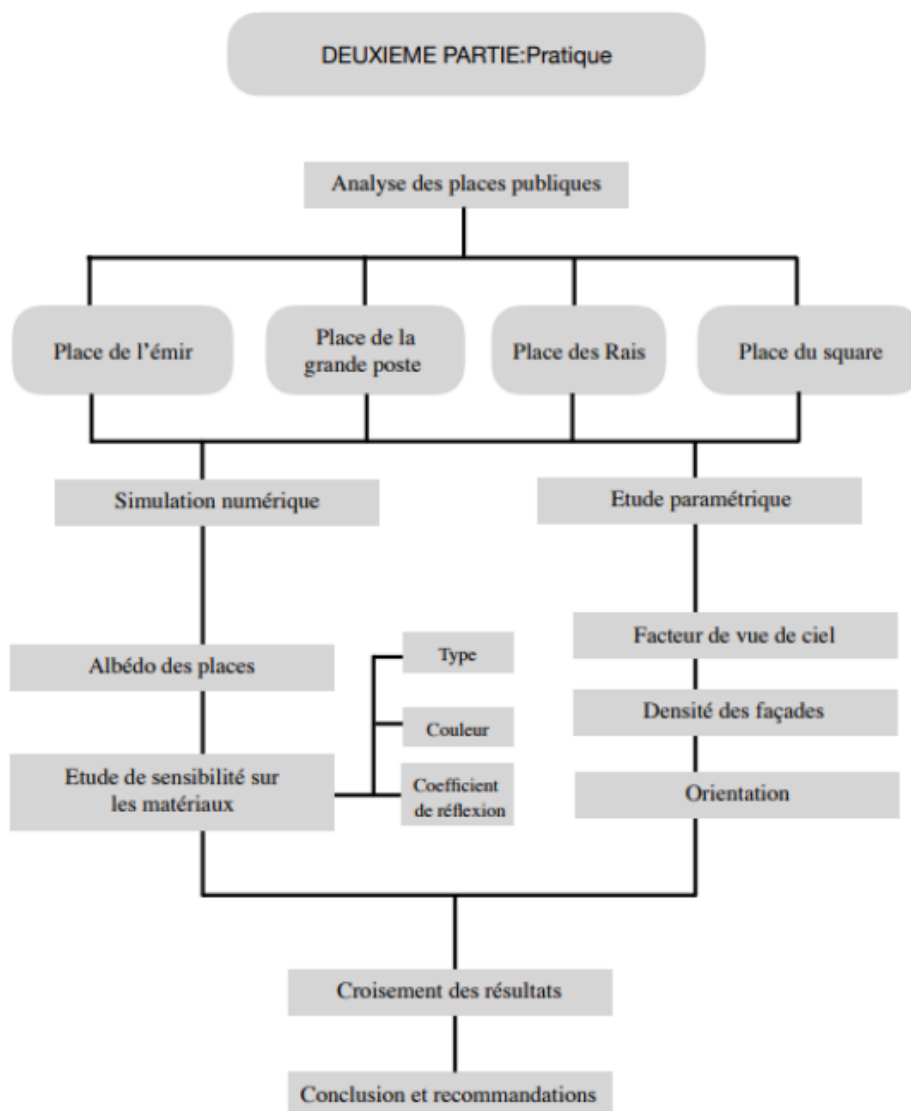


ORGANIGRAMME DE LA RECHERHCE

2- Une partie pratique

La deuxième partie de ce travail, consiste à effectuer des travaux de modélisation et d'analyse sur quatre places publiques situées au centre-ville d'Alger, distinctes les unes des autres de par l'hétérogénéité des matériaux et des formes géométriques qu'elles présentent et qui nous serviront par la suite d'échantillon pour établir des expérimentations liées à la thématique de ce mémoire.

La dernière partie représentera une conclusion qui traduit l'ensemble des résultats obtenus après l'expérimentation et qui nous permettra d'effectuer des recommandations en rapport avec les problématiques posées ainsi que des propositions pour les axes futurs de recherche.



ORGANIGRAMME DE LA RECHERHCE

CHAPITRE I :

L'ILOT DE CHALEUR URBAIN ET L'ALBEDO DES SURFACES

INTRODUCTION

La minéralisation des surfaces terrestre liée à l'urbanisation¹ des villes, a engendré une augmentation des températures au sein des milieux urbains et précisément au coeur des espaces public extérieur par rapport aux milieux ruraux environnants. Ce phénomène plus connu sous le nom d'îlot de chaleur urbain est engendré en grande partie par les faibles valeurs d'albédo au sein des surfaces urbaines.

Le présent chapitre nous permettra de définir dans un premier lieu, ce qu'est le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU), sa naissance, les conditions de son développement, puis, de nous intéresser sur l'une des principales causes de sa formation à savoir, l'albédo des surfaces urbaines.

1. Qu'est-ce qu'un Ilot de Chaleur Urbain ?

L'îlot de chaleur urbain, abrégé ICU, est un phénomène qui représente une augmentation des températures au sein des milieux urbains bâtis par rapport aux milieux ruraux avoisinants (**Figure 1**).

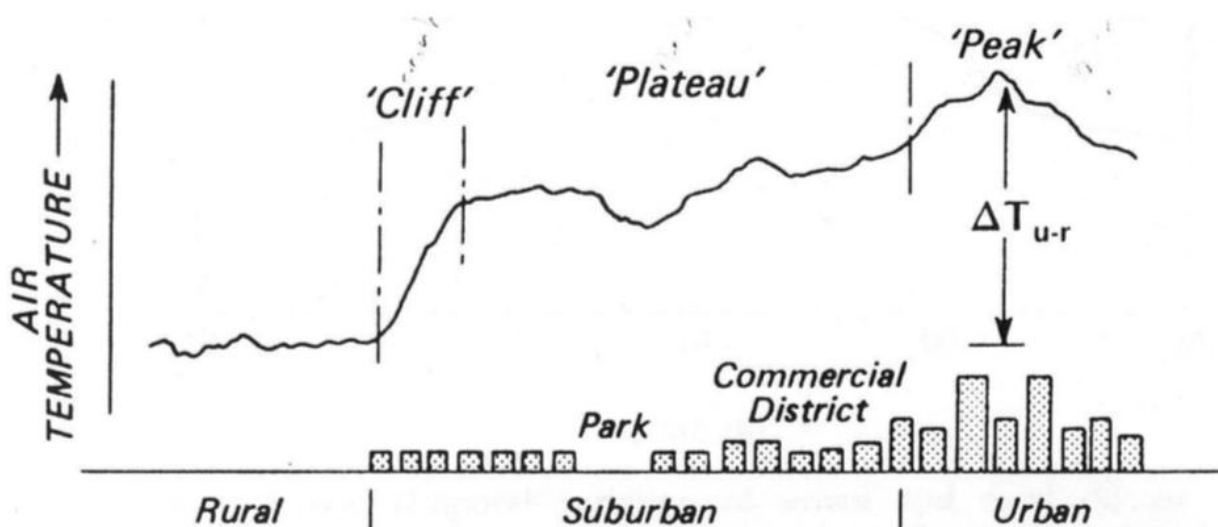


Figure 1 - Coupe d'un îlot de chaleur urbain
Source: Ringenbach Nicolas, 2004, (d'après Oke, 1978)

Ce phénomène se manifeste essentiellement durant la saison estivale et particulièrement durant la nuit (3 à 5 heures après le coucher du soleil), période durant laquelle on assiste à une retransmission

¹ Processus continu de croissance de la population urbaine et d'extensions des villes.

de la chaleur absorbée par les surfaces urbaines durant la journée. A titre d'exemple, la ville de Strasbourg a enregistré une différence de 8°C quelques heures après le coucher du soleil durant l'été du 11 août 1998².

1.1 Echelles de l'ICU

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain varie en intensité selon sa position au sein de l'atmosphère. En effet, ce dernier peut être observé à travers 3 échelles atmosphériques distinctes à savoir :

1.1.1 La couche limite urbaine (UBL)

Située au-dessus de la canopée urbaine, cette seconde couche est rattachée à la partie inférieure de la couche limite planétaire. Son épaisseur varie de plusieurs centaines de mètres tandis que sa hauteur est déterminée par la couche d'air située au-dessus du cadre bâti du tissu urbain (Figure 2).

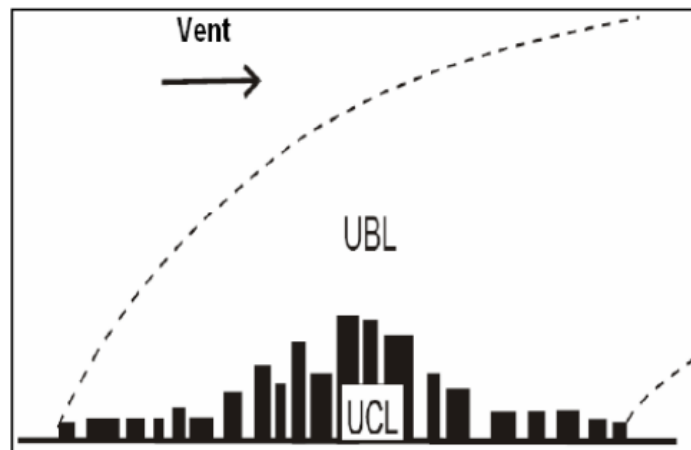


Figure 2 - schéma de la couche limite urbaine.
Source: Voogt, 2007.

1.1.2 La couche de canopée urbaine ou Urban Canopy Layer (UCL)

Elle représente la partie la plus basse de la couche limite urbaine, là où se déroule l'activité humaine. À proximité directe du sol depuis une certaine profondeur, la canopée urbaine est liée à la hauteur et à la densité des constructions et des obstacles naturels qui jalonnent l'espace urbain. Son climat est assez variable et dépend de la nature du milieu environnant, plus particulièrement de la morphologie urbaine ainsi que des matériaux utilisés au sein du milieu urbain extérieur.

² Hatten Anne, « Mise en évidence des caractéristiques générales de l'îlot de chaleur urbain strasbourgeois. élaboration d'une base de données climatiques »; Mémoire de maîtrise de géographie, Université Louis Pasteur, 2002, p. 66.

1.1.3 La couche de surface ou Surface Layer (SL)

Définie comme étant la zone proche du sol, cette échelle prend en considération l'ensemble des surfaces horizontales au sein de la ville, ainsi que de la fine couche d'air présente au-dessus des surfaces terrestres et bâties, sa température est fortement influencée par les échanges thermiques avec les surfaces³.

Facteur influant sur l'ICU⁴

La formation de l'ICU dépend de deux facteurs essentiels, le premier d'origine naturel, le second anthropique. Le facteur naturel est incontrôlable et affecte la formation de l'ICU de par la nature de la climatologie, de la topographie, mais aussi de la météorologie (vent, température, humidité, insolation). En effet, la ventilation influe en grande partie sur la formation des ICU, selon Cantat⁵, une vitesse de vent égale à 7m/s contribue à la suppression totale de ces effets.

Le second facteur quant à lui peut être contrôlé étant donné qu'il dépend essentiellement de la configuration des milieux urbains, à savoir : la morphologie urbaine, l'orientation et la géométrie des tissus urbains, la quantité d'énergie due au chauffage des habitations, à la circulation automobile, aux industries, à la chaleur émise par le métabolisme humain selon la densité des activités, à la présence ou non de surfaces aqueuse et végétalisées, et enfin, à l'*albédo*, facteur sur lequel seront menés l'ensemble de nos recherches.

2. L'albédo des surfaces

De nos jours, les surfaces urbaines sont couvertes par différents matériaux. Ces derniers, servant principalement comme revêtement, comportent de faibles capacités de réflexion ce qui permet de contenir la chaleur issue des rayonnements solaires incidents durant la journée, entraînant ainsi, une surchauffe menant vers la formation de l'îlot de chaleur urbain.

L'albédo représente la capacité d'une surface à réfléchir la lumière à laquelle elle a été exposée⁶. Ce dernier varie selon une grandeur comprise entre 0 pour les surfaces qui absorbent toute la

³ Nakamura Y. et Oke T. R., « Wind, temperature and stability conditions in an east-west oriented urban canyon », *Atmospheric Environment* (1967), n° 22/12, 1988, p. 2691–2700.

⁴ ICU est une abréviation pour indiquer le phénomène de l'îlot de chaleur urbain.

⁵ Bouyer Julien, « odélisation et simulation des microclimats urbains. Étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments »; Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, 2009.

⁶ Vaillant J. R., *Utilisations et promesses de l'énergie solaire*, Paris, Eyrolles (coll. « Collection du B.C.E.O.M »), 1978, p. 39.

lumière incidente (corps noir) à 1 pour celles qui en réfléchissent la totalité. La figure ci-dessous traduit la relation de l'albédo du rapport Energie reçue / réfléchi .

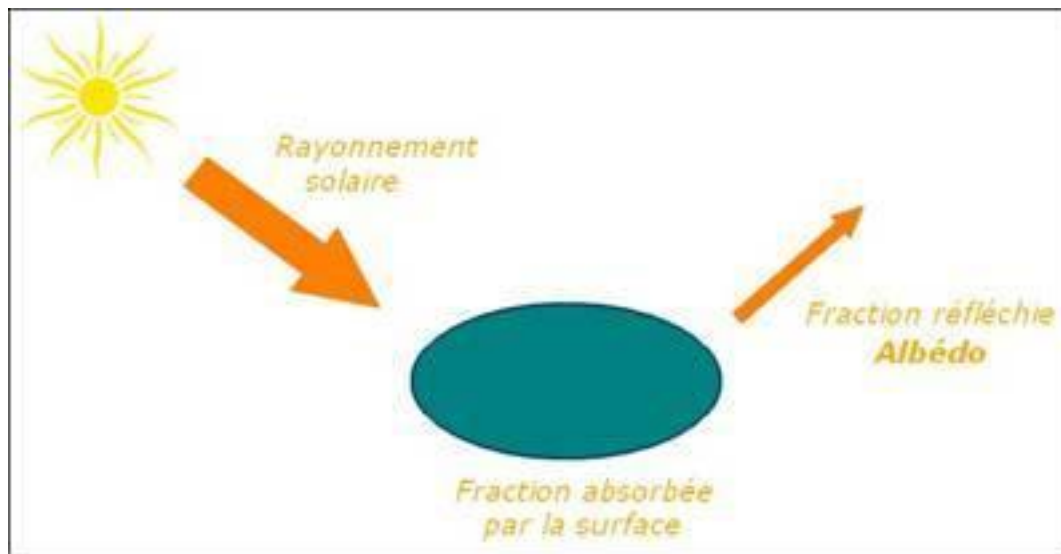


Figure 3 - La relation de l'albédo du rapport Energie reçue/ réfléchi
Source: <http://www.emse.fr/>

De ce fait, l'*albédo* est un facteur déterminant dans le confort au sein des milieux urbains. A titre d'exemple, une augmentation de l'*albédo* moyen des villes de 0,20 à 0,45 aux latitudes des villes européennes et nord-américaines, permettrait de réduire la température de 4°C durant les après-midi d'été⁷.

L'*albédo* d'une ville ou d'un quartier dépend de plusieurs facteurs, certains sont liés aux conditions extérieures (facteur de vue du ciel, angle solaire zénithal, atmosphère etc...). D'autres, de la géométrie urbaine, à la nature des surfaces urbaines et à leurs propriétés optiques. Afin de cibler notre recherche et d'atteindre les objectifs fixés, nous nous intéresserons principalement à l'étude de l'impact de la géométrie et des matériaux, sur la modification de l'albédo des surfaces.

2.1 Impact des matériaux utilisés

La capacité d'une surface à absorber et à réfléchir la chaleur reçue, dépend d'une grande partie de la nature du matériau utilisé, en effet chaque matériau comporte un albédo qui varie selon la nature de ce dernier, sa texture ainsi que sa couleur (Figure 4), affectant ainsi différemment la température des surfaces urbaines.

⁷ Bouyer Julien, *op. cit.*

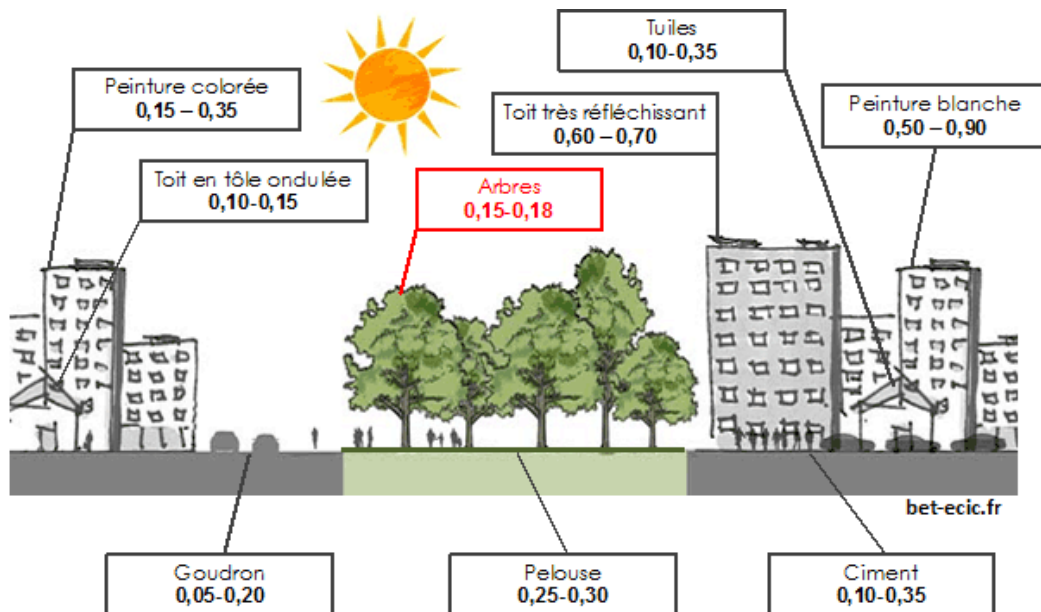


Figure 4 - Exemple d'albédo par type de matériaux
 Source : <https://conseils.xpair.com>

2.1.1 Impact de la couleur du matériau sur la température des surfaces urbaines

Des études ont montré que la variation du degré de réflectivité d'un matériau soit étroitement liées à la nature de la couleur utilisée, une peinture de couleur sombre tel que le noir aurait un facteur d'absorption beaucoup plus important qu'une peinture blanche entraînant ainsi, une fois exposée aux rayons solaires, une surchauffe au sein des espaces publics extérieurs. L'équipe de recherche dirigée par Rosenfeld⁸, a étudié l'impact de la couleur des façades sur la température des surfaces et a remarqué que durant les heures de plein soleil, les façades peintes en noir atteignent des températures supérieures de 7°C par rapport à celles peintes en blanc.

Le même phénomène a été observé au niveau des toitures des bâtiments, Synnefa et son équipe⁹ avaient mesuré l'albédo des toitures de différentes couleurs. Le constat fut assez frappant, les toitures blanches ont marqué une réflectivité des rayons incidents atteignant 72 % contre 26 % pour celles peintes en noire. Même si le degré de réflectivité des peintures à teintes blanches soit meilleur que celui des peintures sombres, leurs usages au sein des milieux urbains ne sont pas toujours

⁸ Rosenfeld Arthur H., Akbari Hashem, Bretz Sarah, Fishman Beth L., Kurn Dan M., Sailor David et Taha Haider, « Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates », *Energy and Buildings*, n° 22/3, 1995, p. 255–265.

⁹ Synnefa Afroditi, Santamouris Mat et Livada Iro, « A study of the thermal performance of reflective coatings for the urban environment », *Solar Energy*, n° 80/8, 2006, p. 968–981.

évidents pour divers raisons (esthétiques, visuelles etc...). Les scientifiques se sont penchés sur cette question et ont réussi à développer un nouveau type de peinture dit "peinture fraîche".

La figure 5 représente une courbe qui montre le degré de réflectivité spectrale¹⁰ entre une peinture marron standard et une autre de même teinte de type "cool", on constate que pour la première, le degré de réflectivité est de 22 % contre 36 % pour celle qui utilise la teinte "cool".

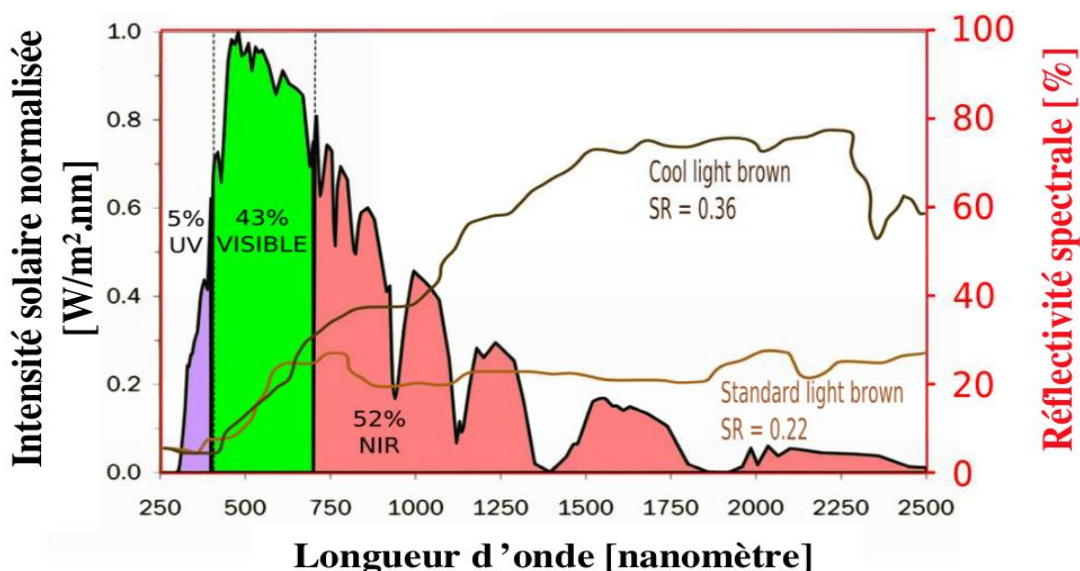


Figure 5 - Résultat d'analyse spectrophotométrique pour une paire d'échantillons de peinture cool et standard marron. Source:Maxime Dova.2010

Les peintures fraîches sont composées de pigments¹¹ nettement plus réfléchissants que ceux utilisés avec les peintures standards offrant ainsi un meilleur degré de réflectivité. Un test similaire a été réalisé par l'équipe de recherche dirigée par Synnefa¹², à Athènes, durant la saison estivale entre deux dalles en béton revêtue de peinture standard et cool, le degré de réflectivité des deux surfaces a atteint une différence de 22%, ce qui est équivalent à une réduction de température de 10°C.

La Figure 6 met en évidence la variation de la réflectivité des matériaux selon le type de couleur appliquée, le plus haut degré a été atteint avec les revêtements en noir standard (5%) contre 27% pour le noir "cool", la peinture bleu quant à elle atteint le plus faible taux de réflexion, à savoir, 40% pour le bleu standard et 42% pour le bleu cool.

¹⁰ Ensemble des radiations monochromatiques résultant de la décomposition d'un rayonnement complexe.

¹¹ Poudres fines ayant pour rôle de rendre opaque, colorer, garnir la peinture.

¹² *Ibid.*, cité par Doya Maxime, « Analyse de l'impact des propriétés radiatives de façades pour la performance énergétique de bâtiments d'un environnement urbain dense », 2010.

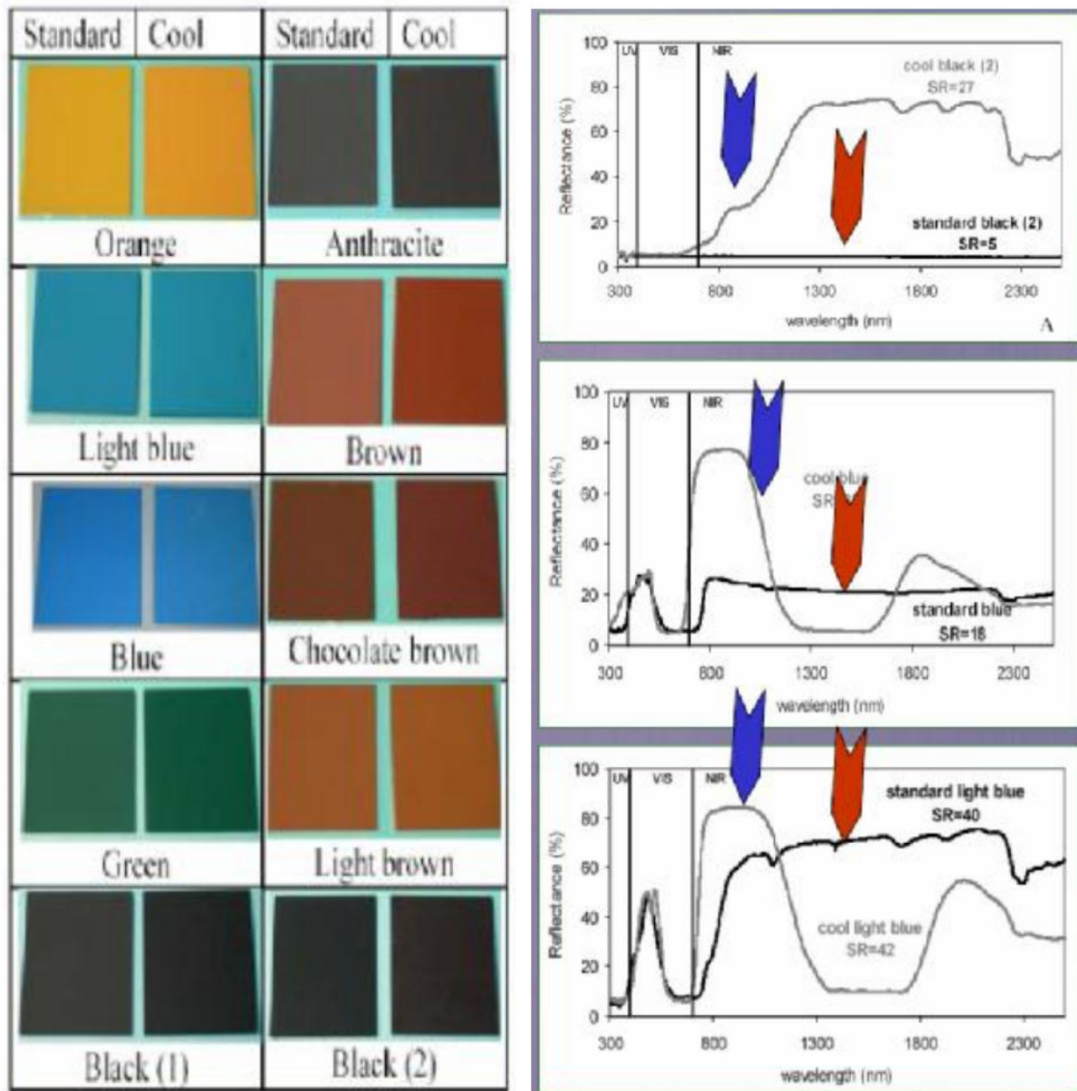


Figure 6 - Comparaison entre la réflectivité des matériaux standard et celle des matériaux frais.
Source: Santamouris, 2006.

Une telle réduction des températures peut avoir des impacts significatifs sur la consommation d'énergie de refroidissement dans les secteurs urbains, un fait d'importance particulière dans les villes durant les saisons estivales. Par ailleurs, et afin de mesurer l'impact de l'asphalte sur les températures des espaces urbains des spécialistes¹³ ont couvert l'asphalte (valeur d'albédo 0,5) avec une peinture blanche (albédo 0,51) et ont réussi à noter un écart de température entre les deux surfaces allant jusqu'à 20°C.

¹³ Groupe de recherche sur les îlots de chaleur, <http://eetd.lbl.gov>

2.1.2 L'impact de la rugosité des matériaux

La texture des matériaux affecte le facteur de réflectivité des surfaces. En effet, les chercheurs ont constaté que la rugosité diminue fortement la réflexion solaire. Un matériau avec une surface rugueuse aura une réflexion diffuse¹⁴ des rayonnements solaires incidents (Figure 7), une surface lisse par contre causera une réflexion dite spéculaire¹⁵ de l'énergie solaire reçue (Figure 8).

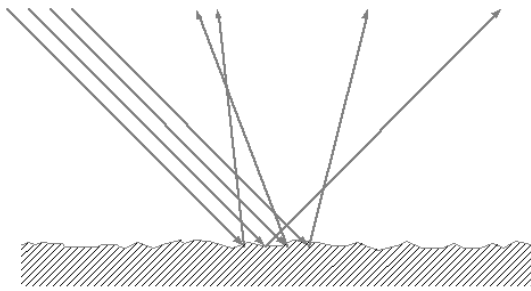


Figure 7 - Illustration de la réflexion diffuse sur une surface rugueuse.

Source: <http://www.konica-minolta.com>

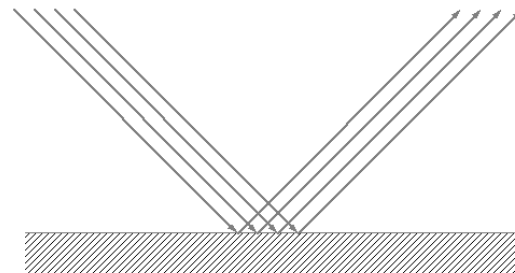


Figure 8 - Illustration de la réflexion spéculaire

Source: <http://www.konica-minolta.com>

Par ailleurs les recherches menées par Santamouris et son équipe¹⁶, ont montré que les toitures avec des tuiles plates reflètent plus d'énergie solaire que les toitures à tuiles concaves ou convexes. Une autre étude menée par des scientifiques a démontré que la réflexion d'un matériau à surface lisse de 79 % verrait une baisse de 28% lorsque sa surface est rugueuse.

La Figure 9 illustre la variation des températures selon la couleur, la texture et la nature des matériaux sur des échantillons exposés à l'ensoleillement. Des différences de 25° ont pu être relevées avec certains matériaux.

¹⁴ La réflexion est dite diffuse lorsque l'énergie du rayon solaire incident est redistribuée dans une multitude de rayons réfléchis.

¹⁵ La réflexion est dite spéculaire lorsque le rayon incident donne naissance à un rayon réfléchi unique.

¹⁶ Doulos L., Santamouris M. et Livada I., « Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials », *Solar Energy*, n° 77/2, 2004, p. 231–249.

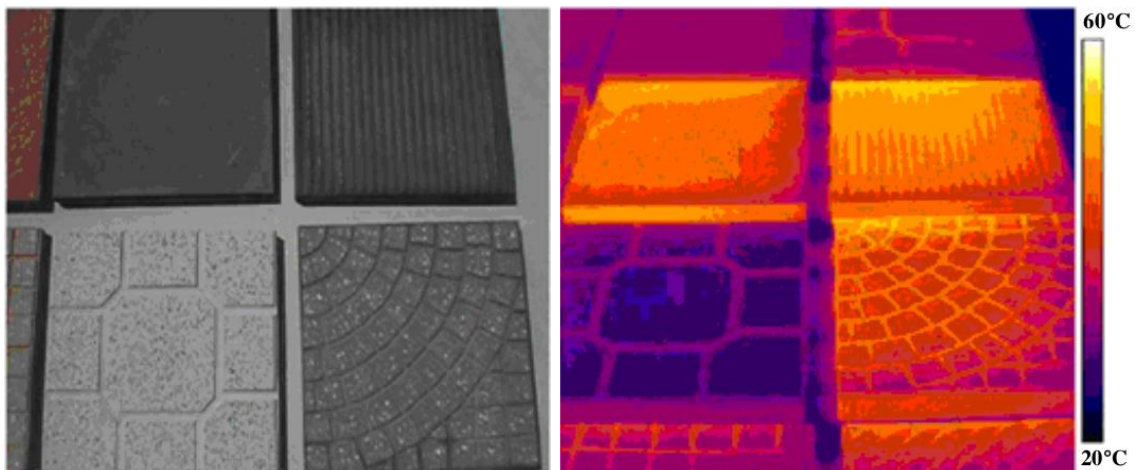


Figure 9 - Image visible et infrarouge des matériaux de construction sélectionnés.
 Source: Santamouris et al.2004 (réadapté par auteur)

2.1.3 Type de matériau

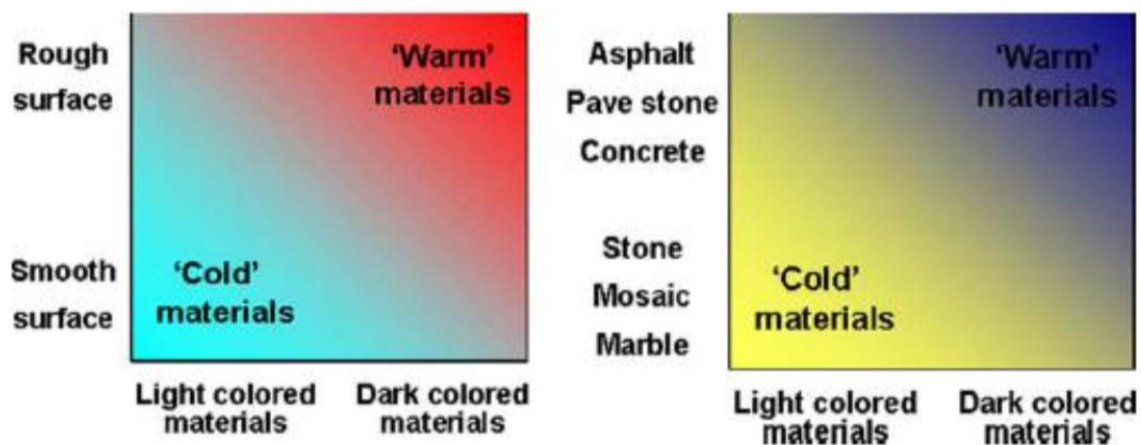


Figure 10 - Classification des matériaux chauds et des matériaux froids.
 Source : Doulos et al.2004

Les recherches élaborées sur les propriétés physico-thermiques des matériaux de construction ont permis d'effectuer une classification de ces derniers en deux catégories (Figure 10), la première concerne les matériaux frais et la seconde, les matériaux chauds. Les matériaux frais ont un facteur de réflectivité élevé, leurs émissivités et de 0,99 ce qui permet de réduire l'absorption des rayons solaires par les surfaces urbaines, accélérant ainsi le refroidissement des espaces urbains. Ces derniers se caractérisent par une couleur claire, une texture lisse et plate et sont composés de marbre, de mosaïque ou de la pierre. A l'opposé, les matériaux chauds se caractérisent par une couleur foncée, une surface rugueuse et sont composés de cailloux, de pavement de pierre ou

d'asphalte entraînant ainsi, une fois installé au cœur des milieux urbains une surélévation des températures urbaines et une forte demande des charges de refroidissement de la part des bâtiments environnants.

2.1.4- Impact du vieillissement du matériau

Le vieillissement d'un matériau de son côté, a un impact direct sur le degré de réflectivité d'un matériau. L'équipe de recherche de Berdahl¹⁷ a effectué une campagne sur 25 toitures blanches et a observé une baisse de 15% de leurs performances de réflectivité durant la première année pour arriver à une baisse de 2% par an (Figure 11)

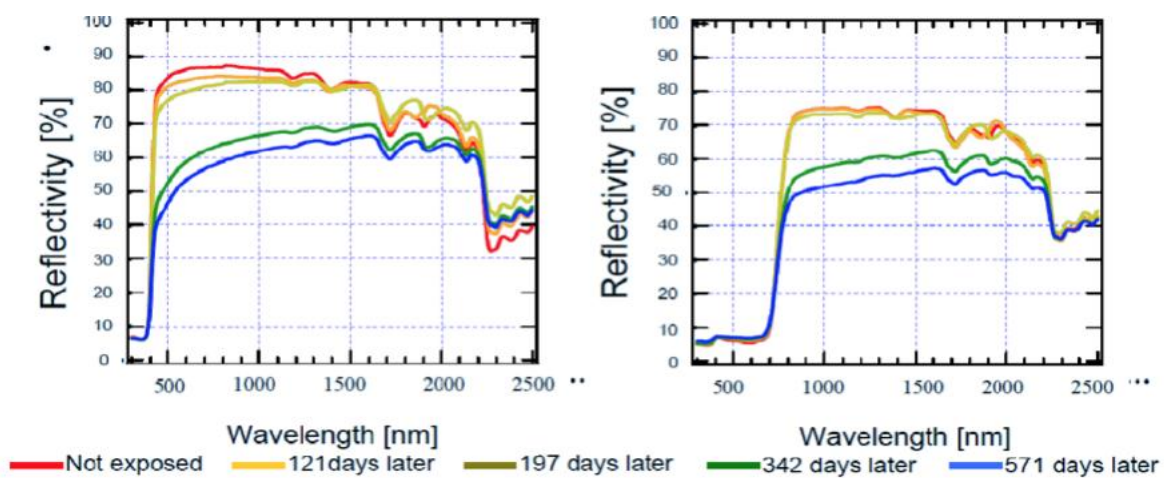


Figure 11 - Graphique de l'effet du vieillissement d'un échantillon blanc et d'un échantillon noir de peinture « cool » sur le degré de réflectivité.
Source: Kondo 2006.

Une autre étude menée par les mêmes chercheurs avec de l'aluminium peint sur le toit d'un immeuble à Tokyo exposé aux intempéries et un autre de même surface qui en a été protégé a révélé les résultats suivants :

On constate une légère baisse dans le degré de réflectivité avec les deux matériaux durant les 6 premiers mois, puis une chute importante de ce dernier après un an, voir un an et demi. Le blanc voit ainsi une baisse de 68% de ces capacités réflectives contre 76% pour le noir.

¹⁷ Berdahl Paul, Akbari Hashem, Jacobs Jeffry et Klink Frank, « Surface roughness effects on the solar reflectance of cool asphalt shingles », *Solar Energy Materials and Solar Cells*, n° 92/4, 2008, p. 482–489.

	Réflectivité solaire [%]		Réflectivité visible [%]		Réflectivité PIR [%]	
	Non exposé	571 j. plus tard	Non exposé	571 j. plus tard	Non exposé	571 j. plus tard
Blanc	80,8	54,8	85,2	50,4	82,1	61,4
Noir	40,4	30,7	5,8	6,9	71,2	51,5

Figure 12 - Tableau de l'évolution de la réflectivité en fonction du temps d'exposition.
Source: M. Doya, 2010.

La pollution réduit aussi les capacités de réflectivité d'un matériau. Les recherches menées par l'équipe de Levinson¹⁸ a permis de récupérer les capacités de réflexion de 15 échantillon de membranes de toitures vieilles de 5 à 8 ans exposées sur des zones urbaines à travers de simples techniques de nettoyage, à savoir l'essuyage avec un chiffon sec récupérant ainsi 53 à 95% de leurs capacités réfléchissantes, ou à travers la désincrustation avec de la javel assurant ainsi une récupération de la quasi-totalité des capacités réfléchive (94% et 100%) .

2.2 Impact de la forme urbaine sur l'albédo des surfaces

Avant d'effectuer l'étude de l'impact de la forme urbaine sur l'albédo des surfaces, il nous a semblé nécessaire d'établir dans un premier lieu une définition du mot impact. Puisant ces origines du latin impactum, participe passé de impingere signifiant heurté¹⁹, le mot impact correspondait à l'endroit où vient frapper un projectile. Ce terme a été étendu à l'effet d'une action forte brutale, effet-influence d'une action²⁰. Il est également considéré comme étant l'« influence décisive de quelque chose ou de quelqu'un sur le déroulement de l'histoire des événements »²¹.

Après avoir élaboré une brève définition du terme impact nous nous intéresserons ci-dessous à l'étude de l'impact de la forme urbaine sur l'albédo des surfaces. La forme urbaine influe de par

¹⁸ Akbari Hashem, Levinson Ronnen et Stern Stephanie, « Procedure for measuring the solar reflectance of flat or curved roofing assemblies », *Solar Energy*, n° 82/7, 2008, p. 648–655.

¹⁹ Rey Alain et Robert Paul, *Le Grand Robert de la langue française. Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française de Paul Robert*, Paris, Dictionnaires le Robert, 2001.

²⁰ Le Robert, *Le nouveau petit Robert. Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Paris, Dictionnaires le Robert, 1993.

²¹ *Petit Larousse illustré. 1988*, Paris, Larousse, 1987., cité par Benali Nadjia, « Contribution au monitoring des impacts des centres commerciaux sur l'écosystème urbain Algé-rois »;Thèse de doctorat,, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme d'Alger, 2016, p. 40–41.

son irrégularité²² sur l'albédo des surfaces et donc sur le confort ressenti au sein des espaces public. En effet, les études menées par Tsangrassoulis et Santamouris²³ ont réussi à déduire que l'albédo des surfaces urbaines ne dépend pas seulement des matériaux de construction mais aussi de l'agencement géométriques des tissus urbains. Aida²⁴ a également démontré à travers une étude expérimentale que pour le même matériau, l'absorption de la structure urbaine irrégulière s'élève de 20% par rapport aux surfaces régulières.

2.2.1 Variation du facteur de vue de ciel

Le facteur de vue de ciel est un facteur géométrique servant à déterminer les échanges de chaleur entre un lieu spécifique et le ciel. Il dépend du rapport géométrique des surfaces et varie sur une échelle allant de 0 à 1 en fonction des dimensions urbaines (hauteur de constructions, distance entre les façades). Lorsque le F.V.C²⁵ vaut 1. Cela signifie que le ciel est dépourvu de toute obstruction, ce qui donne des températures proches des valeurs météorologiques. Un F.V.C égal à 0 signifie que toute la vue est obstruée, les températures dépendront alors fortement du contexte urbain.

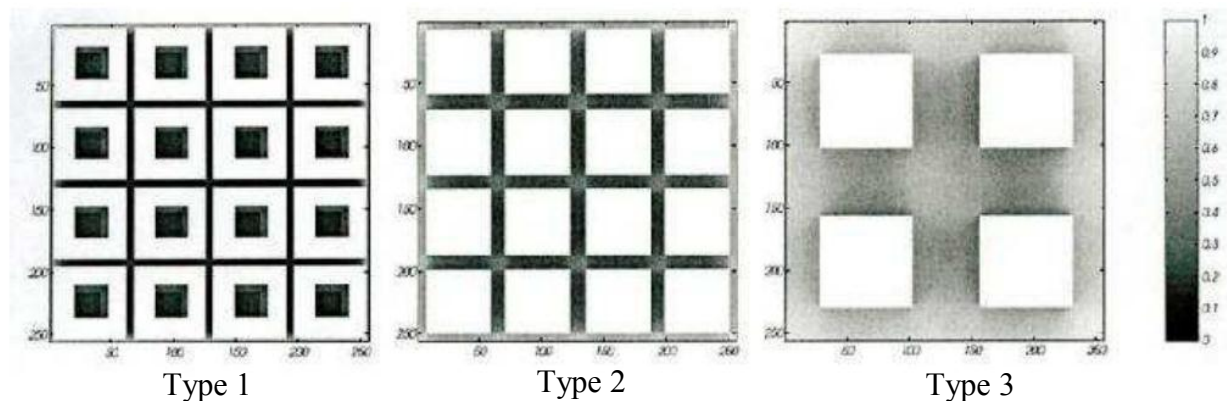


Figure 13 - calcul du facteur de vue du ciel pour les trois types de quartier proposés.
Source : Ratti, 2003.

L'équipe de recherche dirigée par Ratti²⁶ a réussi à déterminer la température des tissus urbain de différentes configurations et ont montré à travers l'étude du facteur de vue de ciel l'existence d'une relation entre la morphologie urbaine et la variation de la température des surfaces. L'expérience a

²² Servant à désigner la rugosité ou la discontinuité d'une surface par rapport à une plateforme horizontale lisse.

²³ Tsangrassoulis A. et Santamouris M., « Numerical estimation of street canyon albedo consisting of vertical coated glazed facades », *Energy and Buildings*, n° 35/5, 2003, p. 527–531, p. 527–531.

²⁴ Aida Masaru, « Urban albedo as a function of the urban structure -- A model experiment », *Boundary-Layer Meteorology*, n° 23/4, 1982, p. 405–413, p. 405–413.

²⁵ F.V.C est une abréviation de facteur de vue du ciel.

²⁶ Ratti Carlo, Raydan Dana et Steemers Koen, « Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate », *Energy and Buildings*, n° 35/1, 2003, p. 49–59.

été menée sur 3 tissu urbains (Figure 13). Le premier représente un bloc de maisons traditionnelles dotées d'un patio au centre de la maison (type 1). Le second (type2) correspond à un bloc central dont la hauteur des maisons est de 9m (type 2). Le troisième prototype (Type 3) correspond à l'intégration de quatre parcelles de cour urbaine en un seul bloc.

Les résultats du F.V.C mesuré pour les trois prototypes ont donné respectivement les résultats suivants : 0.13 pour le type 1, 0.23 pour le type 2 et 0.48 pour le dernier type. Les températures de surfaces les plus importantes ont été obtenues avec les quartiers de formes pavillonnaires (FVC de 0,48) avec une températures atteignant 40,5°C, soit une température élevé de plus de 5,3°C par rapport aux formes compactes (F.V.C de 0,23) et de 8,6°C pour les formes fermées avec cour intérieurs (FVC de 0,13).et ont supposé que l'atténuation des températures nécessitè l'augmentation des valeurs du facteur de vue de ciel à travers l'ouverture de l'espace.

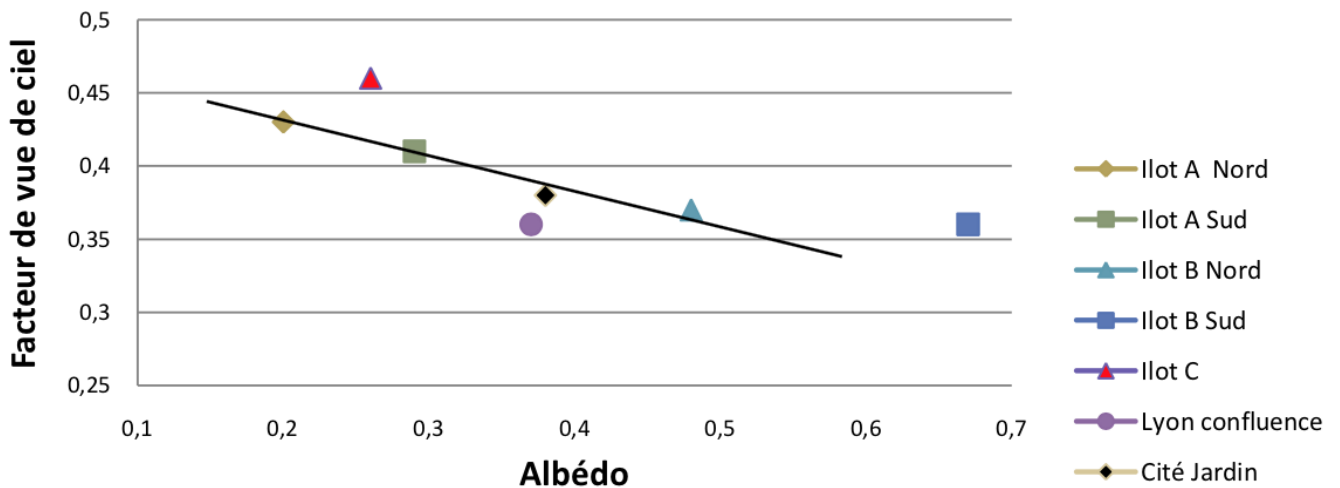


Figure 14 - Graphe présentant l'impact du facteur de vue de ciel sur l'albédo.
Source : K. Athamena, 2008

Athamena. K²⁷ a également évalué l'impact du facteur de vue de ciel sur l'albédo sur deux tissus urbains à savoir : Lyon confluence et la Cité jardin. Il a démontré à travers une étude numérique que l'albédo des surfaces augmente considérablement avec la diminution du facteur de vue de ciel (Figure 14).

²⁷ Athamena Khaled, Musy Marjorie et Bouyer Julien (eds.), *Proposal of Indicators Dedicated to the Analysis of Contribution of Urban Projects to Urban Heat Island*, 2009.

2.2.2 Facteur de densité

Différentes études ont montré que l'albédo urbain diminué avec l'allongement des proportions et l'augmentation de la hauteur des bâtiments. Kondo et son équipe²⁸ ont démontré que l'albédo diminué légèrement lorsque les hauteurs des constructions n'étaient pas uniformes.

Dans le but d'étudier la relation entre la forme urbaine et l'albédo Groleau et Mestayer²⁹ ont étudié les différents facteurs géométriques à savoir : la densité de la surface du plan, l'indice de surface frontale, le facteur de forme, les facteurs de forme du bâtiment ainsi que les facteurs du ciel, et ont réussi à définir les facteurs géométriques les plus influents sur l'albédo à savoir la densité des façades (df) et la densité des plans (dp). Ces dernières concilient l'ensemble des facteurs précédents tout en conservant la géométrie des tissus urbains.

La calcul de la densité des façades représente le rapport entre la superficie de la façade et la superficie totale de l'enveloppe de l'espace considéré :

$$Df = A_F / (A_F + A_R + A_G).$$

Avec: Af: Surface de la façade

Ar: Surface de la toiture

Ag: surface du sol

La densité du plan (dp) permet d'évaluer le rapport entre la surface du sol bâti par rapport à la surface total de l'espace, ces valeurs varient entre 0 et 1 et sont mesurée comme suit:

$$d_p = A_B / A_T,$$

Avec: AB : Surfaces du sol bâti

AT: Surface total de l'espace

²⁸ Kondo Akira, Ueno Megumi, Kaga Akikazu et Yamaguchi Katsuhito, « The Influence Of Urban Canopy Configuration On Urban Albedo », *Boundary-Layer Meteorology*, n° 100/2, 2001, p. 225–242, p. 225–242.

²⁹ Groleau Dominique et Mestayer Patrice G., « Urban Morphology Influence on Urban Albedo. A Revisit with the Solene Model », *Boundary-Layer Meteorology*, n° 147/2, 2013, p. 301–327.

En effet, ces derniers ont remarqué que pour une densité de plan donnée l'albédo diminue avec l'augmentation de la densité des façades et que la densité pourrait dans ce contexte être assimilée à la hauteur des bâtiments (Figure 15)

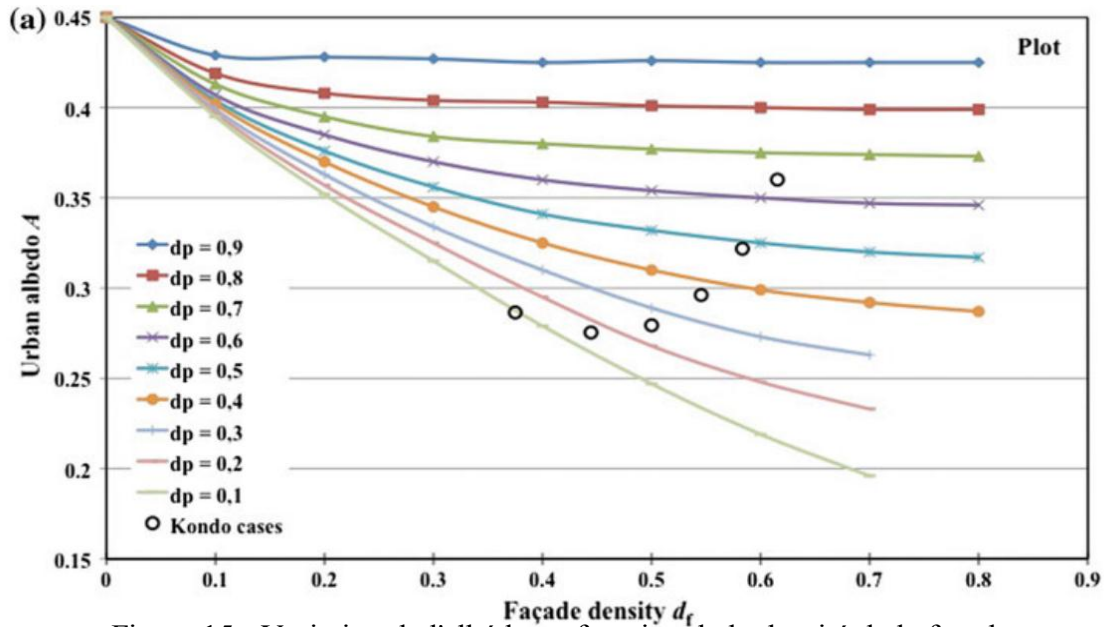


Figure 15 - Variation de l'albédo en fonction de la densité de la façade.

Source : Groleau et Mestayer, 2013.

Dans la seconde étude, les résultats ont montré que pour une densité de façade donnée l'albédo augmente avec l'augmentation de la densité du plan (Figure 16).

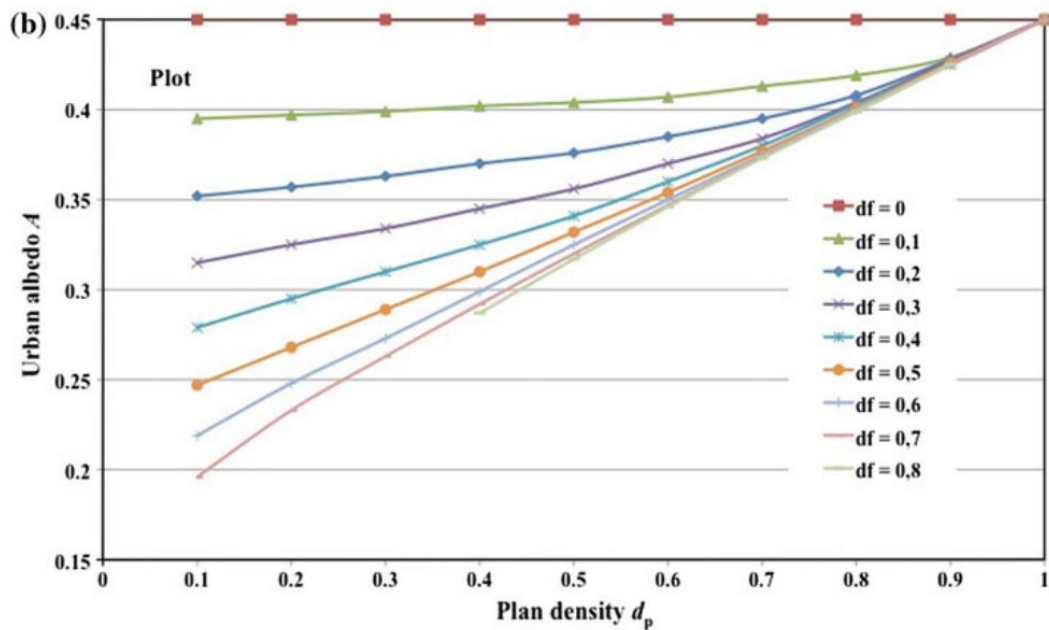


Figure 16 - Variation de l'albédo en fonction de la densité du plan.

Source : Groleau et Mestayer, 2013.

Les résultats obtenus ont montré qu'il y avait une relation entre l'augmentation des valeurs d'albédo et les densités des façades avec la configuration urbaine quadratique régulière et sont arrivés à conclure après un échantillonnage effectué sur 270 géométries que ces facteurs peuvent être considérés comme une référence pour toutes les autres configurations, à l'exception de la rue canyon qui montre des différences systématiques pour des densités inférieures.

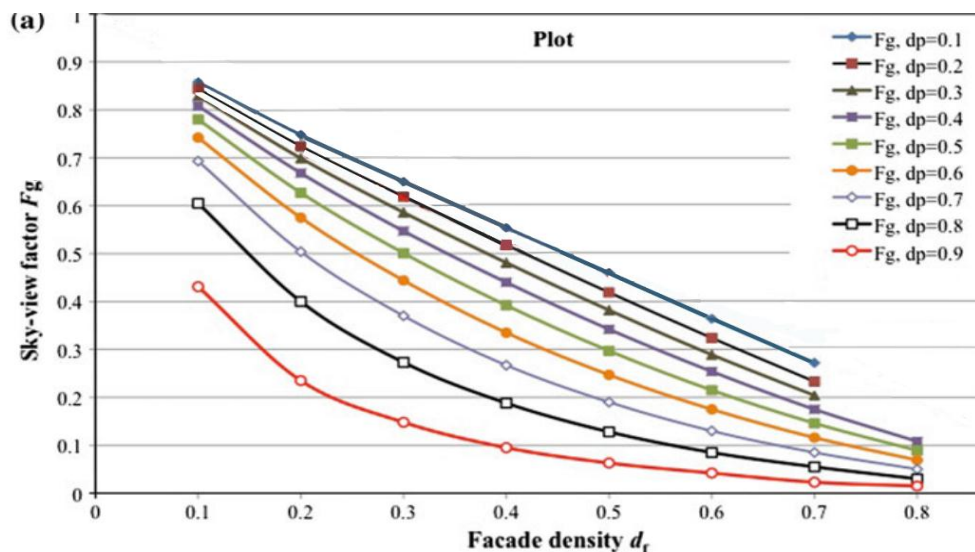


Figure 17 - Graphe de variation du facteur de vue de ciel du sol en fonction de la densité des façades.
Source : Groleau & Mestayer, 2013 (Réadapté par l'auteur)

Les mêmes chercheurs ont également réussi à déterminer l'impact de la densité des façades et du plan des tissus urbains sur la modification des facteurs de vue de ciel (Figure 17) au niveau du sol et ont constaté que ce dernier diminue avec l'augmentation des densités des façades.

2.3 L'orientation

Dans le but d'évaluer l'impact de l'orientation des tissus urbains sur l'albédo des surfaces, K. Athamena³⁰ a mené des études sur le quartier de Lyon confluence et a démontré que l'orientation des tissus urbains influé sur l'albédo des surfaces urbains (Figure 18).

Les résultats que présente le graphe concernant l'évolution des valeurs d'albédo pour la journée du 21 juin ont montré que le taux de l'énergie solaire incidente avait atteint un pic entre 10 h et 14h avec une diminution du captage de l'énergie solaire entre ces deux valeurs. Ce résultat été lié

³⁰ K. Athamena. « Indicateurs pour l'analyse de la contribution d'un projet urbain à l'îlot de chaleur ». Architecture, aménagement de l'espace, 2008.

au faible pourcentage de face sud dans les géométries (12,4%) contrairement aux parois est (38.3%) et ouest (36.9%), ce qui a engendré une augmentation des valeurs d'albédo.

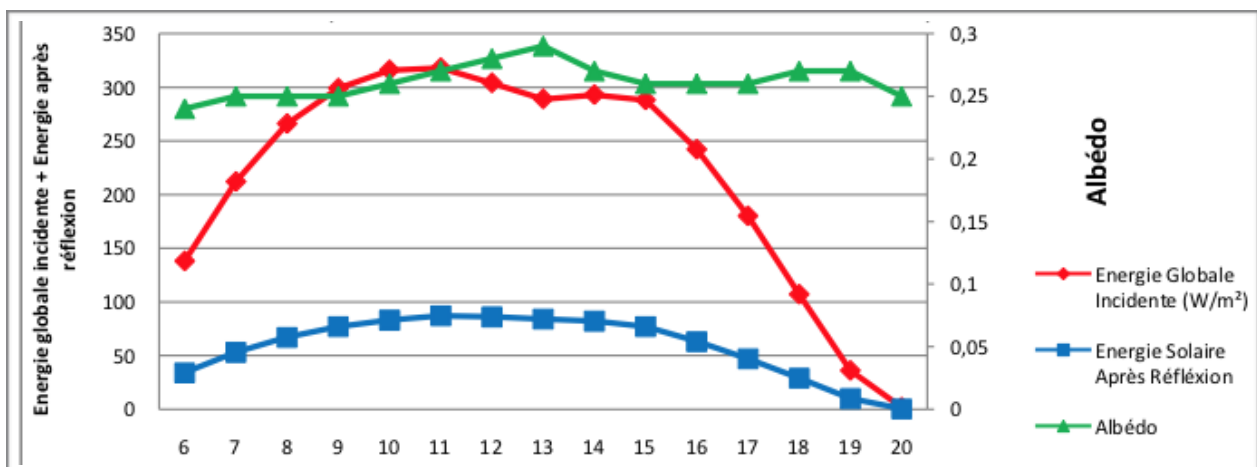


Figure 18 - Graphe de l'évolution journalière des valeurs d'albédo de la partie Nord de l'îlot C
Source : K.Athamena, 2008.

CONCLUSION

Le présent chapitre nous a permis d'élaborer à travers l'analyse d'un certain nombre de recherches et d'études expérimentales menées sur l'effet de la couleur, de la rugosité et sur le type de matériau de surface utilisé au sein des espaces extérieurs les conclusions suivantes :

- Les matériaux ayant des couleurs claires ont des capacités de réflexion bien plus importantes que ceux de couleur sombres, une peinture et un revêtement de couleur blanche ont un pouvoir de réflexion supérieur de 90% par rapport à ceux qui sont peints en noir³¹
- Plus un matériau est rugueux, et plus il présentera de faibles performances en matière de réflexion³².
- Le vieillissement ainsi que la dégradation des matériaux suite aux phénomènes climatiques influe considérablement sur les capacités de réflexions de l'énergie solaires à travers le temps³³.

³¹ Synnefa Afroditi, Santamouris Mat et Livada Iro, *op. cit.*

³² Berdahl Paul et Bretz Sarah E., « Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials », *Energy and Buildings*, n° 25/2, 1997, p. 149–158.

³³ *Ibid.* et Akbari Hashem, Levinson Ronnen et Stern Stephanie, *op. cit.*

- Les matériaux de construction jouent un rôle très important dans la diminution ou l'augmentation de la réflexion, en effet, les matériaux froids (pierre, marbre, mosaïque)³⁴ ont un *albédo* bien plus élevé que les matériaux chauds (asphalte, cailloux).

Par ailleurs, d'autres études menées sur l'impact de la géométrie urbaine sur l'albédo des surfaces ont dévoilé les conclusions suivantes :

- Le facteur de vue de ciel a un impact direct sur l'*albédo* des surfaces, en effet, l'albédo est d'autant plus élevé lorsque ce rapport est faible³⁵
- Les surfaces urbaines planes présentent des valeurs d'albédo nettement supérieures que celle avec des surfaces irrégulières³⁶.
- la densité des façades et du plan sont des facteurs géométriques les plus influents sur l'albédo des surfaces³⁷
- La densité des façades influe considérablement sur le facteur de vue de ciel³⁸.
- Le pourcentage de surfaces par orientation influe sur les quantités du flux globale incidente et par la suite sur l'albédo de ces derniers³⁹.

³⁴ Doulos L., Santamouris M. et Livada I., *op. cit.*

³⁵ Aida Masaru et Gotoh Kiyoshi, « Urban albedo as a function of the urban structure ? A two-dimensional numerical simulation », *Boundary-Layer Meteorology*, n° 23/4, 1982, p. 415–424.

³⁶ *Ibid.*

³⁷ Groleau Dominique et Mestayer Patrice G., *op. cit.*

³⁸ *Ibid.*

³⁹ Athamena Khaled, « Indicateurs pour l'analyse de la contribution d'un projet urbain à l'îlot de chaleur. Option : Ambiances et formes urbaines »; Mémoire de master, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, 2008.

CHAPITRE II

Les places publiques : Histoire, typologies et caractéristiques spatiales

« Il est possible de dire qu'autant les diverses étapes de la civilisation s'illustrent dans la ville, autant les places figurent ce qu'était la cité pour les habitants »⁴⁰

⁴⁰ Bertrand Michel-Jean et Listowski Hiéronim, *Les places dans la ville. Lectures d'un espace public*, Paris, Dunod (coll. « Les pratiques de l'espace »), 1984.

Introduction

Les places, parties intégrantes de l'espace public, représentent un espace déterminant dans la structuration des villes. Dans ce chapitre nous allons tenter d'identifier dans un premier lieu ce qu'est un espace public. Par la suite, il sera question de construire à travers des recherches bibliographiques sur les travaux menés par différents chercheurs une définition sur la place publique, de l'évolution de ses fonctions et des rôles qu'elles ont eu à tenir au fil des siècles.

La dernière partie, quant à elle, sera dédiée à l'étude des types de places publics, ainsi que les différentes formes géométriques qu'elles pourraient prendre au sein des tissus urbains.

1. Définition du concept d'espace public

Le concept d'espace public vit le jour vers la fin des années 1970 suite à l'échec de l'urbanisme fonctionnaliste⁴¹ et à la remise en question des pratiques de gestion urbaine de l'après-guerre. Cet espace public est défini comme étant un espace ouvert au publics, un lieu où la circulation se fait sans entraves appropriées par les individus qui y pratiquent leurs activités. C'est un lieu où se développe de nombreuses pratiques de la vie urbaine (commerce, détente, loisir...). Mais aussi, les diverses fonctionnalités de la ville (déplacements, circulation), d'où l'intérêt qu'il a suscité à de nombreux acteurs de la ville : urbanistes, architectes, paysagistes, météorologues.

Selon Françoise Choay, l'espace public représente la partie du domaine public non bâti, affecté à des usages publics⁴². Ainsi, l'espace public s'oppose aux édifices publics, mais comporte aussi bien des espaces minéraux : rues, places, boulevards, passages... ; des espaces verts : squares, jardin publics, parcs... ; que des espaces plantés : cours, mails etc.

De plus, il est avant tout un lieu social et culturel, un champ d'expression des diverses types de libertés : liberté de manifestation, de parole, de commerce et d'expression artistique. Toussain et Zimmerman considèrent que l'espace public s'entend comme un espace à trois dimensions, orienté

⁴¹ Principe selon lequel la forme des bâtiments doit être exclusivement l'expression de leur usage.

⁴² Merlin Pierre et Choay Françoise, Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement, Paris, Presses Universitaires de France.

par la gravité, lieu où s'exerce la nature avec la pluie, le soleil et le vent⁴³. Mais il s'entend aussi comme étant l'espace de l'action politique et de la pratique sociale où s'exerce la culture, comme ensemble de manière d'être, de faire, de dire, et de penser.

Par ailleurs, Mebirouk voit que l'espace public est physiquement défini par la mesure des objets et des corps qui l'habitent ou des matériaux qui le forment, considérant qu'ils représentent des espaces ouverts servant à compléter le cadre bâti à travers des rue ,places, jardins publics, boulevards⁴⁴. De ce fait, l'espace public représente la partie non bâti d'une ville affecté à l'usage public ; composé de différents éléments déterminant dans le fonctionnement de la ville. Il s'agit donc d'une vitrine qui met en évidence l'image de la société ainsi que celle de la ville.

2.La place publique

La place publique a été l'une des premières formes de l'espace public. Elle vit le jour suite aux besoins d'échange, d'interaction qui apparaissent chez l'homme, ce qui permis de créer un espace extérieur extrêmement polyvalent suite à l'évolutivité des besoins des êtres au fil des siècles.

Puisant ses origines du latin platea, la place selon Choay représente un lieu public découvert, constitué par l'ensemble d'un espace vide et des bâtiments qui l'entourent dont l'importance et le rôle varient selon les cultures, les époques et l'intensité de la vie publique⁴⁵.

Pour Serfaty et Kauffman, *la place fait partie de toute une imagerie de la ville, que nous avons hérité de notre passé villageois souvent proche, de notre expérience encore fraîche de villes point encore saturées par la circulation automobile, de la tradition de la représentation picturale ou photographique de la ville et de ses charmes, de la fréquentation des textes les plus connus des romanciers ou poètes qui ont décrit et chanté le cadre urbain et ses lieux propres, de notre familiarité avec l'histoire et ses événements qui ont fait de la place le lieu de la torture et de la gratification ostentatoire, de rencontre et d'émotion collective, du commerce, de la fête et du jeu.*

⁴³ Toussaint Jean-Yves et Zimmermann Monique (eds.), *User, observer, programmer et fabriquer l'espace public*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes (coll. « Collection des sciences appliquées de l'INSA de Lyon »), 2001.

⁴⁴ Mebirouk Hayet, Zeghiche Anissa et Boukhemis Kaddour, « Appropriations de l'espace public dans les ensembles de logements collectifs, forme d'adaptabilité ou contournement de normes ? », *Norois*, 195, 2005, p. 59–77.

⁴⁵ Merlin Pierre et Choay Françoise, *op. cite*.

*La place, c'est aussi l'espace privilégié des foires de notre enfance. À ce titre, elle est plus belle et plus attirante dans nos souvenirs qu'aujourd'hui*⁴⁶.

Les définitions données par le Petit Robert⁴⁷, l'Académie⁴⁸, Richelet⁴⁹ transmettent la même idée et considèrent que les places sont des lieux publics découverts généralement entourés de constructions. Par ailleurs, Gauthiez a eu une approche plus sociale qu'urbaine et souligne que la place est un espace libre de rencontre, qui nécessite de rassembler le public pour de grands événements, les fêtes, le déroulement de cérémonies politiques, religieuses...etc., et la jouissance d'une vue panoramique. Même constat de la part de Paul Zucker qui considère que la place crée un lieu où les gens peuvent se réunir, les rendant humains par l'ensemble des échanges et des contacts qu'ils y pratiquent, tout en leur offrant un abri contre le chaos du trafic environnant⁵⁰. Pour sa part, Palladio considère dans ces 4 livres que la place est : « *un grand espace vide par le moyen duquel on puisse jouir de l'aspect de quelques superbes édifices* »⁵¹.

Enfin d'autres considèrent que la place est un espace "convergeant" qui attirent les citoyens étant donné qu'elle soit un support pour diverses activités, mais aussi comme étant un espace "divergent" imposant une relation directe aux structures urbaines alentours (tracé des rues, localisation des commerces, itinéraire des transports publics, flux de circulation, etc...) ⁵².

3. Les places publiques à travers le temps

La place publique a vu le jour au cœur de la cité grecque avec l'agora. Cette dernière a connu des évolutions en passant par différentes périodes depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, nous développerons ci-dessous l'histoire de l'évolution de la place par ordre chronologique.

⁴⁶ Serfaty-Garzon Perla et Kauffman Charles, « Fonctions et pratique des espaces urbains, psychosociologie des places publiques », 1974.

⁴⁷ Le Robert, *op. cit.*

⁴⁸ L'Académie française, *Dictionnaire de l'Académie française*, Paris, Hachette, 1694.

⁴⁹ Richelet Pierre, *Dictionnaire François. Contenant ... plusieurs nouvelles remarques sur la langue Française. Ses expressions propres, figurées et burlesques, la prononciation des mots ... difficiles, le genre des noms; le régime des verbes: avec les termes les plus connus des arts et des sciences*, 1680.

⁵⁰ Zucker Paul, « Town and Square: From the Agora to the Village Green. », *The Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, n° 329/1, 1959, p. xxiii, 287.

⁵¹ Palladio Andrea et Fréart Roland, *Les quatre livres de l'architecture d'Andréa Palladio*, Paris, De l'imprimerie d'Edme Martin ..., 1650.

⁵² Bertrand Michel-Jean et Listowski Hiéronim, *op. cit.*

3.1 L'agora grecque

Le mot agora désigne la parole et le lieu de la parole. Elle représente le lieu d'échange commercial, culturel et politique, mais aussi le lieu du marché et de ventes ambulantes. Faisant son apparition au VI^e siècle Avant JC, le premier modèle d'agora se caractérisait par une simple esplanade de forme irrégulière entourée de bâtiments publics, réservée aux débats démocratiques ou aux manifestations religieuses (figure19 et 20).

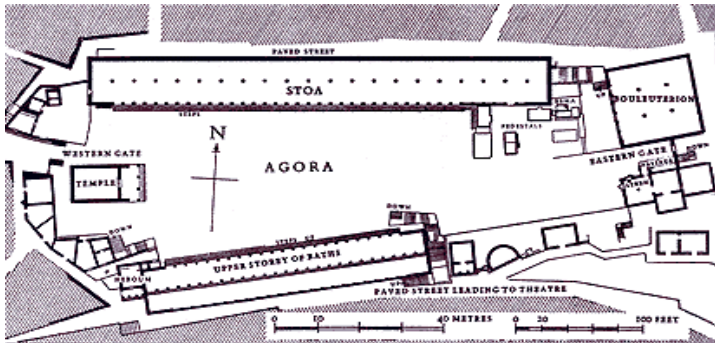


Figure 20 - Plan de l'agora grecque du Ve siècle Av. JC.
Source : Benevolo. L, 1994

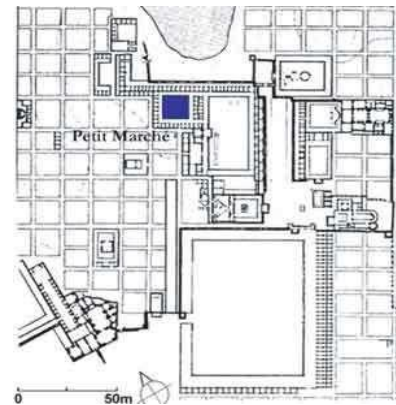


Figure 19 - Agora de Milet au tracé régulier. Source : Kedissa, 2010.

Cette dernière pris durant le Ve siècle Av. JC et sous l'impulsion de l'architecte Hippodamos de Milet une seconde configuration spatiale, répondant aux besoins d'une ville en pleine croissance, donnant naissance à une agora de forme régulière inscrite autour d'un plan orthogonal entouré de portiques supportant des galeries. L'agora devient alors le lieu de cohésion sociale et de débat public tout comme la mentionné Voisin qui considère l'agora comme étant un espace de formalisation de l'opinion publique et du gouvernement républicain, un lieu inscrit dans le sol et un espace immatériel où circulent les idées, un espace de liberté et d'exclusion dédié exclusivement aux citoyens.

3.2 Le forum de la cité romaine

Prenant place au centre de la ville à travers l'intersection du *Cardo maximus* et du *Décumanus*⁵³, le forum romain représente un symbole de pouvoir tourné sur lui-même afin de se démarquer du reste des quartiers insalubres et non hygiéniques de l'époque, autour duquel s'inscrivaient un ensemble de boutiques et d'édifices religieux. Selon Voisin, Rome fait passer l'Agora et ses formes dérivées, d'un espace de citoyens à un espace dédié aux loisirs urbains des citadins lui faisant perdre de sa force politique. Elle se transforme en un espace d'ostentation dominée par les temples et reliée aux lieux de spectacle à travers les cirques, les amphithéâtres, les odéons : espace de la consommation culturelle, du loisir et du spectacle. Le premier forum édifié fut implanté à Rome, c'est le forum Romanum. Ce dernier symbolisait le pouvoir durant la succession du règne de l'empereur accueillant à la fois les activités juridiques, politiques et religieuses. Le forum connut au fil du temps des extensions à différents endroits chacun répondant à des besoins fonctionnels spécifiques. À titre d'exemple, Le forum Boarium destiné au commerce des bœufs ainsi que Le champ de Mars qui servait à établir des parades militaires.

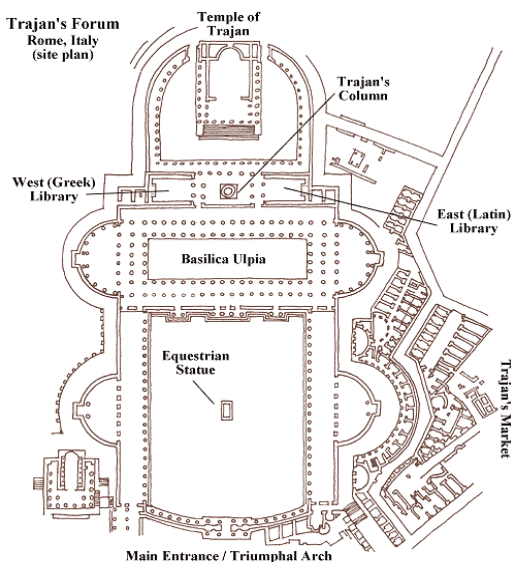


Figure 22: Plan de forum romain de Trajan
Source: GHERRAZ.H, 2013.



Figure 21: forum romain de Trajan.
Source: GHERRAZ.H, 2013.

⁵³ Le *Cardo Maximus* et le *Decumanus maximus* représentent deux axes principales en perpendiculaires structurant l'ensemble de la ville romaine, le *decumanus* est l'axe est-ouest, Le *Cardo*, mot latin signifiant pivot représente l'axe nord-sud.

4.3 La place du moyen âge

De sa part, la ville du XIIe siècle est caractérisée par une rupture avec l'organisation spatiale et les rapports dimensionnels appliqués durant l'antiquité. Nous assistons durant cette période à une importante croissance démographique rurale donnant naissance à une ville pleine de désordre, faites d'une multitude de formes urbaines due à l'absence de réglementation. Selon Zimmerman et Toussait, les premiers espaces publics des villes du moyen-âge naquirent progressivement des lieux de transition et sur les interstices frontaliers⁵⁴. Elles sont le parvis de la cathédrale où se jouent les mystères. Mais aussi, les portes des villes qui deviennent des lieux d'échanges, de rencontres et celles qui mettent à distance les plus pauvres, les malades, les étrangers. Mais les marchés sont sans doute les premiers espaces à se constituer en espaces publics.

Durant cette période, les places publiques se développaient d'une manière spontanée et étaient conditionnées par la configuration du cadre bâti et des rues environnantes. Elles étaient le fruit de l'élargissement des voies autour des habitations et des monuments fréquentés quotidiennement (tels que les églises, les mosquées etc...) d'où l'irrégularité et l'asymétrie de leurs formes contribuant ainsi à offrir des perspectives et des vues très diversifiées.



Figure 23 - La place centrale à sienne,
Source: [http:// : www.cartage.org](http://www.cartage.org)

Par ailleurs, Camillo Sitte et Leonardo Benevolo ont chacun dans une démarche indépendante pu identifier trois types de place au sein de la ville européenne du moyen-âge, à savoir : la place civique de l'hôtel de ville, la place religieuse de la cathédrale et la place du marché⁵⁵. Chacune

⁵⁴ Toussaint Jean-Yves et Zimmermann Monique (eds.), *op. cit.*

⁵⁵ Sitte Camillo et Camille Martin, *L'art de bâtir les villes. Notes et réflexions d'un architecte*, Ed. Atar (Genève); H. Laurens (Paris), 1890-1910.

Benevolo Leonardo, *Histoire de la ville*, Marseille, Parenthèses, 1994.

ayant une localisation spécifique, en effet les deux première place devait être accessible par tous tout en occupant le centre de la ville à l'occasion des rassemblements politique et religieux, tandis que la place du marché devait se situer sur la périphérie afin de faciliter l'accessibilité entre la ville et campagne et de bénéficier de la grandeur surfacique nécessaire pour ce genre d'activité.

3.4 La place de la renaissance

Pour Sitte, au Moyen-âge 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 bordaient⁵⁶. Plus tard, Voisin a pu démontrer que durant la renaissance la place n'était pas un espace vide formé par l'implantation progressive du cadre bâti tout comme durant le moyen-âge. Elle devient un cadre architectural, ou encore, le décor d'une scène où le riverain est constitué en acteurs et le passant en spectateur, dans ce que l'on appelle actuellement l'espace théâtral.



Figure 24 - Place saint Pierre, Rome, Italie
Source: www.visitroma.com

La place devient ainsi un espace organisé, harmonisé, servant à embellir et à mettre en valeur l'ensemble des palais, églises, etc... tout en dégagant l'ensemble des valeurs esthétiques de cette dernière, devenant ainsi des œuvres d'art à part entière. Partant du principe de géométrisation les places de la renaissance s'opposent à celle du moyen-âge, nous assistons alors à la naissance de places carrées, rectangulaires, parfois octogonales où une grande attention été portée sur l'aspect visuel déterminé par la perspective et les proportions.

⁵⁶ Sitte Camillo et Camille Martin, *op. cit.*

3.5 La place au XIXe siècle

La ville du XIXe siècle se caractérise par la présidence des grands travaux urbains part et pour la classe bourgeoise. Cette dernière favorisait une séparation des groupes appartenant à différentes classes sociales. Mais aussi, des activités menées au sein du même lieu, notamment au cœur des places publiques qui se retrouvaient dès lors, vidées de l'ensemble de leurs activités. L'importance accordée à l'aération du tissu urbain pour des raisons hygiéniques, ainsi qu'à la voirie qui causa le déplacement des activités menées au sein des places vers des bâtiments spécifique, a entraîné la naissance de places dites "carrefours". Ces places représentent un nœud de circulation en forme de cercle ou de demi-cercle sur lesquelles s'inscrivent généralement des monuments commémoratifs entourés de voies rayonnantes convergeant vers d'autres places-carrefours.(figure 25 et 26)



Figure 26 - Place de l'étoile, Paris.
Source : <https://fr.dreamstime.com>



Figure 25 - Place des victoires, Paris.
Source : <https://totallycoolpix.com>

Les places du XIXe siècle, inaccessible pour les piétons et vidées de leurs activités ne représentent dès lors plus un lieu d'échange et d'interaction social, comme l'as mentionné Sitte « *elles ne sont que des nœuds monstrueux et un ramassis de tout ce qui est à la fois laid et peu vide entouré de construction ou l'automobile empiéta l'espace public* »⁵⁷.

Bernard et Listowski partagent la même vision et considèrent que l'agglomération mercantile qui devint industrielle, a progressivement rendu la place en un vrai vide entouré de construction où la vie publique a cédé sa place à un trafic automobile dense⁵⁸.

⁵⁷ *Ibid.*, p. 35.

⁵⁸ Bertrand Michel-Jean et Listowski Hiéronim, *op. cit.*

3.6 La place au XXe siècle

Le XXe siècle marque l'histoire de la ville moderne fonctionnelle. Le mouvement moderne avec la charte d'Athènes qui se focaliser sur la conception de la ville selon les fonctions quatre fonctions : habiter, travailler, se recréer (dans les heures libres), et circuler, réduisant ainsi, les espaces publics, notamment la place publique à un simple espace fonctionnel de transit et un peu moins de détente. Ainsi, Ce n'est qu'à partir de la seconde moitié du XXe siècle qu'une réelle prise de conscience s'est établie. On assista alors à un processus de revalorisation du patrimoine historique et de requalification des espaces publics, dont les places publiques qui avaient deux formes d'usage différents : La première étant d'ordre symbolique liée aux fonctions politiques et culturelles, tel que la place des trois pouvoirs à Brasilia (figure 27). Cette dernière, souffrait comme toutes les places des villes modernes d'une mauvaise délimitation et d'une illisibilité des bâtiments inscrits autour de l'esplanade étant donné que chaque édifice était traité individuellement. La seconde d'ordre utilitaire servant comme espace de stationnement ne marquant aucunement une séparation claire entre le piéton et le véhicules.



Figure 27 -Place des trois pouvoirs, Brésil.

Source : <http://www.globevision.org/features/brasilia/>

3.7 La place du postmodernisme

Une grande réflexion basée sur l'attractivité, l'animation et la qualité des espaces urbains, notamment sur les places a été menée sur la ville nouvelle des années 1970. Durant cette période l'aménagement de la place recevait une attention particulière ont y intégré des sculptures, peintures murales, ainsi que du mobilier urbain.

Une attention particulière a été portée sur la qualité de l'éclairage urbain ainsi que sur l'aménagement d'espaces végétalisés qui se faisaient désormais part des paysagistes. Les véhicules qui bloqués l'accès au sein des places de par leurs stationnements ont été déplacé vers des parcs souterrain ou sur la périphérie, améliorant ainsi le degré de fréquentation des places par les piétons.

Types de places

La place a connu plusieurs classifications en fonction du contexte historique dans lequel elle s'inscrivait, mais aussi d'après le rôle qu'elle devait tenir au sein de la ville, espace de commerce, de manifestation politique et religieuse ou d'interaction sociale, chaque fonction donnait naissance à un type spécifique de place que nous classant comme suit:

1 .La place d'arme

Occupant généralement une position centrale au sein d'un périmètre à défendre, les places d'armes sont de grandes esplanades servant à accueillir les entraînements, ainsi que les cérémonies importantes de la vie militaire (parades, défilés, prises d'armes). telle que la place d'arme de Versailles (figure28) .



Figure 28 - Place d'arme de Versailles, Paris.

Source : www.wikipédia.fr

2 .La place royale

De forme carrée, rectangulaire ou octogonale et dotée d'une statue du souverain à son centre. La place royale est conçue pour accueillir l'ensemble des cérémonies établies par la royauté autour desquelles s'inscrivent des édifices à caractère administratif comportant des façades le plus souvent identiques.



Figure 29 -Place royale de Turin, Italie
Source : <http://www.comeneisogni.com>

3.La place du marché

Comme son nom l'indique, la place du marché représente le lieu où se tiennent les échanges commerciaux. Ce genre de place est souvent entouré par des édifices religieux et sa dimension dépend de la nature des activités (marché de légumes, de poisson ou d'habillement)



Figure 30 - Place du marché de Ghardaïa.
Algérie.Source : <http://www.opvm.dz>



Figure 31 - Place du marché principal de Cracovie, Pologne.
Source : <https://www.vanupied.com>

4. Les places monumentales

Généralement entourées par les parois des bâtiments monumentaux avec un centre doté d'un espace vide ou d'un monument tel que la place de la bourse (figure 32).



Figure 32 - Place de la Bourse, Bordeaux.
Source :<http://www.frenchmomentsblog.com>

5. Les places d'agrément

Situées au cœur d'un tissu urbain plus au moins dense, les places d'agrément favorisent les rencontres et les interactions social, elles dégagent une vue agréable autour d'un espace prenant un caractère résolument monumental.

6. Les places de circulation



Figure 33 - Place des Jacobins, Lyon.
Source: <http://projets-architecte-urbanisme.fr/>

Les places de circulation se situent aux croisements des voies (rondpoint) leurs usages et spécifiquement destinées au trafic routier tel que la place des jacobins à Lyon (Figure 33).

5. Les éléments constitutifs de la place

La place n'est pas un résultat simple des architectures qui l'entourent elle est le composé de trois éléments qui conditionnent sa forme ainsi que son caractère à savoir : le plancher, le plafond et les parois⁵⁹.

5.1 Le plancher

Le plancher, élément essentiel dans la composition de la place est à la fois un plan de référence plat, incliné ou en gradin et un lieu de vie et de circulation. Miroir des bâtiments qui l'entourent, ce dernier influe de par son traitement, aussi bien sur les ambiances est sur la lisibilité de la place, que sur la mise en évidence de la fonction qu'occupe cette dernière, contribuant à définir son identité.



Figure 34 - Piazza del Compo à Sienne.
Source : <https://www.hqwall.com>



Figure 35 - Place du Capitole, Rome.
Source : <https://www.cityzeum.com>

Tout comme les lignes blanches du pavement de la Piazza Del Compo à Sienne (figure 34) qui contribuent à focaliser toute l'attention vers le palais communal, ou au niveau de la place du capitol (figure 35) qui, à travers le dessin étoilé de Michel Ange, traduit la circulation de l'univers (matérialisé par les bâtiments entourant la place) autour d'un point central sur lequel s'inscrit la statue équestre de Marc-Aurele. Ce type de traitement met en évidence la métaphore qui veut que

⁵⁹ *Ibid.*

l'empereur de l'époque soit le centre de stabilité d'un univers en mouvement, et qui a été légèrement surélevé afin d'accentuer l'effet de monumentalité tout en respectant l'échelle humaine. Le plancher des places sert aussi à suggérer un parcours aux piétons à travers une disposition spécifique des dalles (figure36) renforçant ainsi la structuration de l'espace, mais aussi à délimiter l'espace public de l'espace privé (figure37) .

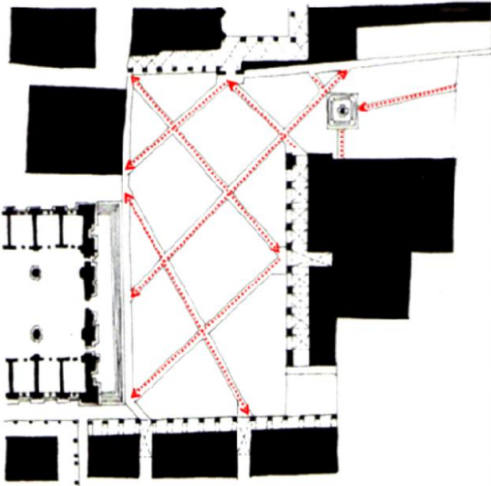


Figure 36 -La piazza Maggiore, Bologne.
Source : BOYER, Michel Antoine.



Figure 37 : Sol de la place Stanislas, Nancy, France.
Source : <http://xdenecker.blog.lemonde.fr>

5.2-Les parois

Les parois représentent la limite verticale qui assure la lecture des places publiques. En effet, la fonction de la couleur, des matériaux, des modénatures et des textures utilisées au niveau des parois, mais aussi selon le rapport proportionnel entre le gabarit du cadre bâti et de la place qui l'entoure.



Figure 38 - Parois entourant la Grande-Place de Mons

Source : <http://www.visitmons.be>

5.3 Le plafond

Très particulier, il peut paraître transparent si nous le voyons depuis le ciel. Par contre, à l'intérieur, il représente l'élément le plus important dans l'aménagement de la place, il paraît immatériel, très haut et lumineux, plein d'étoile, ou gris sous une couche nuageuse, c'est en réalité le skyline formé par les bâtiments entourant la place.

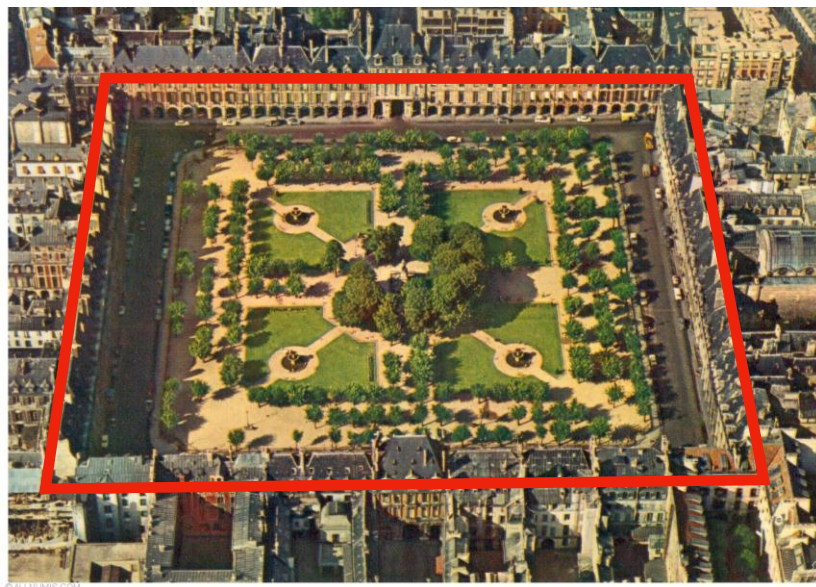


Figure 39 - Représentation du Plafond de la place des Vosges (Paris) matérialisé par un contour rouge.

Source : <https://www.allnumis.com>, réadapté par l'auteur.

6. La morphologie de la place

6.1 La forme de la place

La forme d'une place détermine de manière significative le rôle qu'elle doit tenir au sein de l'espace public, la place peut avoir une forme régulière (carrée, triangle, cercle...etc.) ou bien irrégulières (Figure 40), et ce selon son emplacement mais aussi selon l'évolution du tissu urbain à travers le temps.

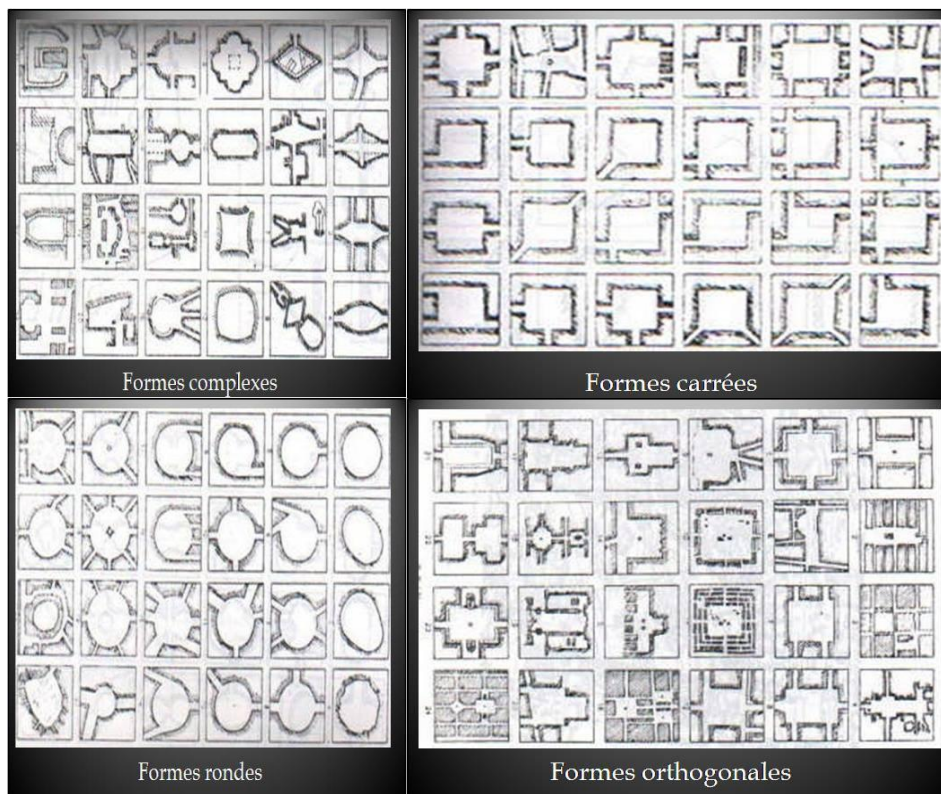


Figure 40 - La typologie de places.
Source: KRIER.R, 1975.

Pour Bernard et Listowski « *Du point de vue de la forme, la place est une boîte, boîte à chaussures, boîte à chapeau, boîte ronde, ovale, rectangulaire ou carrée ; une boîte plus ou moins trouée ou pleine, ouverte ou fermée mais elle a toujours, comme toutes les boîtes, un fond, plusieurs cotés et un couvercle.* »⁶⁰.

⁶⁰ *Ibid.*, p. 30.

Pour Krier les places publiques sont le résultat de trois formes principales à savoir ; le carré le triangle et le cercle, pouvant subir des transformations à savoir : brisures, segmentations, répétitions, interpénétrations, superposition, mélanges et aliénations comme le montre la Figure 41⁶¹.

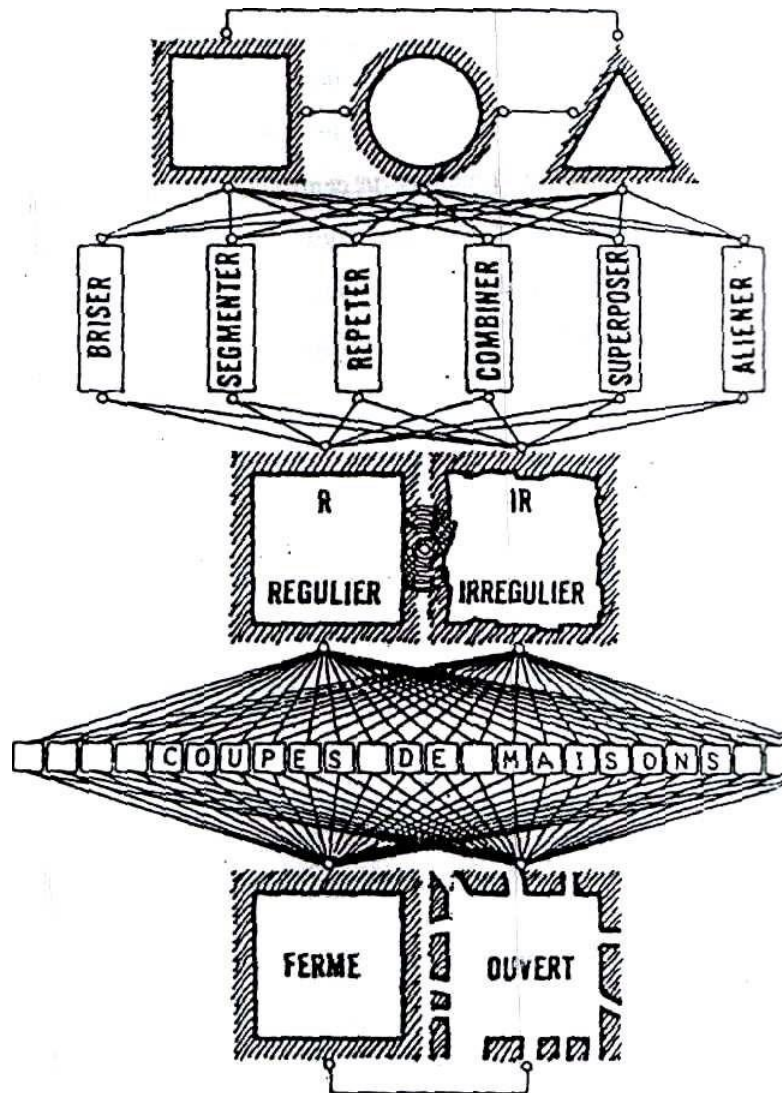


Figure 41 -Typologie morphologique des places publiques selon R.Krier.

Source : R. KRIER

Selon Pinon et Rose la forme des places naquit soit par une volonté géométrique initiale, soit par un processus de formation progressive, ils considèrent que la forme des places tout comme celle des villes est plus au moins volontaires et que les significations de ces dernières, sont très différentes

⁶¹ Krier Rob, « Typological elements of the concept of urban space », *New Classicism*, 1990, p. 213–219. cité par Benguella Sonia W., « Le processus d'appropriation des places Émir Abdelkader et Mohamed Khemisti de la ville de Tlemcen »;Mémoire de magistère, Université Abou Bakr Belkaïd, 2012, p. 68.

entre celles qui sont voulues, dessinées, réalisées selon un plan préétabli et celles qui se sont agrandies en profitant d'opération d'expropriations, si ce n'est de catastrophes⁶².

Toujours selon Krier, les places publiques européennes peuvent être seules ou en association avec les autres. Elles peuvent être modulées en changeant leurs angles, en ajoutant ou en soustrayant une partie de la forme de base. Elles peuvent être tordues, divisées, pénétrées, ou chevauchées. Elles peuvent être fermées par des murs, des arcades ou des colonnades des rues autour d'elles ou elles peuvent aussi être ouvertes à l'environnement donnant naissance à une infinité de formes qui reçoivent des transformations, affectée par la multiplicité des profits de maison⁶³. La figure 41 mets en évidence cela.

6.2 Dimension et proportion des places

Les études menées par C. Sitte ainsi que Raymond Unwin affirment que la dimension de la place doit être en rapport avec les bâtiments qui l'entoure, en effet la dimension de cette dernière doit être égale ou supérieur à la hauteur de l'édifice sans pour autant en dépasser le double si l'on veut conserver des proportions idéal. Selon F. Gibberd, « Il est impossible de donner une valeur plastique à un espace-volume quand la surface au sol est trop grande pour qu'il puisse exister un rapport entre le sol et les murs des bâtiments qui l'entourent. Dans la pratique, on limite la hauteur des bâtiments, mais non la surface au sol et on s'aperçoit que d'innombrables espaces urbains sont des échecs parce qu'ils sont si grands que les bâtiments semblent se dresser au bord de l'espace. Les murs et le sol de l'espace se dissocient et l'effet d'enceinte spatiale ne se produit pas ».

Vitruve intégra aussi la densité de la population dans la conception des places proportionnelles pour lui, la grandeur des places publiques doit être proportionnée à la population de peur qu'elles soient trop petites si beaucoup de personnes y ont affaire ou qu'elles ne paraissent trop vastes si la ville pas fort peuplée. Pour en établir la largeur ; il faut diviser la longueur en trois parties et en prendre deux, par ce moyen la forme en sera longue et cette disposition sera bien plus commode pour y donner des spectacles.

Yezioro a effectué une étude sur les dimensions nécessaire afin de capter les rayons solaire et assure un bon confort thermique au sein de ces espaces durant la période d'hiver considérant que la hauteur des bâtiments autour de la place urbaine doivent être au-dessous de 1/3 de sa largeur afin que plus de son tiers soit exposé aux rayons solaire. Par ailleurs, Duany considère que la dimension

⁶² Pinon Pierre et Rose Caroline, *Places & parvis de France*, Paris, Imprimerie Nationale, 1999.

⁶³ Krier Rob, *op. cit.*

de la place doit avoir une distance maximale de deux à trois fois de la hauteur des bâtiments si l'observateur veut voir plusieurs bâtiments à la fois.

Pour sa part, Pierre Lavedan⁶⁴ a réussi à distinguer entre la place ouverte et la place fermée⁶⁴. Une place ouverte est celle qui est irriguée par de nombreuses rues, traversée par un axe principal, attirant vers elle les circulations. Une place fermée se tient à l'écart des voies importantes, elle n'est traversée que sur ses franges et se coupe éventuellement des circulations par des portiques.⁶⁵

6.3 La position de la place dans le maillage urbain :

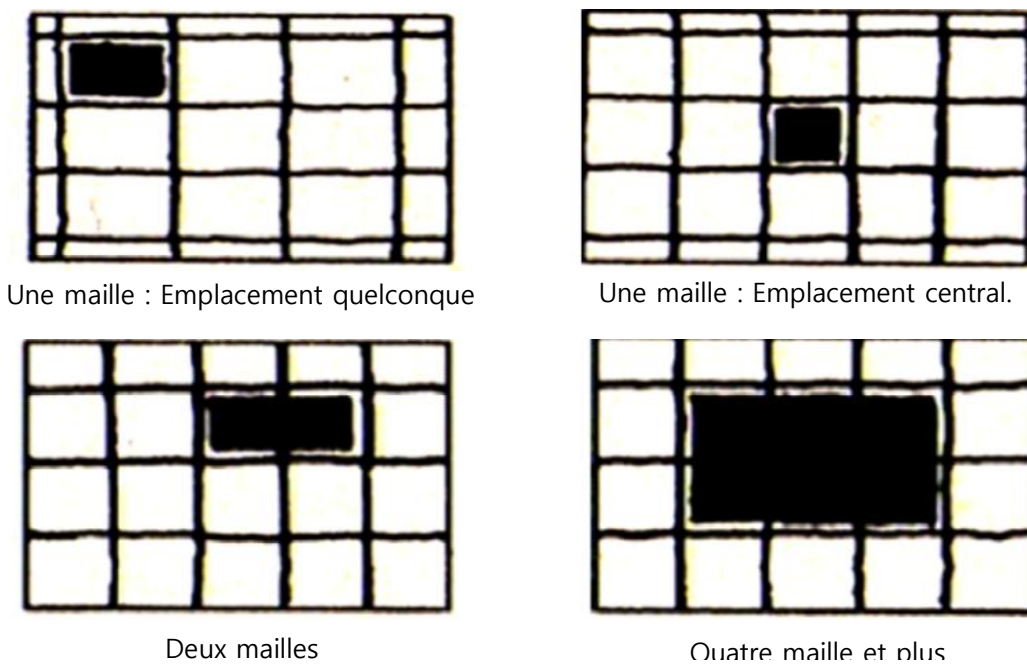


Figure 42 - Emplacement de la place dans la structure urbaine.
Source : Duplay Claire, Duplay Michel.

Le type de place au sein du tissu urbain dépend du nombre de mailles qu'elles occupent (figure42) ainsi que de ça position au sein du milieu urbain. Selon Pinon, La régularité du carré,

⁶⁴ Lavedan Pierre, *Géographie des villes*. (coll. « [Géographie humaine.] »), 1936.

Lavedan Pierre, Henrat Philippe et Hugueney Jeanne, *L'urbanisme à l'époque moderne. XVIe-XVIIIe siècles*, Genève, Droz (coll. « Bibliothèque de la Société française d'archéologie »),1982.

⁶⁵ Benguella Sonia W., *op. cit.*

s'accommode souvent des situations préexistantes⁶⁶. Les places conquises ou régularisées taillent donc dans le tissu urbain, et ne laissent dans celui-ci que des formes résiduelles. Les places rondes ou semi-circulaires souvent, par contre, articulent bien des rues qui convergent sans symétrie : le cercle a cette vertu de ne pas avoir de direction privilégiée, donc d'accepter toutes les directions. La place peut aussi occuper un nœud de réseau déformé, à base géométrique orthogonale ou radioconcentrique (Figure 44). Mais aussi être créé suite à un élargissement du réseau viaire s'effectuant sur un ou plusieurs cotés (figure43 et Figure 45).

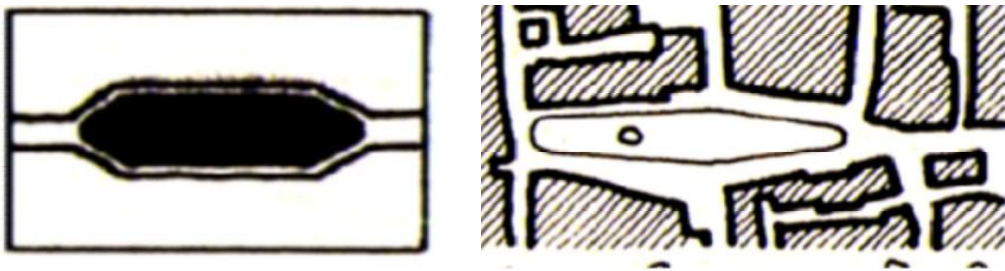


Figure 43 - Place de la Halle à Senlis.
Source : Duplay Claire & Michel.



Figure 45 - Place aux herbes à Vérone.
Source : Duplay Claire & Michel.

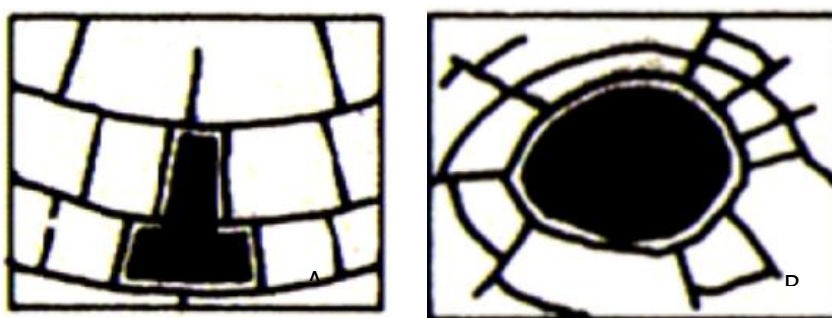


Figure 44 - A: Place déformée à base géométrique radioconcentrique.
B: Place déformée à base géométrique orthogonale.
Source : Duplay Claire, Duplay Michel.

⁶⁶ Pinon Pierre, « L'évolution des espaces publics : une histoire d'identité, de formation et d'unité », in Marinos Alain (ed.), *Patrimoine et espaces urbains. Espaces urbains, des clefs de lecture*, Paris, 2007, p. 19-20.

7. Aménagement de la place

7.1 Le mobilier urbain

Expression utilisée par analogie pour désigner les objets légers et déplaçables, mais non mobiles qui, dans les agglomérations, complètent l'ensemble des immeubles et de la voirie pour la commodité et le confort extérieur des habitants⁶⁷.

Composant essentiel de la place publique, le mobilier urbain représente l'ensemble des aménagements qui permettent aux usagers d'apprécier la place et de la pratiquer (se détendre, s'asseoir, interagir, se sentir en sécurité, communiquer, présenter des jeux pour les enfants, etc.) mais aussi de mettre en évidence l'identité de la ville ou d'un quartier de par son aménagement. Il existe 3 types de mobilier urbain, le premier est le mobilier servant à la détente et au repos à savoir (vans, banquettes, sièges etc.)

a .Les bancs

Sièges à plusieurs places situés le long d'un trottoir, d'une aire de circulation ou dans un jardin public. Ils apparaissent dès 1655 à Paris, avec l'aménagement des espaces verts⁶⁸. Élément essentiel pour offrir une meilleure qualité de vie, d'attractivité et de confort au sein de la Place, le banc contribue à créer une liaison organique avec l'ensemble des composants de l'espace piéton. Ce dernier peut être fait avec différentes matières (bois, composites, béton, acier) qui vont en relation directe avec la population ciblée (vieux ou jeunes) et en fonction de la durée d'utilisation.



Figure 46 -Bancs public.

Source : <https://www.pinterest.fr>

⁶⁷ Merlin Pierre et Choay Françoise, *op. cite*.

⁶⁸ Gauthiez Bernard, *Espace urbain. Vocabulaire et morphologie*, Paris, Monum, Éditions du patrimoine (coll. « Principes d'analyse scientifique »), 2003.

b .La végétation

La végétation contribue énormément à la création d'un espace urbain en harmonie avec la nature de l'homme. En plus d'avoir un rôle esthétique en embellissant le paysage urbain à travers l'usage de végétaux et de minéraux cette dernière joue un rôle psychologique qui influe positivement sur l'équilibre psychique de l'être. L'aménagement des espaces verts n'est pas juste un remplissage des vides entre les constructions mais elle doit être conçue comme une texture complète et continue à travers le site⁶⁹. Une rangée d'arbres visibles de loin marque un axe majeur, tout comme une masse d'arbres définis un espace majeur. L'usage de végétaux au sein des places public contribue notamment sur la réduction des taux de CO₂ émis par les activités urbaines tout en abaissant les températures locales de l'air de par les arbres.



Figure 47 - Végétation au sein de la place d'arme de Port-De-Paix, Haïti.

Source : <http://mangodhaiti.blogspot.com>

c .Le mobilier dédié à l'éclairage public :

En plus d'offrir une sensation de sécurité, et différentes ambiances lumineuses au sein d'une place, l'éclairage public assure aussi un rôle fonctionnel déterminant. Selon Desablet, l'éclairage en milieu urbain doit favoriser La mise en évidence des éléments signalétiques ; du fonctionnement des lieux de vie (places, espaces de loisir, points de rencontres et diverses autres activités), de la valorisation des points remarquables (façades, monuments, etc.), de l'animation d'activités ludiques et de loisirs et à la clarté des zones de conflits.

⁶⁹ Lynch Kevin et Vénard Marie F., *L'image de la cité*, Paris, Dunod, 2001.



Figure 48 -Éclairage au sein de la place Caudry, France

Source : <https://www.caudry.fr>

CONCLUSION

Allant de l'antiquité jusqu'à nos jours la place publique n'a cessé d'évoluer et de changer le paysage de nos villes, intégrée d'une manière bien déterminée au sein du tissu urbain et reliée à l'ensemble des rues, commerce, itinéraires et transports publics, elle est le lieu où la ville prend vie de par les cérémonies politiques, religieuses ou civiques qu'elle a su accueillir au fil des siècles. Le présent chapitre nous a permis de comprendre que la place et un espace complexe composée de plancher, de parois et d'un plafond qui influent de par leurs dimensions, configuration, position et délimitation par le cadre bâti environnant aussi bien sur la forme que sur le rôle de cette dernière. L'ensemble de ces études nous ont permis d'établir une analyse critique des places publiques à étudier et que nous développerons avec détail dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III

Modélisation et analyse des places publiques

Introduction

Les études théoriques que nous avons développées dans les deux chapitres précédents, nous ont permis d'élaborer une grille d'analyse qui met en évidence l'ensemble des éléments qui compose la place (plancher, paroi, plafond) ainsi que les différentes formes qu'elle présente au sein du milieu urbain.

À partir de cette grille nous effectuerons une analyse détaillée sur quatre places publiques situées au centre-ville d'Alger (place du square Port Saïd, place de l'Émir Abdelkader, la place des Rais ainsi que la place de la grande poste), sur lesquelles seront menées des travaux de relevé ainsi que des études approfondies sur leurs formes et l'ensemble de leurs composantes (parois, plancher, plafond).

1. Critères de choix des cas d'études

Le premier critère est relatif au choix de la ville d'Alger comme lieu où se dérouleront les expérimentations et qui se justifie par l'importante densité mais aussi par les études menées par Daoudi ⁷⁰ qui ont remarqué que cette ville est l'une des premières à résumer les facteurs aggravants du phénomène d'îlot de chaleur urbain.

Le second critère est relatif au choix des places publiques. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la sélection de quatre places publiques (par soucis de précision) situées dans le même périmètre microclimatique (longitude de 36°, latitude 3°) et dont la géométrie ainsi que les matériaux sont différents, ce qui nous permettra d'avoir divers échantillons pour mener à bien nos études au cœur de la ville d'Alger, connu pour son climat méditerranéen.

2. Présentation de la wilaya d'Alger

La wilaya d'Alger se situe sur le littoral méditerranéen à 36°.45 latitudes Nord et 3°.15 longitudes Est ; Établi au nord de l'Algérie, dans l'une des plus belles baies du monde. Elle est délimitée par la mer Méditerranée au Nord, la wilaya de Blida au sud, à l'est par La wilaya de Boumerdes et enfin par la wilaya de Tipaza à l'ouest. Centre administratif industriel, culturel et commercial du pays, Alger représente la plus grande ville d'Algérie de par son urbanisation (809,22

⁷⁰ N. Daoudi, S. Lamraoui, S. Mestoul, D. Mezouari, F. Menouar. « Îlots de fraîcheur comme stratégies de réduction des îlots de chaleur urbains : Cas d'Alger », Rapport intermédiaire d'un Projet PRU en cours, Alger, validé entre 2014 et 2017 .

Km de surface urbanisée) mais aussi par le nombre de ses habitants qui est de 2947466 d'habitants, soit 7,31% de la population nationale⁷¹), avec une densité importante de 3642 des'habitants/km2.

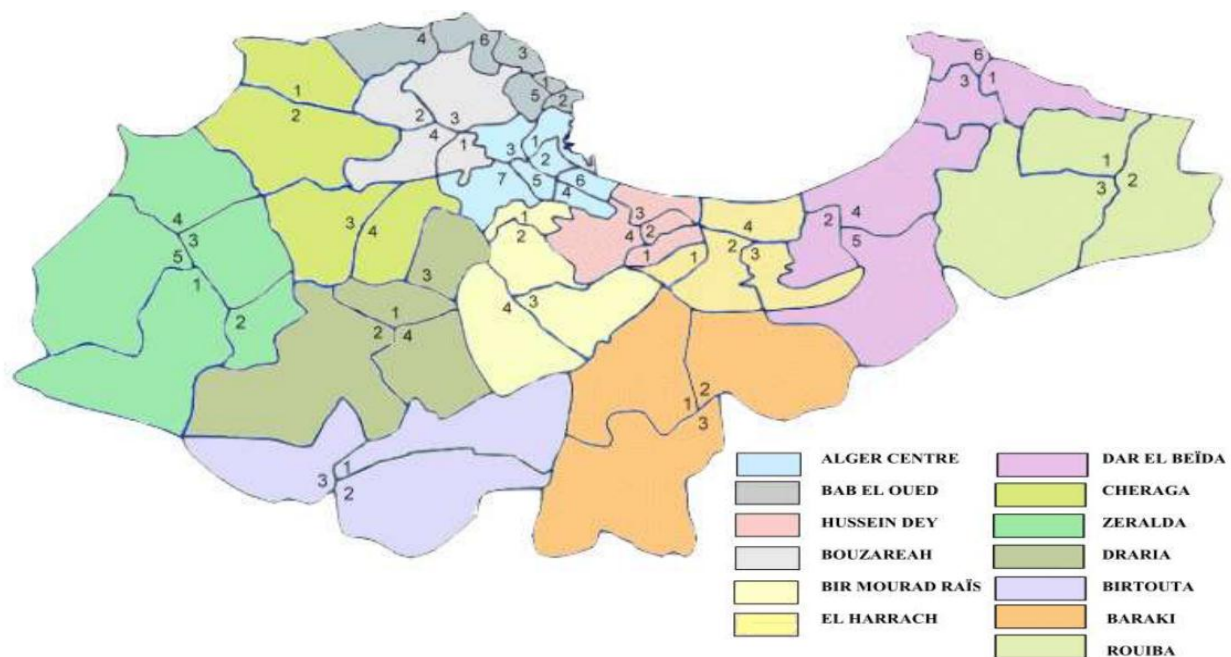


Figure 49: Découpage administratifs de la ville d'Alger.
Source: Bureau d'étude Allemand Kittelberger et NET-COM, Algérie, 2003.

3. Analyse des places publiques

3.1 Modélisation des places publiques

Un premier travail de relevé a été effectué sur les quatre places et cette suite aux approximations rencontrées entre les plans du POS de la ville d'Alger et les mesures prise sur le site. Afin de bien définir les méthodes utilisées nous dévoilerons les étapes de modélisation sur l'une des façades de la place de l'Émir. La même méthode a été appliquée pour l'ensemble des places sélectionnées.

⁷¹ Selon le bulletin d'information sur les résultats préliminaires sur le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (R.G.P.H), N°496 par l'office national des statistiques (O.N.S),2008.

Méthode de modélisation

Les modélisations se sont effectuées à travers le logiciel Autodesk Image Modeler. Ce dernier fut utilisé dans de nombreux travaux de modélisation numérique à partir de photos, particulièrement pour les relevés des édifices à caractère patrimonial.

Les différentes étapes de modélisation seront développées ci-dessous :

- La première étape consiste à sélectionner 3 photos prises sous différents angles du bâtiment destiné à subir la modélisation, puis de les importer sur le logiciel (Figure 50).

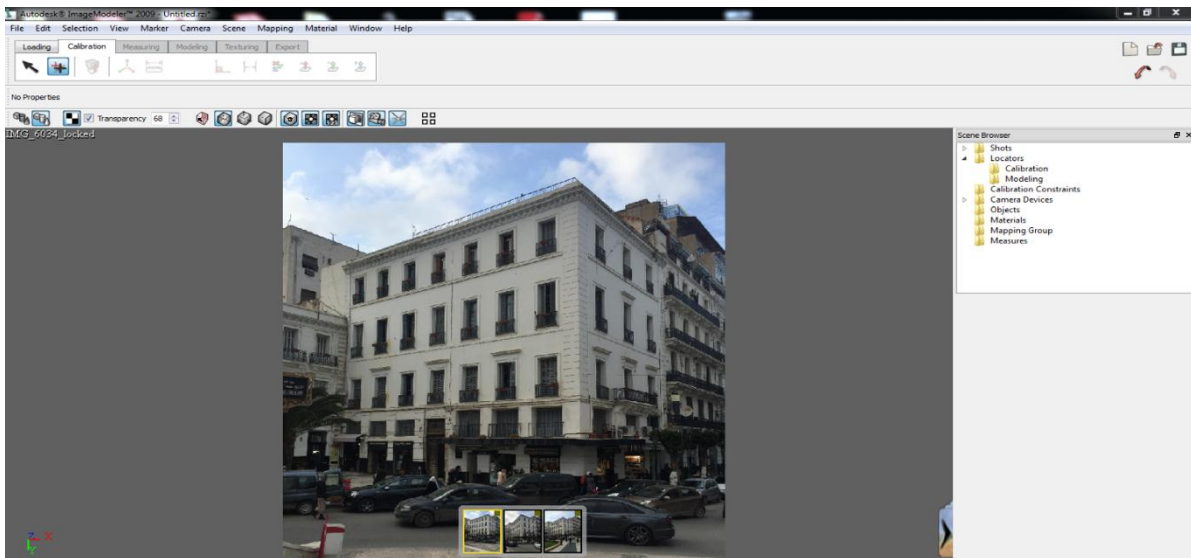


Figure 50: Importation des images .Source : auteur du mémoire

- La seconde étape quant à elle, nécessite de placer les locators (points de référence), simultanément sur les 3 photos. Le nombre minimal doit être de huit locators placés sur différentes surfaces une fois le nombre de locator atteint une icône apparait validant la calibration (figure 52).

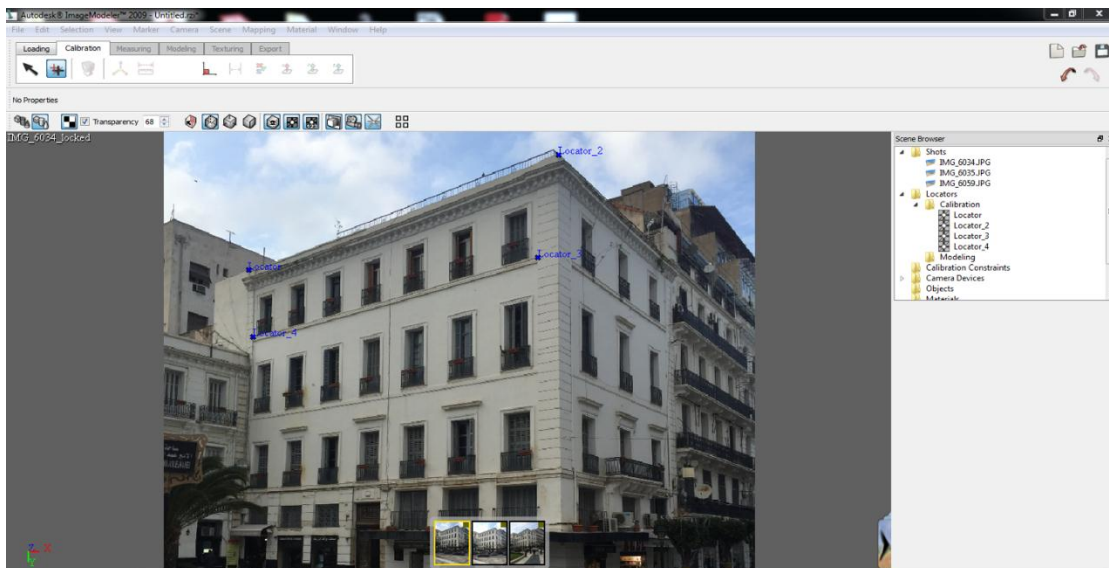


Figure 51: Importation des images .Source : auteur du mémoire.

- Une fois le nombre de Locator atteint une icône apparaît validant la calibration (figure 52).

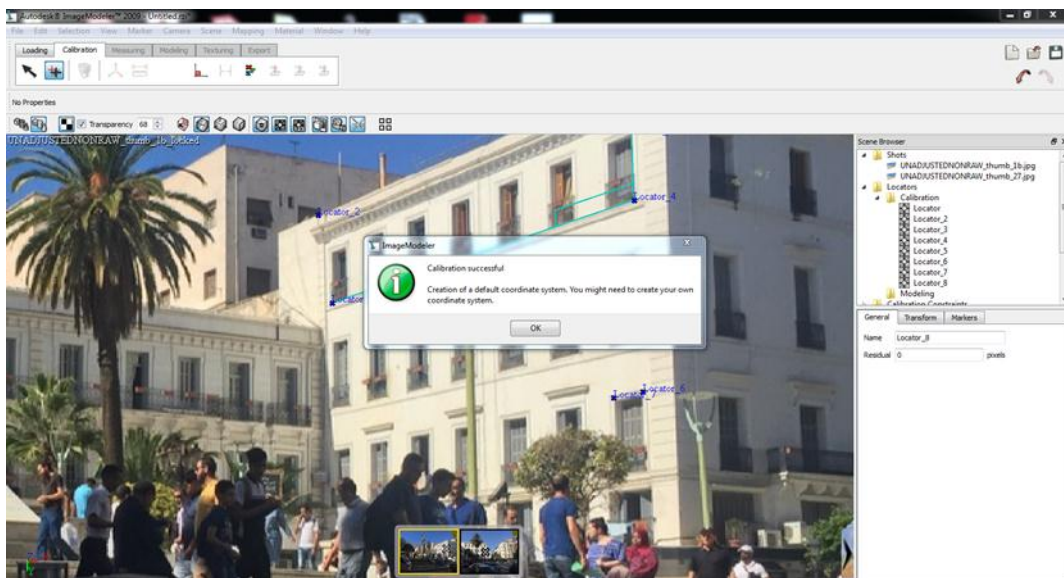


Figure 52: Calibrage des Locator.
Source : auteur du mémoire

- La 3e étape est liée au calibrage des différents Locator sélectionnés et à la définition des axes de références, Un voyant vert apparaît une fois que le positionnement est bon.

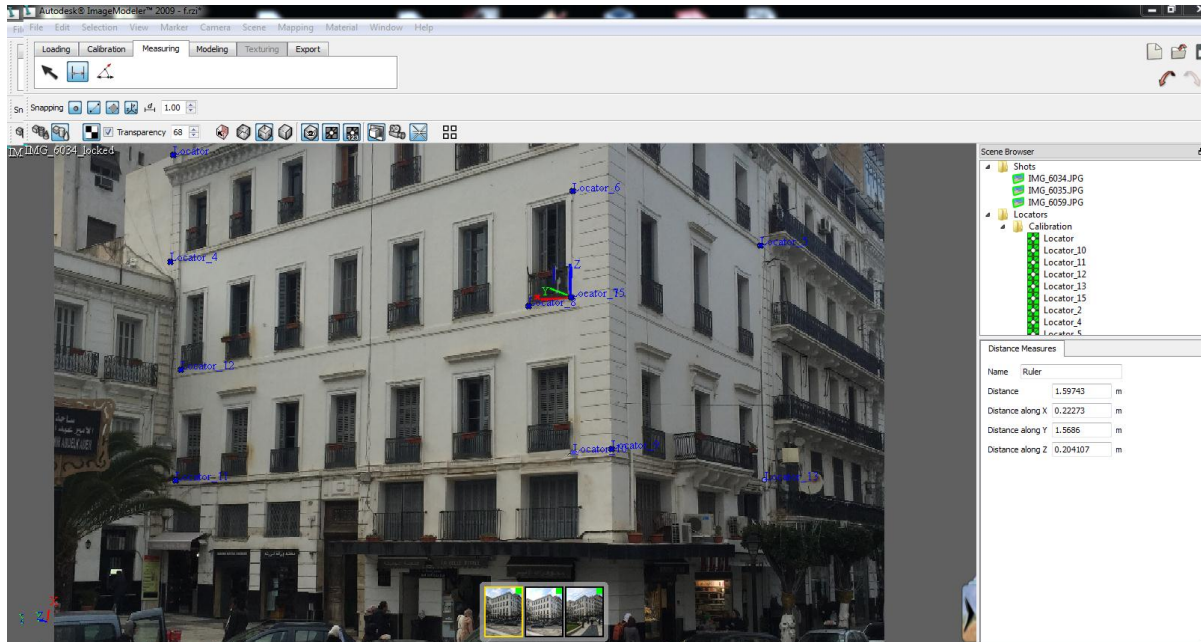


Figure 53: Mise en place des Locator.
Source : auteur du mémoire, 2018

- La 4e étape consiste à sélectionner une ligne qui servira de référence pour l'ensemble des dimensions des parois. Dans notre cas, nous avons relevé avec la distance mètre la largeur de la paroi et remplace la longueur présente par ces valeurs les mesures des différentes longueurs

relatives aux parois ont également été vérifiées sur le site afin de s'assurer de la crédibilité des mesures obtenues.

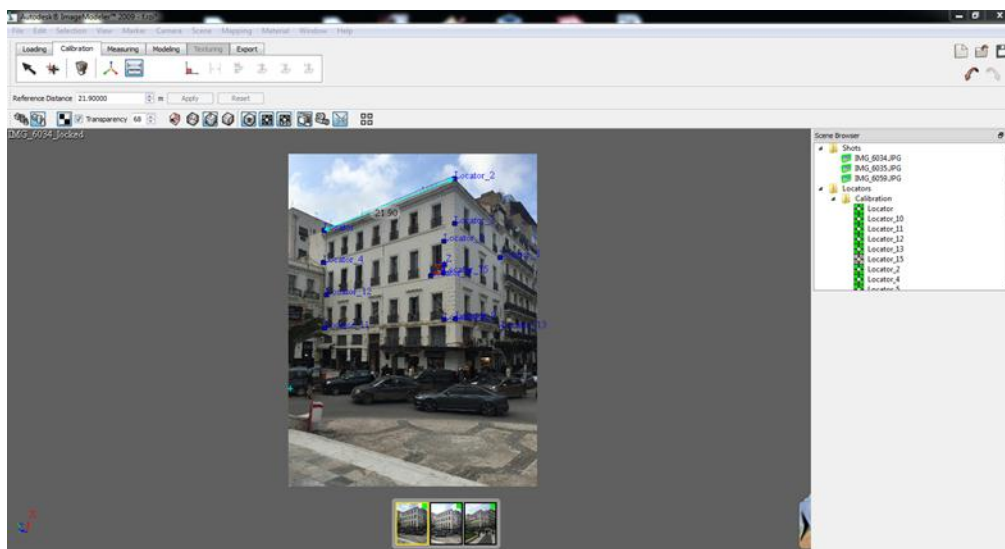


Figure 54: Sélection de la ligne de référence.
Source : auteur, 2018

- La dernière étape est relative à l'exportation du modèle sur Autocad puis sur Sketchup, où nous avons entamé la modélisation à partir de l'ensemble des points sélectionnés. Les images des modélisations seront développées dans l'analyse des places.

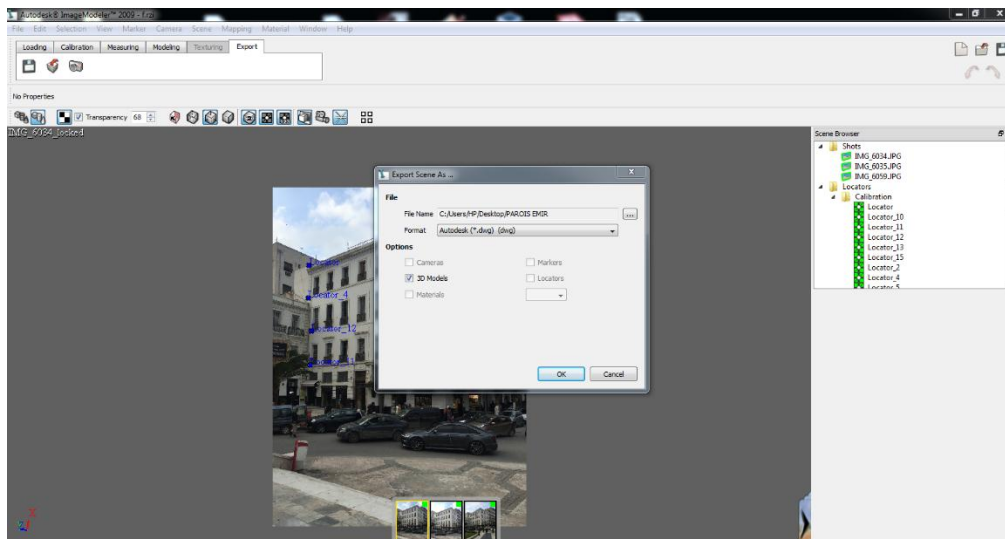


Figure 55: Exportation du fichier. Source : auteur, 2018

3.2. La place du square Port Saïd

1.Présentation

Le square Port Saïd se situe entre la rue Boumenjel et la rue Bab Azzoun, à l'intersection de cette dernière avec le boulevard Ourida Mennad. Possédant une entrée latérale, elle est totalement ouverte sur la mer du côté et, elle fait face à l'opéra d'Alger (actuellement le théâtre national « TNA ») à l'ouest et est entourée par des hôtels ainsi que des immeubles de rapport des côtés nord et sud. Marquant l'entrée au quartier de Bab El Oued, le square Port Saïd sert d'espace d'échange et d'interaction social mais aussi de ventes. La figure 56 mets en évidence l'implantation de la place en rapport avec l'actuel TNA.



Figure 56: Plan de situation du square Port Saïd.
(Source: Plans, Apple app (réadapté par l'auteur))

2.Configuration de la place

Le square Port Saïd a une forme régulière en U, de forme rectangulaire d'une surface de 4.500m². Ce dernier s'articule autour d'un édifice public d'une grande valeur symbolique à savoir le Théâtre National d'Alger (TNA) ce qui lui offre un angle d'observation bien déterminé⁷²

⁷² Hadji, L « Evolution et actualité des espaces public a Alger Mémoire de magister. Ecole polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'Alger. 1999.

3. Les composantes de la place

a. Le plafond

Le square Port Saïd est composé d'immeubles de rapport de forme rectangulaire. Ces derniers ont un espacement réduit entre eux et sont dotés d'une hauteur importante, qui est plus au moins similaire, donnant ainsi un plafond homogène.



Figure 57: Plafond du square port Saïd.
Source : <http://algerie.voyage.over-blog.com>

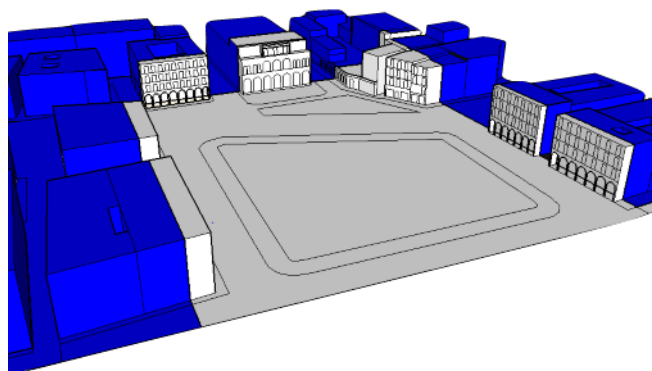


Figure 58: Modèle géométrique 3D de la place .
Source :Auteur du mémoire.2018

b .Les parois

La majorité des parois sont faites avec de la pierre, ce matériau présente d'importantes capacités d'absorption et de stockage de l'énergie solaire incidente, qu'il retransmet durant la nuit, causant ainsi des surchauffes durant la journée, ce qui a un impact direct sur le confort thermique et donc sur le degré de fréquentation de la place.

Les parois sont majoritairement revêtues avec une texture lisse comportant des éléments en relief de couleur blanche ou crème. Les toitures des terrasses accessibles sont revêtues de béton plein, les terrasses inaccessibles quant à elles, sont recouvertes avec du gravier ou de la tuile rouge brique. Deux types d'ouvertures sont utilisés au sein de la place. Les premières sont faites avec des persiennes en bois colorées en bleu clair, les secondes avec du verre simple transparent entourées de cadres d'en bois colorées en bleu clair, les secondes avec du verre simple transparent entourées de cadres de couleur blanche.



Fenêtre en bois ainsi que gardes corps en fer-forgé peinte en bleu clair.



Façades peintes en blanc



Colonne en pierre peinte en beige



Usage de vitrage simple transparent

Figure 59: illustration sur l'ensemble des matériaux qui composent les parois de la place. Source: auteur du mémoire, 2018)

Le plancher

Le plancher de la place est relativement plat et uniforme, ce dernier est composé d'un revêtement en pavé disposé par emboîtement de couleur beige clair. Les voies entourant la place sont faites avec de l'asphalte de couleur noire ; tandis que les trottoirs avec des carreaux de carrelage beige.



Figure 60: Illustration des principaux matériaux utilisés au sein du plancher de la place. Source: <https://www.liberte-algerie.com>

4. Calcul de l'albédo des façades et des toitures

Afin d'établir le calcul de l'albédo des surfaces de la place nous avons fait usage d'une équation permettant d'obtenir une valeur intermédiaire dont la formule est la suivante :

Albédo total = Albédo du matériau1 X pourcentage d'occupation au sein de la façade + Albédo du matériau2 X pourcentage d'occupation dans la façade⁷³.

La figure ci-dessous représente le modèle géométrique en 3D de la place réalisée avec le logiciel Google Sketch up pro mettant en évidence les matériaux utilisés et les noms des bâtiments(Bat) entourant la place.

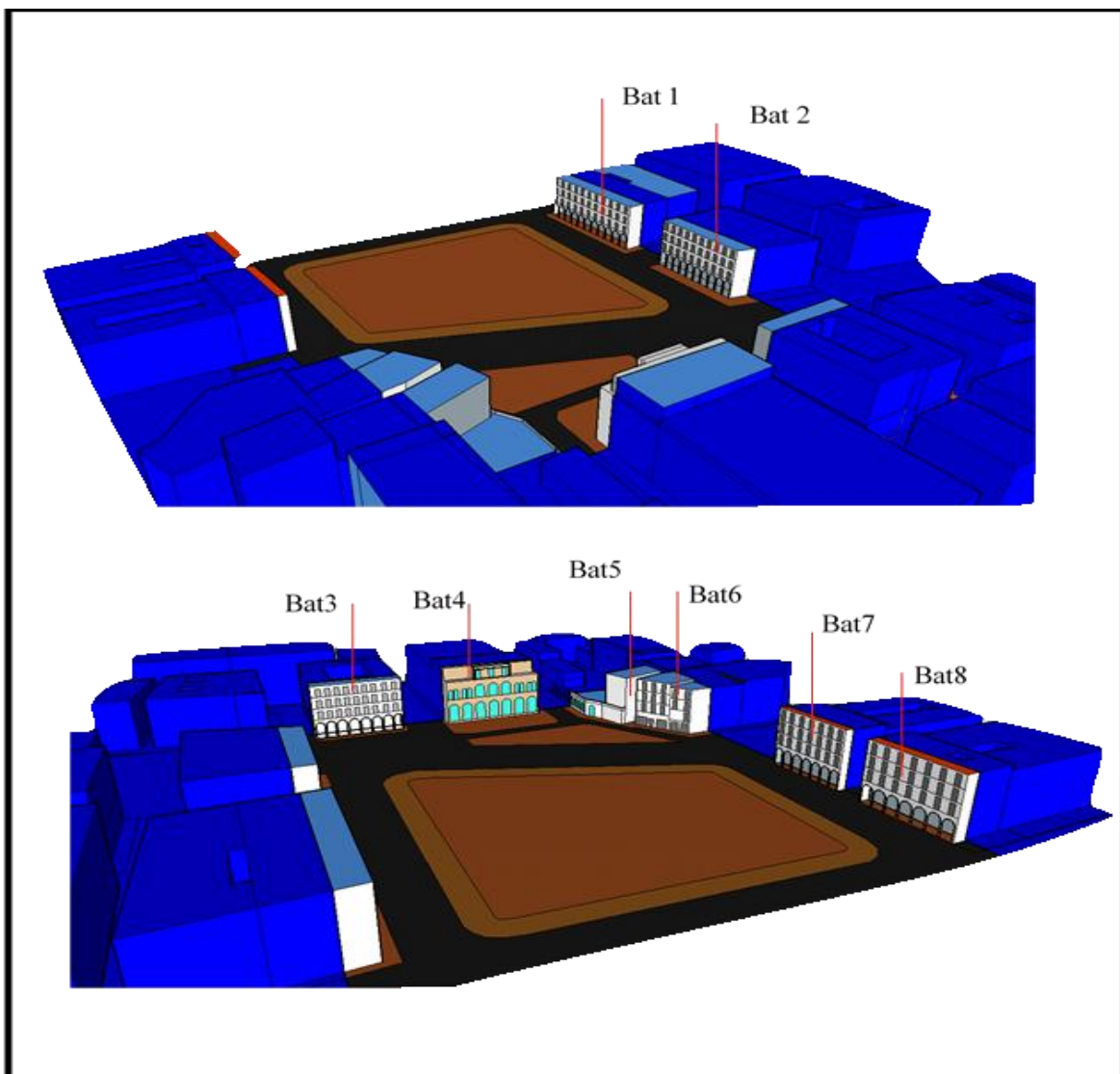


Figure 61: Présentation des différents matériaux de surfaces appliqués sur la place du square. Source: Auteur du mémoire

⁷³ K.Athamena. « Modélisation et simulation des microclimats urbains : Etude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs. Cas des éco-quartiers », Architecture, aménagement de l'espace, Ecole Centrale de Nantes, 2012.

Le tableau ci-joint met en évidence les matériaux utilisés au sein de la place du Square Port Saïd avec les valeurs d'albédo et les couleurs représentatives dans la modélisation.













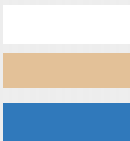
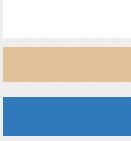
MATERIAUX DES FACADES		VALEUR D'ALBEDO	COULEUR REPRESENTATIVE
ASPHALTE		0.07	
GRAVIER		0.08-0.18	
BETON PLEIN		0.3	
Carrelage		0.3	
Tuile en terre cuite rouge brique		0.36	
Verre simple		0.08	
Peintures: Blanche Beige Bleu clair		0.82 0.30 0.18	

Tableau 1:Tableau descriptif des matériaux de surface du square Port Saïd avec leurs valeurs d'albédos correspondants. Source: auteur du mémoire,2018

5. Calcul de l'albédo des façades et du plancher de la place

Le tableau suivant montre les résultats du calcul des valeurs d'albédo pour chacune des parois de la place.

Composant de la place	Bâtiment	Valeur d'albédo
Parois	Bat1	0.66
	Bat2	0.62
	Bat3	0.60
	Bat4	0.53
	Bat5	0.73
	Bat6	0.59
	Bat7	0.61
	Bat8	0.58

Tableau 2: Calcul des valeurs d'albédo des parois de la place. (Source : Auteur du mémoire)

6. Aménagement de la place

La place du square procure une bonne aération ainsi qu'un bon éclairage du fait qu'elle soit dégagée et ouverte sur la mer, favorisant ainsi les échanges et interactions social. Différentes activités s'y déroulent autour, en effet, on y trouve plusieurs commerces rudimentaires permettant de dynamiser la place. Plusieurs arbres et palmiers s'alignant le long des rues qui entourent la place sont aménagées, contribuant à créer un cadre confortable, propice à la détente des usagers, ainsi qu'à la purification de l'air, ce qui permet d'améliorer la santé physique et morale de ces usagers. Des bancs en bois ainsi que des sculptures établies sur des rochers y sont présents et servent comme éléments d'esthétiques.

7. La place de l'Émir Abdelkader

7.1. Présentation

La place de l'Émir Abdelkader se situe à l'intersection des voies de la rue Larbi Ben M'Hidi (ex-rue d'Isly) et la rue du Colonel Haouas. Destinée au trafic routier de par les voies qui l'entourent et considérée comme étant un lieu à caractère commercial, la place Jouit d'une grande attractivité au sein de la ville d'Alger.



Figure 62: Plan de situation de la place de l'Emir Abdelkader.
(Source : Maps, Apple app (réadapté par l'auteur).

7.2. Configuration de la place

La place présente une forme régulière, de forme carrée ayant une surface de 5625 m² (75 mx75 m). C'est une place fermé, entourée de 4 parfois percées par les voies de circulation mécanique qui l'entourent.



Figure 63: Image sur la place de l'Émir Abdelkader.
Source: <http://www.chebajzairi.com>



Figure 64: Image satellite de la place de l'Emir Abdelkader . Source: Apple maps app (réadapté par l'auteur)

7.3. Les composantes de la place

a. Le plafond

Les immeubles entourant la place de l'Émir ont un gabarit qui diffère d'un immeuble à l'autre formant ainsi un plafond de forme irrégulière permettant l'accueil des rayons solaires au cœur de la place.

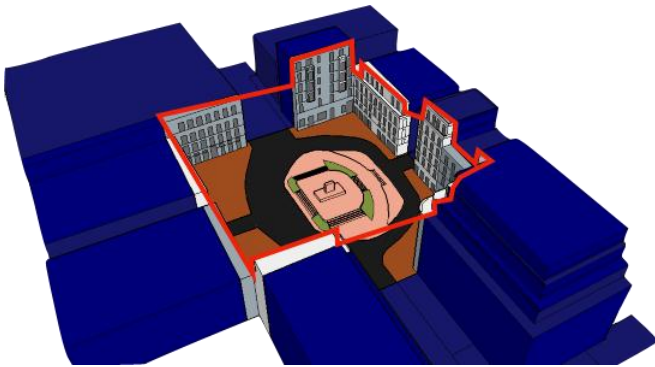


Figure 64: Modèle géométrique 3D de la place.

Source ,auteur du mémoire,2018.



Figure 65: Illustrations mettant en évidence l'hétérogénéité du gabarit des bâtiments. Source: Auteur du mémoire

b. Le plancher

Le plancher de la place de l'Émir Abdelkader est fait avec des dalles en marbre noir et blanc d'une texture lisse permettant une meilleure réflexion des rayons solaires incidents. Les voies de circulation mécaniques sont revêtues avec de l'asphalte noir, tandis que les trottoirs sont revêtus avec des carreaux de carrelage beige et rose, nous notons également la présence de quelques surfaces vertes gazonnées s'inscrivant autour de la place.

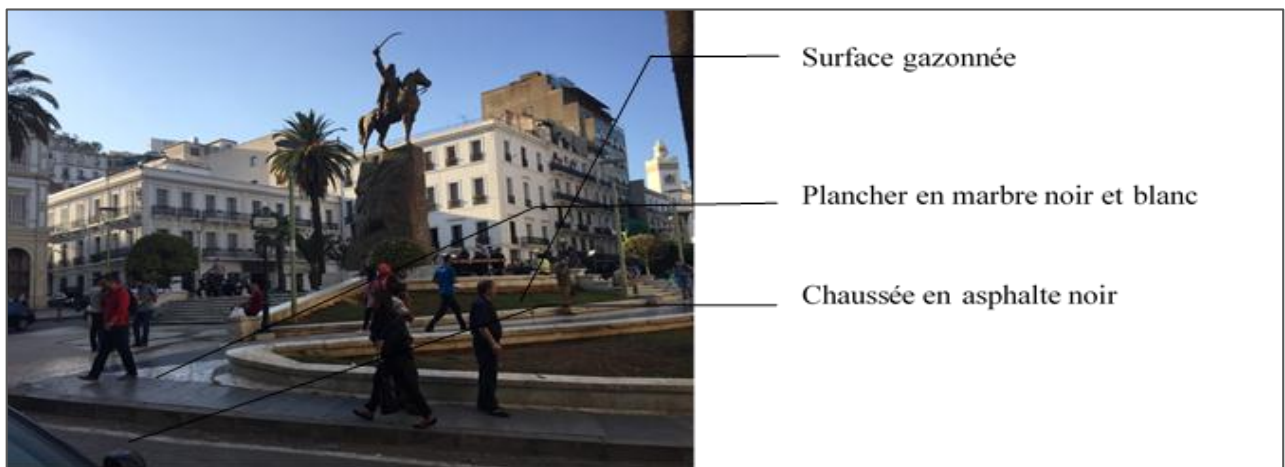


Figure 66: Illustrations sur matériaux recourant les planchers de la place. Source : Auteur du mémoire.

c. Les parois

La place de l'Émir est entourée d'immeubles de style Haussmanniens, ces derniers ont un gabarit allant du R+3 au R+7 construits principalement avec de la pierre. Dotées de parois relativement plates avec certains éléments en saillir, les parois accueillent un revêtement fait de couleurs relativement clair à travers l'usage principal de la peinture blanche.

Les ouvertures quant à elles sont faites avec des parois en bois peintes en gris et en beige tandis que le fer forgé utilisé comme gardes corps pour les bâtiments est peint en noir.

Les toitures accessibles sont faites de surfaces en béton laissées à l'état brute, tandis que les terrasses inaccessibles sont recouvertes avec des tuiles rouge brique ou avec du gravier.



Façades peintes en blanc et en beige



Ouvertures peintes en gris



Gardes corps en fer forgé peint en noir

Figure 67: Illustrations sur les principaux matériaux recouvrant les parois de la place. Source : Auteur du mémoire.

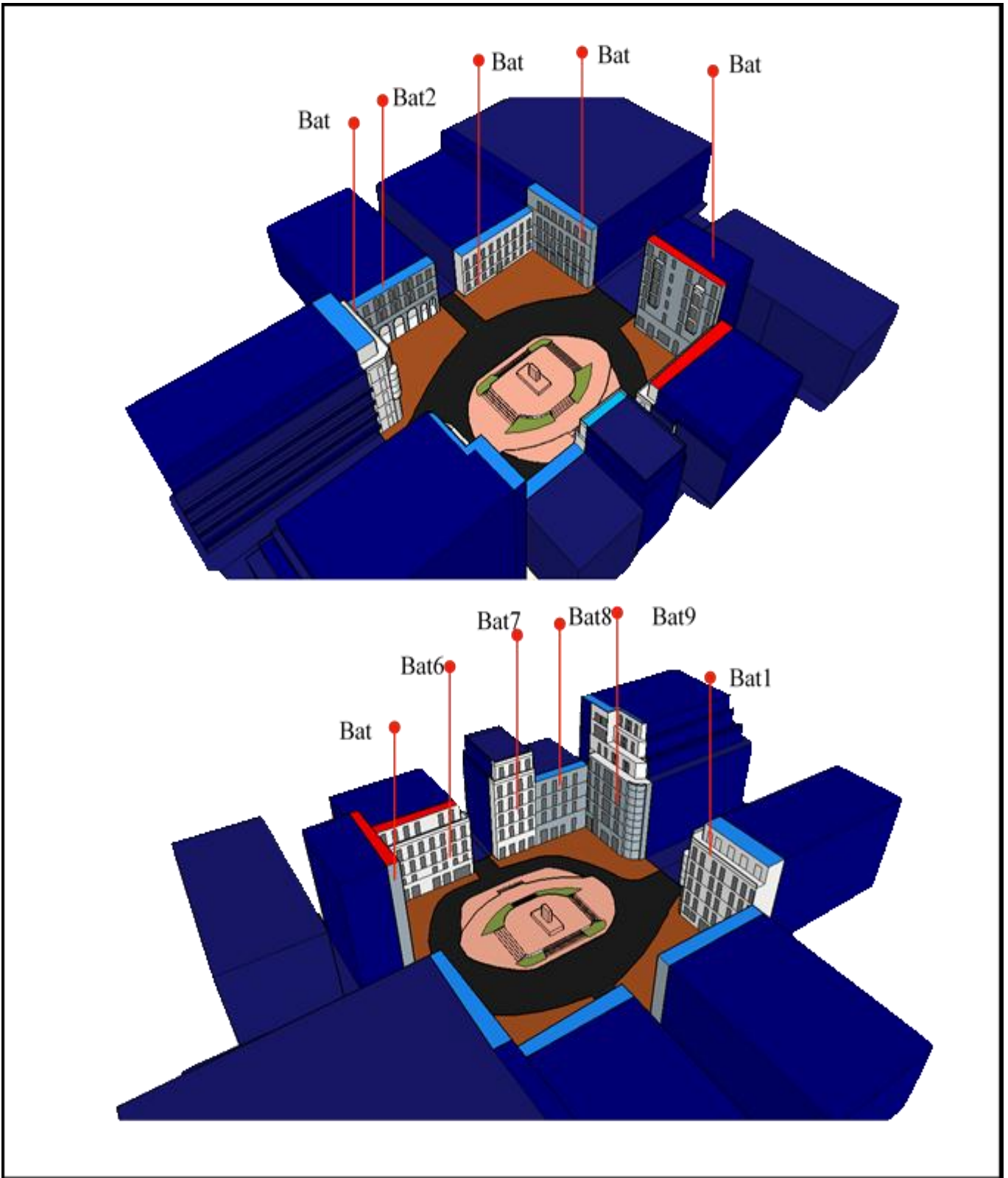


Figure 68: Présentation des différents matériaux de surfaces appliqués sur la place de l'Émir . Source : Auteur du mémoire,2018.

Le tableau ci joint mets en évidence les matériaux utilisés au sein de la place avec ces valeurs d'albédo ainsi que les couleurs représentatives dans la modélisation.




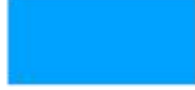

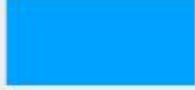




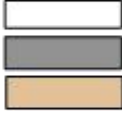





MATERIAUX DES FACADES	VALEUR D'ALBEDO	COULEUR REPRESENTATIVE
ASPHALTE 	0.07	
GRAVIER 	0.08-0.18	
BETON PLEIN 	0.3	
Carrelage 	0.3	
Tuile en terre cuite rouge brique 	0.36	
Peintures: Blanche Grise Beige	0.82 0.25 0.3	
Marbre blanc  Marbre noir 	0.66 0.44	
Gazon 	0.33	

Tableau 3: Tableau descriptif des différents matériaux de surfaces appliqués sur la place de l'Emir avec leurs valeurs d'albédo correspondantes. Source: auteur du mémoire, 2018.

3.4 Calcul de l'albédo des façades

Le calcul de l'albédo des surfaces de chaque paroi sera établi en prenant en considération la formule utilisée précédemment. Le tableau suivant montre les résultats du calcul obtenu pour chacune des parois de la place.

Composant de la place	Batiment	Valeur d'albédo
Parois	Bat1	0.65
	Bat2	0.67
	Bat3	0.64
	Bat4	0.62
	Bat5	0.67
	Bat6	0.62
	Bat7	0.62
	Bat8	0.68
	Bat9	0.61

Tableau 4: Calcul valeurs d'albédo des parois selon les matériaux utilisées. Source : auteur du mémoire, 2018.

3.5 Aménagement de la place

Occupée à son centre par une statue, la place de l'Émir, place carrefour, comporte un mobilier urbain qui se traduit par l'usage de bancs en bois, accessible à travers des marches convergeant vers la plateforme attenante au monument ainsi que par une pente facilitant l'accès aux personnes à mobilité réduite. L'ensemble, entouré par des palmiers, jouant un rôle d'esthétique ainsi que par des lampadaires conférant une sensation de sécurité, et différentes ambiances lumineuses durant la période nocturne.



Figure 69: Aménagement de la place de l'Émir Source : auteur du mémoire, 2018.

3.4 La place des Raïs

1. Présentation

Implantée sur l'ancienne porte de Bab-El Oued, la place des Raïs est une place carrefour traversée par l'avenue du 1er novembre ainsi que le boulevard Haddad Abderazak, cette place est complètement clôturée en raison de la présence de la direction générale de la sûreté nationale (DGSN).



Figure 70 : Plan de situation de la place des Raïs.
Source: Maps, Apple app (réadapté par l'auteur).

2. Configuration de la place

La place des Raïs est une place ouverte de forme irrégulière, s'étendant sur une surface totale de 1969m².



Figure 70:Modèle géométrique 3D de la place. Source : Auteur du mémoire,2018.

3. Les composantes de la place

a. *Le plafond*

Les bâtiments entourant la place des Rais présentent des hauteurs très diversifiées donnant ainsi naissance à un plafond relativement hétéroclite.

b. *Le plancher*

Le plancher de la place est principalement recouvert par des surfaces faites avec du gravier ainsi que de la végétation, avec un trottoir revêtu avec du carrelage.

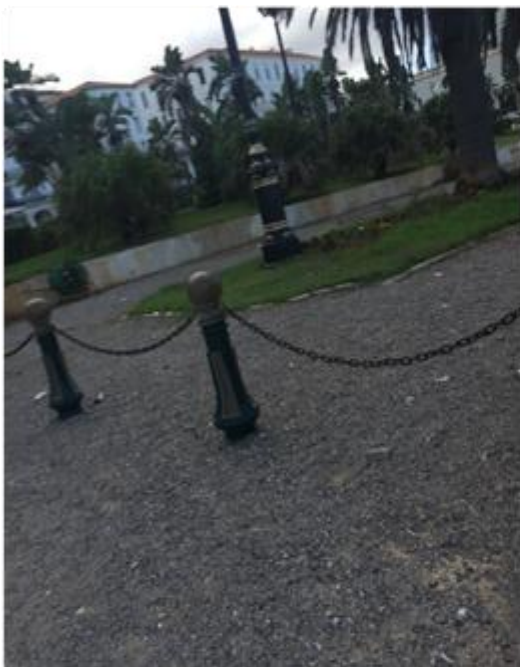


Figure 71: plancher et Carrelage utilisée comme revêtement pour le trottoir de la place. Source :auteur du mémoire,2018

c. *Les parois*

La place des Rais est entourée par des immeubles ayant un gabarit imposant allant du R+1 au R+5 sur ces 3 parois, la quatrième quant à elle est totalement ouverte sur la mer.

Les parois de la place comportent des revêtements dotés d'une texture lisse avec des couleurs similaires à savoir, le blanc. Les ouvertures quant à elles, sont faites avec du vitrage transparent et avec du bois émaillé revêtu de deux teintes distinctes (le bleu et le gris). Quant aux toitures accessibles, elles sont recouvertes parti du béton brut et de la tuile rouge.



Facades peintes en beige



Façades peintes en blanc



Usage du vitrage simple transparent



Toit en tuile de couleur rouge brique

Figure 72: Illustrations des principaux matériaux recouvrant les parois de la place. Source : Auteur du mémoire.

Le tableau ci-joint met en évidence les matériaux utilisés au sein de la place du Square ainsi que leurs valeurs d'albédo et couleur représentatives dans la modélisation.


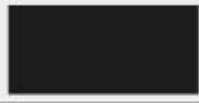








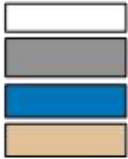
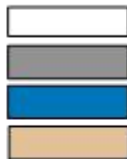


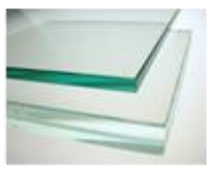
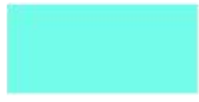
MATERIAUX DES FACADES		VALEUR D'ALBEDO	COULEUR REPRESENTATIVE
ASPHALTE		0.07	
GRAVIER		0.08-0.18	
BETON PLEIN		0.3	
Carrelage		0.3	
Tuile en terre cuite rouge brique		0.36	
Peintures: Blanche Grise Bleu clair beige		0.82 0.25 0.18 0.30	
Gazon		0.33	
Verre simple		0.08	

Tableau 5 : Description des différents matériaux de surfaces appliqués sur la place des Rais. Source : auteur du mémoire, 2018 .

La figure ci-dessous représente le modèle géométrique 3D de la place, réalisé avec le logiciel Google Sketchup pro mettant en évidence les matériaux utilisés et les noms des bâtiments(Bat) entourant la place.

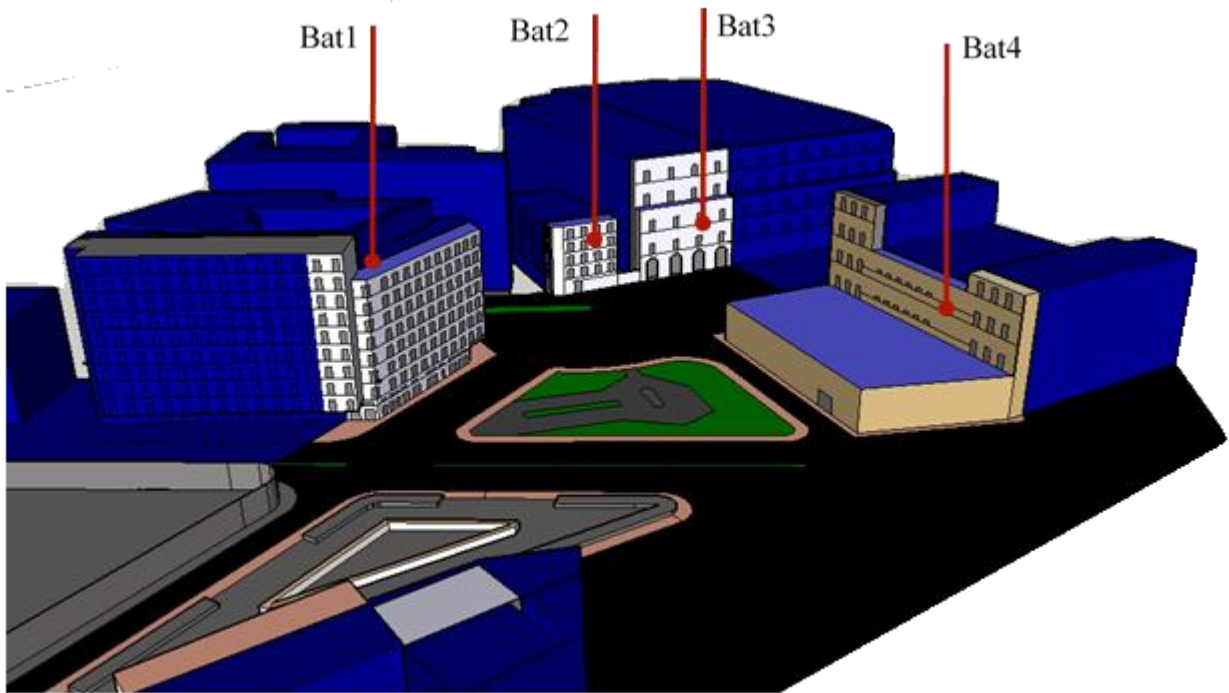


Figure 73: Présentation des différents matériaux de surfaces appliqués sur la place de Rais .Source : Auteur du mémoire.

4. Calcul de l'albédo des façades et du plancher de la place

Le tableau ci-dessous montre les résultats du calcul des valeurs d'albédo pour chacune des composantes de la place.

Composant de la place	Batiment	Valeur d'albédo
Parois	Bat1	0.65
	Bat2	0.67
	Bat3	0.64
	Bat4	0.27
	Place	0.22

Tableau 6 : Calcul valeurs d'albédo des parois selon les matériaux utilisées.

Source : auteur du mémoire, 2018

5. L'aménagement de la place

La place des Rais est faite avec des matériaux favorisant l'absorption de l'énergie solaire à travers l'usage du gravier comme revêtement, dans une place à haute valeur symbolique et esthétique.

La place est également dotée de palmiers ainsi que de la végétation qui atténue l'usage excessif du gravier, néanmoins en dehors de la statue placée au centre de la place, aucun aménagement de mobilier urbain (bancs, kiosques) n'a été pensés pour les usagers et ceux suite au statut actuel qu'occupent la place de par l'équipement de sécurité qui l'entoure, la rendant totalement impraticable.

3.5 La place de la Grande Poste

1. Présentation

Située au cœur du noyau colonial, la place de la grande poste accueille un bon nombre de piétons et de véhicules de par sa position stratégique au cœur du centre-ville d'Alger.

Divisée en deux espaces latéraux de par le boulevard Khemisti Mohamed, le premier espace fait face à la monumentale grande poste d'Alger. Le second espace quant à lui, fut réaménagé en place publique, offrant ainsi, une vue directe sur la mer.



Figure 74: Plan de situation de la place de la Grande Poste. Source: Maps, Apple app (réadapté par l'auteur).

2. Configuration de la place

La place de la Grande Poste présente une forme irrégulière, d'une surface d'environ 1923m². C'est une place fermée, qui de par sa forme, ces dimensions et sa position, permet d'offrir une lisibilité ainsi qu'un confort pour l'ensemble des usagers qui la pratique.



Figure 75: image de La grande poste.

Source : auteur du mémoire



Figure 76 : Image satellite de la grande poste.

Source: Apple maps (réadapté par l'auteur).

3. Les composantes de la place

a. Le plafond

Les immeubles entourant la place de la grande poste ont des hauteurs relativement similaires, Constituant ainsi un plafond homogène.

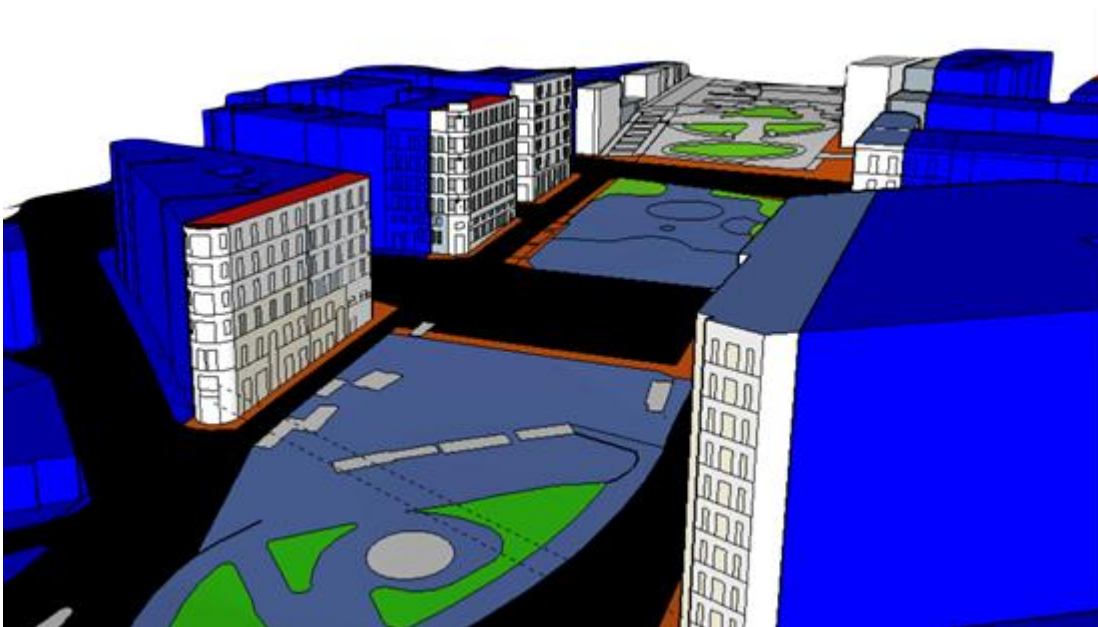


Figure 77: Modèle géométrique 3D de la place. . Source: Auteur du mémoire, 2018.

b. Les parois

La place de la grande poste est entourée de bâtiments de style Haussmanniens et néo-mauresque (la grande poste) apportant ainsi une richesse architecturale à l'ensemble urbain. Les parois sont faites avec de la pierre rugueuse revêtue d'une peinture de couleur blanche sur lesquelles s'inscrivent des ouvertures comportant des persiennes en bois peintes en bleu clair ou en beige. Les gardes corps comportent du fer forgé de teinte noir et les toitures sont couvertes par du gravier ou de la tuile rouge.



Façades peintes en blanc



Ouvertures peintes en gris



Garde corps en fer forgé peint en noir



Usage de la tuile rouge sur les plafonds

Figure 78: Illustrations sur les principaux matériaux recouvrant les parois de la place. Source : Auteur du mémoire, 2018

c. Le plancher

Le plancher de la place est fait avec des carreaux de marbre ainsi que du carrelage pour les piétons, la voie mécanique quant à elle est faite avec de l'asphalte de couleur noire.

La figure ci-dessous met en évidence le modèle géométrique en 3D de la place, réalisée avec le logiciel Google Sketch up, avec les matériaux utilisés et les noms des bâtiments (Bat) entourant la place.

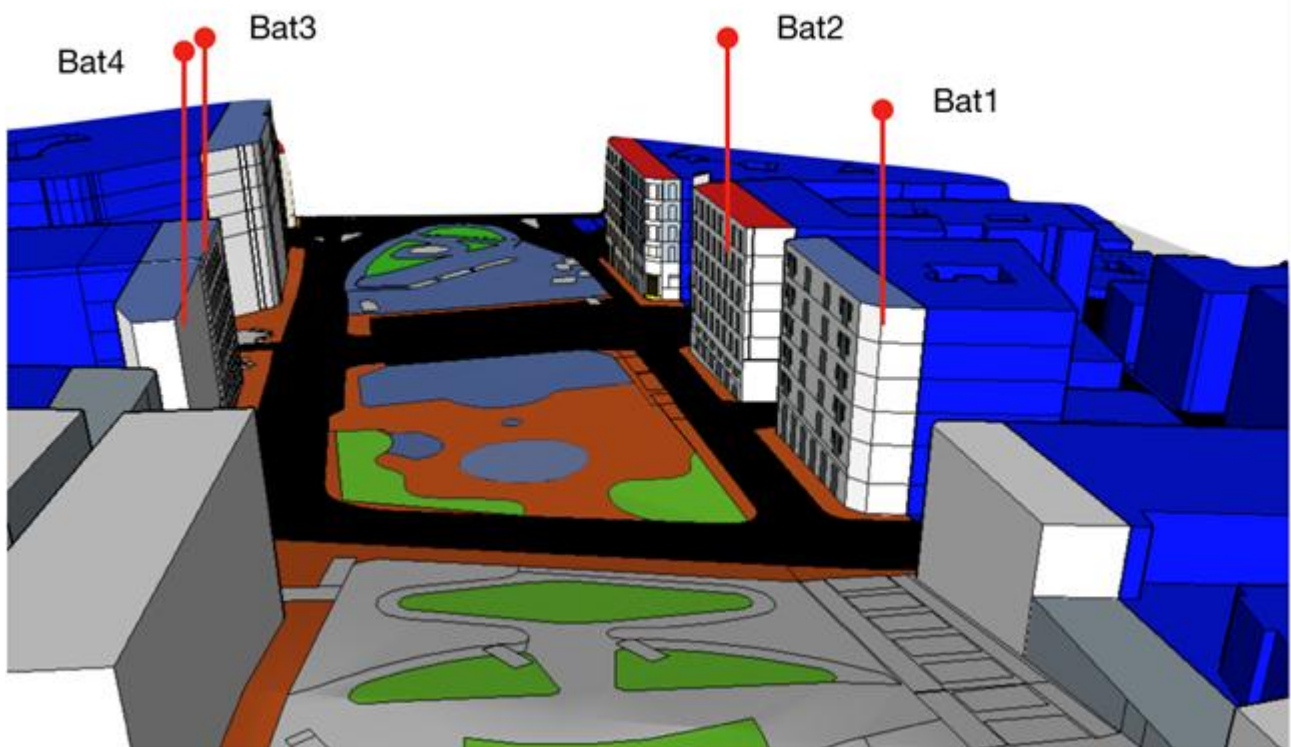


Figure 79: Présentation des différents matériaux de surfaces appliqués sur la place des Rais.

Source : Auteur du mémoire.

Le tableau 7 mets en évidence l'ensemble des matériaux servant de revêtement pour les surfaces de la place avec leurs valeurs d'albédo respectives.

MATERIAUX DES FACADES	VALEUR D'ALBEDO	COULEUR REPRESENTATIVE
ASPHALTE 	0.07	
GRAVIER 	0.08-0.18	
BETON PLEIN 	0.3	
Carrelage 	0.3	
Tuile en terre cuite rouge brique 	0.36	
Peintures: Blanche Grise 	0.82 0.25	
Marbre blanc  Marbre noir 	0.66 0.44	
Gazon 	0.33	

Tableau 7: Illustration des principaux matériaux recouvrant les parois de la place.
(Source: Auteur du mémoire).

4. Calcul des valeurs d'albédo des parois et du plancher de la place

Le tableau ci-joint met en évidence les matériaux utilisés au sein de la place de la Grande Poste avec les valeurs d'albédo et couleurs correspondantes pour la modélisation.

Composant de la place	Batiment	Valeur d'albédo
Parois	Bat1	0.67
	Bat2	0.64
	Bat3	0.67
	Bat4	0.56
	Place	0.59

Tableau 8: Calcul valeurs d'albédo des parois selon les matériaux utilisés. Source : auteur du mémoire, 2018.

5. Aménagement de la place

La place de la Grande poste accueille un flux important de piétons, néanmoins l'aménagement de cette dernière permet de créer un cadre confortable, propice à la détente des usagers, à travers l'ensemble de la végétation et des arbres présents, des jets d'eaux, des percées visuelles donnant sur la mer mais aussi à travers l'usage d'un mobilier urbain adéquat à savoir : bancs, kiosque ainsi que les luminaires.



Figure 80: Aménagement de la place de la Grande Poste. Source : Auteur du mémoire, 2018.

CHAPITRE IV:

Calcul des indicateurs et simulations numériques

Introduction

L'élaboration de l'ensemble des connaissances théoriques ainsi que l'analyse des places devant servir d'échantillons nous a permis d'entamer la partie pratique de notre travail. Pour ce faire, nous avons procédé en élaborant en premier lieu, une présentation du logiciel avec lequel seront effectuées les simulations, à savoir, Solène. La seconde étape a été divisée en deux parties distinctes :

La première phase concerne l'étude paramétrique des places à travers le calcul des facteurs géométriques abordés dans le premier chapitre, à savoir : le facteur de vue de ciel, la densité des façades ainsi que l'orientation.

La seconde étape consiste à établir des simulations permettant d'obtenir les valeurs d'albédo des places sélectionnées avec le logiciel de simulation puis, d'évaluer l'impact des matériaux utilisés sur ces derniers.

La deuxième phase quant à elle, représente un croisement des valeurs liée à la géométrie, aux matériaux utilisés, ainsi qu'à l'orientation des places avec les valeurs d'albédo obtenus, et ce dans le but d'évaluer leurs impact sur la modification de l'albédo des places publiques, objectif principal de notre recherche.

La dernière phase sera consacrée à l'élaboration d'un ensemble de recommandations spécifiques permettant d'améliorer les valeurs d'albédos au sein des places publiques sélectionnées, puis dans un second temps d'effectuer des recommandations générales pour l'ensemble des places existantes et futures.

1. Présentation du logiciel de simulation Solène :

Développé par le laboratoire CERMA en 1980, Solène est un logiciel de simulation du microclimat servant à élaborer les calculs physiques d'ensoleillement, d'éclairement et de rayonnement thermique ou aérauliques des façades de bâtiments ainsi que des projets architecturaux et urbains.

Ce logiciel a été validé et sert de support pratique dans de nombreuses thèses de doctorat (Vinet, 2000; Robitu, 2005; Bouyer 2009; Huang Yuan, 2010; Amar Bensalma, 2012; Al Hafiz 2017) ainsi que pour établir des études d'évaluation du confort thermique et aéraulique dans la conception architectural et urbaine.

La figure 81 met en évidence l'ensemble des thèses de doctorat menées précédemment avec le logiciel Solene.

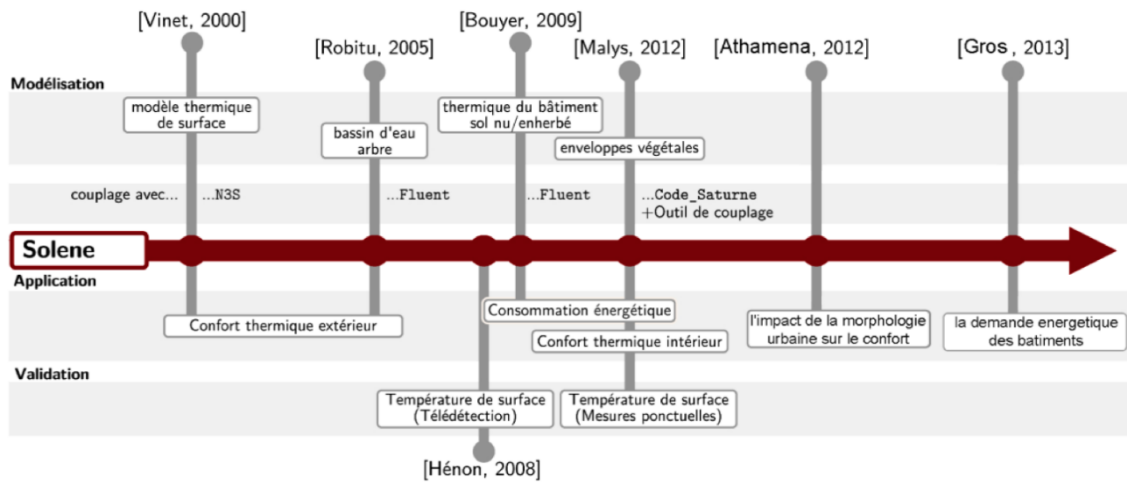


Figure 81:Résumé des études mené précédemment avec le logiciel Solène.
Source: Solene workshop 2014, CRENAU Lab, ENSA Nantes

2. Étude paramétrique

2.1. Facteur de vue de ciel

Les valeurs du facteur de vue de ciel nous permettront de mesurer le degré d'échange des différentes places avec le ciel.

Méthode de calcul

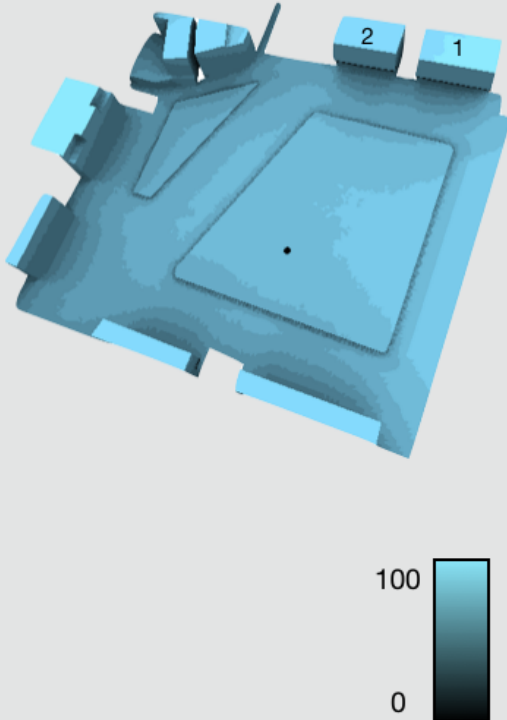
Le calcul de la valeur du facteur de vue de ciel s'effectuera avec Solène à travers le descripteur géométrique. Ce dernier, permet d'établir des simulations du rapport entre le sol et le ciel (compris entre 0 et 1) en prenant en considération l'ensemble des caractéristiques spatiales du tissu urbain ce qui nous permettra par la suite de déterminer le degré d'ouverture ou de fermeture de l'ensemble des places. Le calcul a été élaboré en intégrant un ensemble de données permettant de lancer correctement les simulations et ce, après avoir importé la maquette modélisée sur Sketchup puis sur AutoCAD au format .cir. Les différentes étapes sont décrites comme suit :

- En premier lieu nous avons effectué une triangulation sur l'ensemble de la géométrie. Afin d'obtenir des résultats bien précis nous l'avons établi à partir d'un maillage d' 1m50.

- La seconde phase consiste à choisir le type de ciel, le choix s’est porté sur un ciel de type clair, modèle radiance de type (CIE) dont le nombre de face est de 1024.
- La dernière phase quant à elle avait comme objectif d’intégrer la géométrie masque ainsi que l’ensemble des données relatifs à la latitude et à la météorologie des sites choisis.

L’ensemble des paramètres intégrés, nous avons pu entamer les simulations pour déterminer le facteur de vue de ciel. Les résultats des calculs sont présentés dans les tableaux en dessous :

2.1.2 Simulation menée sur la place du square Port Saïd

Place du square Port Saïd	Facteur de vue de ciel	
	63 %	
	<p>La place du square présente un pourcentage élevé du facteur de vue de ciel (63% de ciel visible), ce résultat est lié à l’ouverture de la place et à l’important espacement entre le coeur de la place et des parois bâties.</p> <p>Le taux d’échange est d’autant plus élevé sur la partie ouverte donnant sur la mer et relativement bas sur les parois des bâtiments. En effet, le facteur de vue de ciel diminue au fur et à mesure que l’on descend le long des parois verticales, pour atteindre les valeurs les plus basses une fois en contact direct avec le sol .</p>	
	<p>On constate également que le taux d’échange est relativement bas sur les parois inférieures des bâtiment 1 et 2 suite aux décrochements présents sur ces derniers.</p>	

Analyse et interprétation des résultats

Tableau 9: Calcul et interprétation des résultats des valeurs du facteur de vue de ciel obtenus pour la place du square Port Saïd.

Source : Auteur, 2018

2.1.3 Simulation menée sur la place de l'Émir Abdelkader

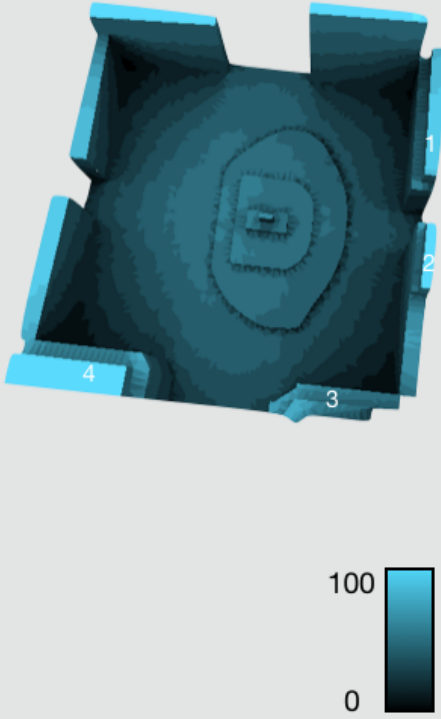
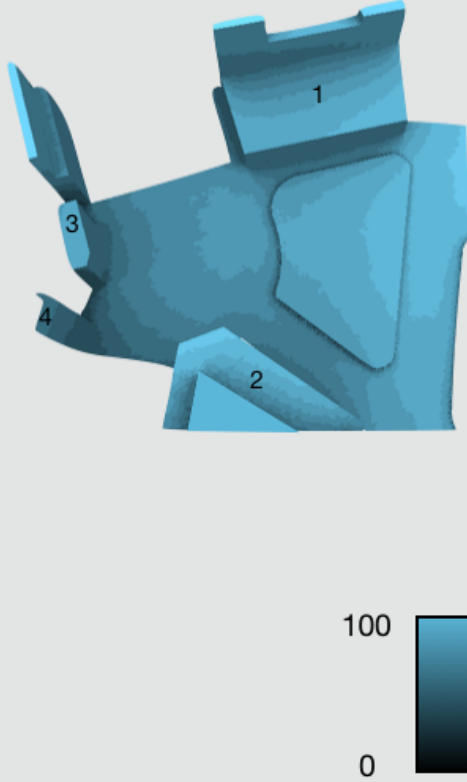
Place de l'Emir Abdelkader	Facteur de vue de ciel	
	42 %	
	<p>La valeur du facteur de vue de ciel de la place de l'Emir est la plus basse parmi les échantillons sélectionnés (42% de ciel visible), cela se justifie par le fait qu'il y ait des bâtiments avec une disposition relativement serrée qui entoure l'ensemble de la place sur les quatre parois, perturbant ainsi les échanges entre la surface de la place et le ciel.</p> <p>Nous constatons également que les décrochements présents au niveau des parois des bâtiments 1,2,3,4 entraînent des zones ombragées sur les parois horizontales des bâtiments, réduisant ainsi considérablement leur facteur de vue de ciel.</p> <p>Les valeurs du facteur de vue de ciel voient une baisse, au fur et à mesure que l'on descend le long des parois des bâtiments pour être quasi nul une fois sur le sol.</p> <p>Contrairement aux surfaces terrestres situées à proximité des bâtiments, le centre de la place de l'émir quant à lui, présente de meilleurs taux d'échanges avec le ciel.</p>	Analyse et interprétation des résultats

Tableau 10: Calcul et interprétation des résultats des valeurs du facteur de vue de ciel obtenus pour la place de l'Émir Abdelkader. Source : Auteur, 2018

1.1.4 Simulation menée sur la place des Rais

Place des Rais	Facteur de vue de ciel	
	58 %	
	<p>La place des Rais comporte un bon pourcentage d'échange avec le ciel. En effet, l'obstruction y est faible étant donné l'ouverture de la place, ce taux voit une baisse sur les extrémités de la place ceci est lié à la présence des parois verticales des bâtiments 1 et 2 qui perturbent les échanges avec le ciel. Cet échange est d'autant plus élevé au fur et à mesure que l'on s'approche de la partie ouverte donnant sur la mer.</p> <p>Les parois des bâtiments quant à elles, présentent de faibles taux d'échanges et atteignent le niveau le plus bas au niveau du sol situé entre les bâtiments 3 et 4 et ce, suite aux faibles taux d'espacement entre les deux bâtiments.</p>	

Analyse et interprétation

Tableau 11: Calcul et interprétation des résultats des valeurs du facteur de vue de ciel obtenus pour la place des Rais. Source : Auteur, 2018

1.1.5 Simulation menée sur la place de la Grande Poste

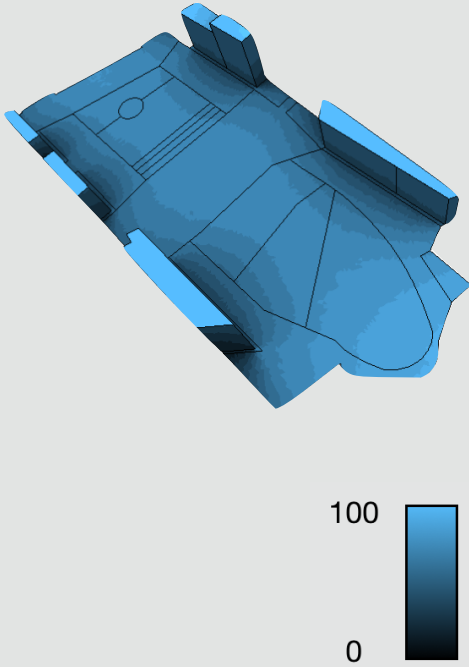
Place de la Grande Poste	Facteur de vue de ciel	
	64 %	
	<p>La place de la grande poste présente le taux d'échange le plus élevé avec le ciel, ceci est probablement lié aux faibles obstructions engendrées par l'ouverture de la place, et à l'importante surface du plancher vis à vis des surfaces verticales</p> <p>Ce taux voit une légère baisse sur les extrémités de la place ce qui est lié aux obstructions engendrées par les gabarits des parois entourant la place.</p> <p>On constate également que les façades des bâtiments s'éclaircissent au fur et à mesure que l'on monte verticalement le long des parois des bâtiments .</p>	Analyse et interprétation

Tableau 12: Calcul et interprétation des résultats des valeurs du facteur de vue de ciel obtenus pour la place de l'Emir Abdelkader. Source : Auteur, 2018

Tableau récapitulatif des valeurs du facteur de vue de ciel obtenues

PLACES	S.V.F
Place du square Port Said	63 %
Place de l'Emir Abdelkader	42 %
Place des Raïs	58 %
Place de la Grande Poste	64 %

Tableau 13: valeurs du facteur de vue de ciel obtenu
Source : Auteur, 2018

Synthèse

Les résultats obtenus montrent que plus le taux d'occupation des surfaces horizontales dans la géométrie des places est important vis à vis des parois verticales, plus le facteur de vue de ciel est élevé.

Le degré d'échange avec le ciel est d'autant plus élevé sur les places ouvertes (Rais, la Grande Poste et le Square Port Saïd) que sur les places fermées (Place de l'Émir).

2.2 Évaluation de la densité des façades (Df)

La densité des façades représente le rapport entre la superficie de la façade et la superficie totale de l'enveloppe de l'espace considérée⁷⁴. Pour notre cas, la densité des façades représente la division de la surface des façades par la surface développée de la place :

$$Dd = \frac{AF}{(AF + AG)}$$

Avec : Af:Surface de la facade
 Ag:surface du sol

Les résultats du calcul sont affichés dans le tableau ci-dessous :

PLACES	DENSITE DES FACADES
Place du square Port Saïd	0,2
Place de l'Emir Abdelkader	0,5
Place des Raïs	0,33
Place de la Grande Poste	0,05

Tableau 14: calcul de la densité des façades. Source : Auteur, 2018

⁷⁴ Bernabé Anne, Musy Marjorie, Andrieu Hervé et Calmet Isabelle, « Radiative properties of the urban fabric derived from surface form analysis. A simplified solar balance model », *Solar Energy*, n° 122, 2015, p. 156–168.

Analyse et interprétation des résultats

On constate que la densité des façades la plus importante se situe au niveau de la place de l'Émir. Ce pourcentage connaît une baisse au niveau de la place des Rais, pour atteindre le taux le plus bas sur la place du square suivi de celle de la grande poste.

La densité des façades de la place de l'Émir est la plus importante, en effet, cette place de forme carré est entourée sur les quatre faces par un nombre important de parois, dont la surface est relativement importante vis à vis de celle de la place ce qui explique les valeurs de densité obtenues. La place des Rais, place irrégulière présente une densité relativement élevée, cela s'explique par l'importante surface des parois des bâtiments qui l'entourent. La place du square et de la Grande poste quant à elles sont des places longues et ouvertes avec une surface de façades moins importante comparée au plancher de la place, de ce fait leur densité y ait la plus faible contrairement aux échantillons sélectionnés.

2.3 Analyse de l'impact de la densité des façades sur le facteur de vue de ciel

Afin d'évaluer les interactions qui pourraient exister entre la densité des façades et le facteur de vue de ciel, un croisement des valeurs a été établi. Les résultats obtenus ont été représenté sur le graphe ci-dessous.

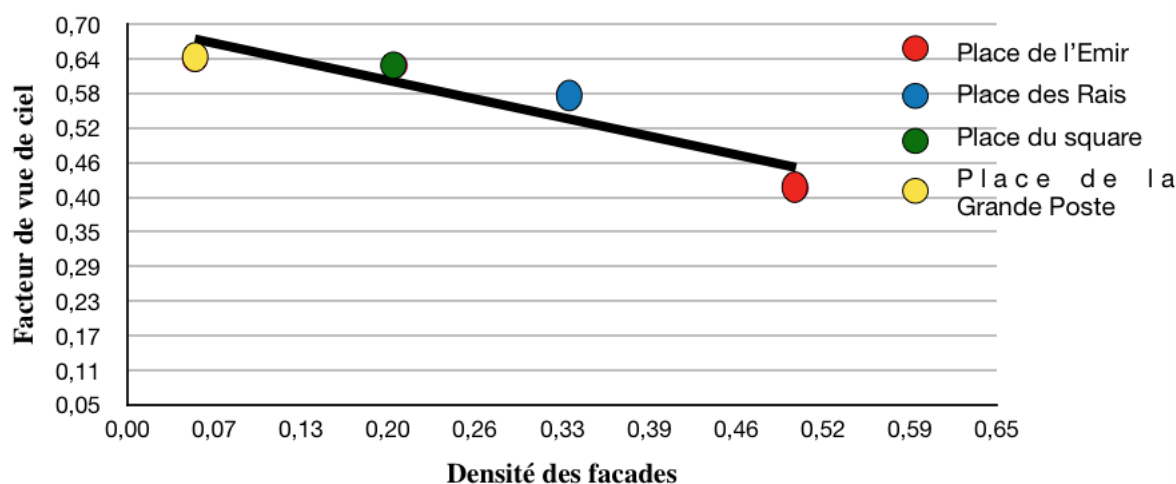


Figure81: Graphe présentant l'impact de la densité des façades sur le facteur de vue de ciel.
Source : Auteur du mémoire, 2018

Analyse et interprétation des résultats

On constate qu'il y a une relation linéaire entre les valeurs de densité et le facteur de vue de ciel, les pourcentages du facteur de vue de ciel s'affaiblissent avec l'augmentation de la densité des façades des places. La place de l'Émir présente le pourcentage le plus bas du facteur de vue de ciel. En effet, la faible surface du plancher vis à vis de celle des façades engendre des obstructions qui sont liées au nombre important de parois entourant la place (place fermée) ainsi qu'à l'imposante hauteur de ces derniers, ce qui donne une importante densité des façades, d'où les résultats obtenus.

La place de la Grande Poste quant à elle, est une place ouverte sur les deux parois, de ce fait, ça densité dépend principalement de la hauteur des parois des bâtiments entourant la place et qui, dans ce cas-là, sont relativement faible vis à vis de la surface du sol ce qui explique l'important pourcentage du facteur de vue de ciel.

Synthèse

Les pourcentages du facteur de vue de ciel sont en étroite relation avec la densité des façades. En effet, pour une surface de plancher donnée la densité des façades dépend principalement de la surface des façades (relatif à la hauteur et à la largeur des parois), plus la densité est importante, plus le facteur de vue de ciel est faible. Ces résultats sont d'autant plus confirmés par les études menées par Groleau sur les formes urbaines et se confirment également pour les places.

2.4 L'orientation

Le calcul du pourcentage d'orientation des façades des places nous permettra de déterminer l'impact du facteur spatial sur la modification des valeurs d'albédo après le croisement des résultats. Les pourcentages de surface de façade par orientation des quatre places ont été calculés en enregistrant le descripteur de surface puis en transformant les résultats en données statiques, à partir de la commande externe (orientation surface) exécutables sur l'invité de commandes. Les résultats obtenus sont affichés dans les tableaux ci-dessous :

	Nord	Nord-est	Est	Sud-est	Sud	Sud-ouest	Ouest	Nord-ouest
Place du square Port Said	25,76	0,00	31,70	0,00	26,04	0,00	15,25	1,25
Place de l'Emir Abdelkader	24,75	1,19	20,75	0	24,39	0	26,69	2,24
Place des Rais	28,36	27,43	13,10	14	0	7,43	0	9,68
Place de la Grande Poste	0,00	38,86	0,00	7,24	5,34	34,38	3,57	10,61

Tableau 15 : Pourcentage de surface de façade par orientation
Source : l'Auteur, 2018

Analyse des résultats

- On constate que la place du square est principalement orientée vers la partie est (31%), ce pourcentage connaît une légère baisse sur la partie sud (26%) et nord (25%) pour atteindre un taux relativement bas sur le côté ouest (15%). On note également que l'orientation du côté nord-ouest est quasi nul (1,25%) et qu'aucune parois n'est dirigée du côté nord-est et sud-est.
- La place de l'émir présente un taux d'occupation élevé sur le côté ouest, sud et nord. Ce taux connaît une baisse importante sur la partie nord-ouest et nord-est, pour être nul du côté sud-ouest et sud-est.
- La place des Rais est principalement orientée vers le côté nord et nord-est, ce pourcentage d'occupation s'affaiblit sur la partie sud-est et sud-ouest pour être nul sur le côté sud et ouest suite à l'absence de parois sur ces deux côtés.
- Concernant la place de la grande poste, on constate que les parois sont principalement orientées vers le côté nord-est et sud-ouest et que les taux d'occupation sur le côté nord et est sont nuls.

Conclusion

1. Le facteur de vue de ciel varie en fonction de la géométrie de la place et du taux d'occupation des surfaces horizontales, plus le taux d'occupation de surfaces verticales dans une place est faible, plus son facteur de vue de ciel est important.
2. Les places ouvertes présentent à l'opposé des places fermées et denses des pourcentages importants de facteur de vue de ciel.
 - Les décrochements présents au niveau des parois des bâtiments, créent des obstructions qui affectent considérablement le pourcentage du facteur de vue de ciel
4. Les places présentant une forte densité de façades ont un faible pourcentage de facteur de vue de ciel.

3. Simulations numériques

3.1 Calcul de l'albédo des surfaces

Le calcul des valeurs d'albédo s'effectuera à travers le logiciel Solène, en prenant en considération le ratio entre le flux court longueur d'onde global réfléchi et le flux de l'énergie solaire global incidente, tout en prenant en considération l'ensemble des composantes directes et diffuses de ces derniers.

3.1.1 Méthode de calcul

Le logiciel Solène comporte une base de données permettant d'établir le calcul du flux solaire global incident et de l'énergie solaire réfléchi après réflexion et ce, en prenant en considération l'ensemble des paramètres physico-spatial des géométries importés.

Le calcul des valeurs d'albédo des différentes places a été élaboré en intégrant un ensemble de données permettant de lancer correctement les simulations et qui sont décrites comme suit :

- En premier lieu, nous avons ouvert la géométrie de la place modélisée et destinée à subir des simulations sur Solène au format .cir en définissant l'ensemble des propriétés solaires des matériaux afin de créer une base de matériaux pour chacune des places.

- La seconde phase consiste à attribuer à partir de la base des matériaux, l'ensemble des matériaux qui recouvrent les faces de la géométrie.
- La troisième étape est destinée à intégrer l'ensemble des paramètres liées à l'environnement dans lequel se trouve la place à savoir la latitude (36°) et la longitude du site (3°), puis de définir le type de ciel. Le choix s'est porté sur un ciel de type clair, modèle radiance de type (CIE) dont le nombre de face est de 1024, puis d'intégrer la géométrie masque afin de prendre en considération l'environnement immédiat.
- La 4ème phase consistait à élaborer une triangulation sur l'ensemble de la géométrie devant subir la simulation. Afin d'obtenir des résultats bien précis nous l'avons établie à partir d'un maillage d' 1m50.

L'ensemble des paramètres intégrés nous pouvons établir la seconde phase, relatif à l'élaboration des simulations que nous décrivons ci-dessous :

- La première phase est relative au simulation des masques afin de pouvoir lancer le calcul de l'énergie solaire-composante directe, puis de celle de l'énergie solaire-composante diffuse- en définissant le modèle de radiance solaire de ciel et qui a été effectué durant la journée du 21 juin (solstice d'été).
- Les deux simulations appliquées nous pouvons établir le calcul de l'énergie solaire global incidente à travers l'addition de l'énergie solaire directe incidente et l'énergie solaire diffuse incidente.
- La quatrième étape est relative au calcul du facteur de forme de la géométrie et ce, en prenant en considération la géométrie masque des places sélectionnées, ce qui nous permettra d'afficher l'icône de calcul de l'énergie solaire global après réflexion.

Les résultats obtenus traduiront le calcul des énergies après réflexion (AR) durant toute la journée du 21 juin (de 5h à 21h) et ceux avec un intervalle de calcul de 1 heure.

Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats obtenus se fera à travers la création de deux descripteur de calcul. Le premier dévoilera les données du calcul de l'énergie solaire globale incidente AR^{75} résultant de l'addition des valeurs du même descripteur pour chaque heure, le second, correspondra à l'addition des valeurs du descripteur de l'énergie solaire globale réfléchi après réflexion durant les différentes heures. Les résultats obtenus sont ensuite enregistrés au format VAL, puis exécutés sur l'invité de commande à partir de la commande (`Analyse_cir_val`) afin d'être traduit en données statiques et de révéler : la valeur cumulée, la valeur moyenne ainsi que la valeur moyenne pondérée pour chaque descripteur.

⁷⁵ AR est une abréviation pour après réflexion

3.1.2 Simulation menée sur la place du square Émir Abdelkader

SIMULATION SOLENE		Date et horaire de simulation	Energie globale incidenteAR (W/m2)	Energie globale réfléchi AR (W/m2)	Albédo
PLACE DE L'EMIR ABDELKADER	<p>Energie globale incidente</p>	21 juin de 5h:00 à 21h:00	5386	2157	0,4
	<p>Energie globale réfléchi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les résultats montrent que la place de l'Emir accueille une faible quantité d'énergie solaire incidente, cela est probablement due aux obstructions causées par les parois imposantes de la place . En effet les simulations menées au préalable nous ramène à supposer que plus l'obstruction entre la place et le ciel est faible et plus les surfaces sont susceptibles d'absorbés les énergies solaires incidentes. • On constate également que l'énergie solaire reçu diminue au fur et à mesure que l'on descende le long des parois verticales. • Les décrochements présent au niveau des parois des bâtiment 1,2,3,4 entrainent des zones ombragées sur les parois horizontales des bâtiments réduisant ainsi considérablement le captage de l'énergie solaire. • Les simulations liées au calcul de l'énergie solaire réfléchi dévoilent la présence de plusieurs surfaces sombres, ces dernières atteignent le taux le plus bas au niveau de la route et ce probablement suite à son revêtement en asphalte et dont le degré de réflectivité est très faible (0,07), • le coeur de la place quant à lui, présente un très bon taux de réflexion (valeur comprise entre 0,6 et 0,66) particulièrement au niveau de la surface 5, ce qui peut se justifier par l'usage de revêtement présentant de fortes capacités de réflexion, à savoir le marbre. • Les valeurs d'albédo de la place de l'Emir sont les plus élevés, ceci peut être lié par les faibles taux de couvertures en asphalte contrairement aux échantillons sélectionnés ainsi qu'à l'usage de revêtement réfléchissants au coeur de la place. 			
Analyse et interprétation					

Tableau 16: Calcul et interprétation des résultats des valeurs d'albédo obtenus pour la place de l'Émir. Source: Auteur, 2018

3.1.3 Simulation menée sur la place des Raïs

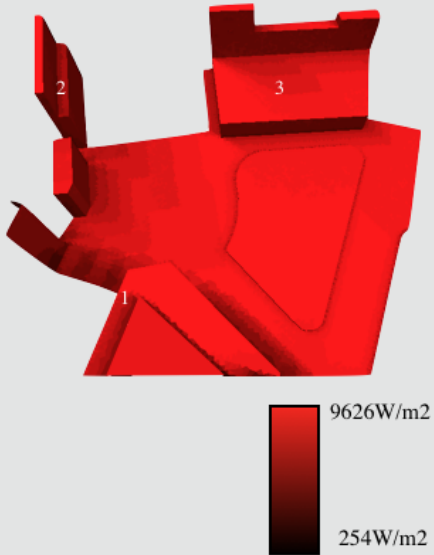

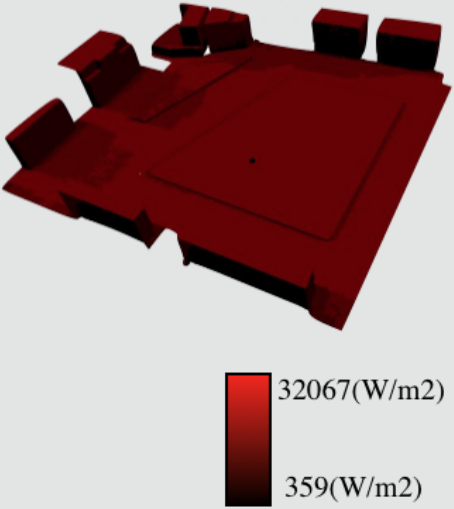
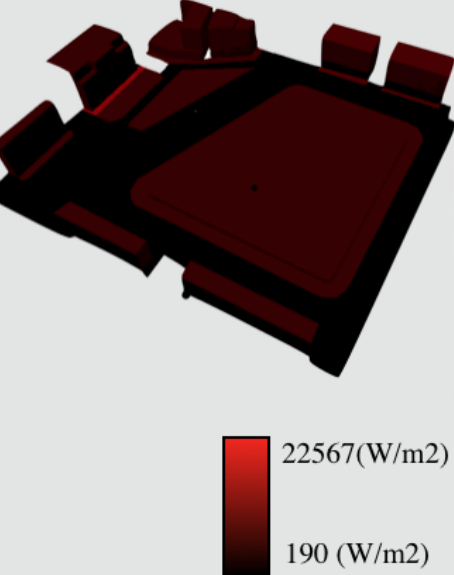
SIMULATION SOLENE		Date de simulation	Energie globale incidenteAR (W/m2)	Energie globale réfléchiAR (W/m2)	Albédo
PLACE DES RAIS	 <p>Energie globale incidente</p>	21 juin de 5h:00 a 21h:00	6199	1380	0,22
	 <p>Energie globale réfléchi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • les résultats obtenus montre que la place des Raïs détient un taux important d'énergie solaire incidente ceci est probablement lié à la valeur élevé du facteur de vue de ciel . • Ce taux est d'autant plus élevé au niveau des toitures ainsi qu'au coeur de la place ,on constate aussi que l'énergie solaire incidente est moins importante au niveau des parois verticales mais aussi sur les surfaces horizontales des bâtiments avec décrochement (1,2,3). • L'énergie solaire réfléchi est très faible au niveau de la place ce qui pourrait se justifié par l'usage de matériau dont les capacités de réflexion sont relativement faibles à savoir le gravier, ce taux est d'autant plus faible au niveau de la route ce qui pourrait s'expliquer par la présence de l'asphalte. • Les parois présentent de meilleurs taux de réflexion ceci peut se traduire par l'emploi de matériaux plus réfléchissants, exception faite pour les parois du bâtiment 3 ce qui peut s'expliquer par l'usage de la couleur beige comme revêtement. 			
		Analyse et interprétation des résultats			

Tableau 17: Calcul et interprétation des résultats des valeurs d'albédo obtenus pour la place du square Port Saïd.Source : Auteur, 2018

3.1.4 Simulation menée sur la place Square Port Saïd

Nom de la place	SIMULATION SOLENE	Date de simulation	Energie globale incidente (W/m ²)	Energie globale réfléchi (W/m ²)	Albédo
PLACE DU SQAURE PORT SAÏD	 <p>Energie globale réfléchi</p>	21 Juin	6278	1856	0,29
	 <p>Energie globale incidente</p>	<p>Les résultats de la simulation dévoilent des valeurs importantes d'énergie solaire incidente ,ceci peut être lié à l'ouverture de la géométrie et à l'important espacement présent entre les surfaces horizontales et verticales, ce qui permet une bonne réception des énergies solaires.</p> <p>Les valeurs de l'énergie solaire réfléchi au sein de la place sont relativement faibles, en effet, on constate que la place comporte une bonne portion d'espaces sombre, particulièrement sur les voies mécaniques, ce qui peut être causé par leurs revêtement en asphalte.Les parois des bâtiments réfléchissent une faible portions d'énergie solaire et atteignent la valeur la plus basse sur la parois du théâtre national d'Alger ,ce qui pourrait être lié à l'important usage du vitrage et dont les capacités de réflexion sont faibles.</p>			

Analyse et interprétation

Tableau 18: Calcul et interprétation des résultats des valeurs d'albédo obtenus pour la place Square Port Saïd Source : Auteur, 2018

3.1.5 Simulation menée sur la place de la Grande poste

SIMULATION SOLENE		Date de simulation	Energie globale incidenteAR (W/m2)	Energie globale réfléchiAR (W/m2)	Albédo
PLACE DE LA GRANDE POSTE	<p>Energie globale incidente</p>	21 juin de 5h:00 a 21h:00	6959	1731	0,24
	<p>Energie globale réfléchi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La simulation menée nous renseigne que le taux d'énergie solaire incidente est élevé au coeur de la place.Ce taux voit une baisse importante sur les parois des bâtiments, particulièrement au niveau du sol. • On constate que l'énergie solaire réfléchi est quasi-nul au niveau de la route, ce taux voit une légère hausse au niveau des parois des bâtiments entourant la place ce qui peut se justifier par l'emploi de matériaux présentant de bonnes capacités de réflexion, une légère baisse est notée au niveau de la parois du bâtiment 8 dont la cause pourrait être liée à l'usage de la peinture grise pour les persiennes des ouvertures et dont le taux d'occupation est élevé(60%). • En ce qui concerne la place, la partie 1 à un faible taux de réflexion ce qui peut se traduire par l'usage de matériau réfléchissant.Ce dernier atteint un taux maximal au niveau de la partie basse qui est entièrement revêtue en marbre blanc.La partie(2) quant à elle réfléchit une quantité moindre et atteint le taux le plus bas sur les extrémités supérieures de la place, ce qui pourrait être causée par les obstructions des parois des bâtiments environnants ainsi qu'à l'usage de matériaux peu réfléchissant 			
		Analyse et interprétation des résultats			

Tableau 19 : Calcul et interprétation des résultats des valeurs d'albédo obtenus pour la place de la Grande Poste. Source : Auteur, 2018

3.2 Étude de sensibilité sur l'impact des matériaux sur l'albédo des surfaces

Le faible taux d'énergie solaire réfléchi au niveau de la route ainsi que sur les parois de certains bâtiments nous a poussé à évaluer l'impact des matériaux utilisés et particulièrement de l'asphalte sur la modification de l'albédo des surfaces, en effet, ce dernier occupe un taux important de la surface du plancher des places.

Pour ce faire nous avons établi une première simulation qui consiste à prendre en considération l'asphalte présent au niveau de la place des Rais .La seconde simulation quant à elle a été effectuée en faisant abstraction de ce dernier et en la remplaçant par de la végétation. les résultats obtenus sont affichés sur le tableau ci-dessous :

Simulation effectuée avec de l'asphalte			Simulation effectuée avec de la végétation		
Energie solaire incidenteAR (W/m ²)	Energie solaire réfléchieAR (W/m ²)	Albédo	Energie solaire incidenteAR (W/m ²)	Energie solaire réfléchieAR (W/m ²)	Albédo
6199	1380	0,22	6304	2016	0,31

Graphe présentant les résultats des simulation pour la journée du 21 juin

Graphe présentant les résultats des simulation pour la journée du 21 juin

Tableau 20 : Étude de l'impact de la différence des matériaux sur l'albédo des surfaces. Source : Auteur, 2018.

Analyse des résultats

Nous constatons que le remplacement de l’asphalte par de la végétation a permis d’améliorer considérablement les valeurs d’albedo de la place. Les résultats mettent clairement en évidence l’impact des matériaux utilisés sur la modification des valeurs d’albedo obtenu. Ces résultats sont d’autant plus affirmés par les études menées par Doulos, Santamouris et Livada sur l’évolution des valeurs d’albedo en fonction des matériaux utilisés⁷⁶.

3.3 Étude de sensibilité sur l’impact des coefficients de réflexion des matériaux sur l’albedo des surfaces

Dans le but d’évaluer l’impact de l’hétérogénéité des matériaux utilisés au sein des places sur l’albedo des surfaces, nous avons proposé d’établir une simulation numérique sur la place de l’Emir en prenant en considération dans un premier lieu, les différents coefficients de réflexions liés à l’hétérogénéité des matériaux utilisés au sein de la place, puis, d’entamer dans un second lieu, le calcul de l’albedo en considérant que les surfaces sont recouvertes par des matériaux homogènes et dont le taux de réflexion est de 0,55. Les résultats obtenus ont été présenté dans le tableau ci-dessous

Simulation effectué en prenant en considération l’albedo des matériaux			Simulation effectué en négligeant l’albedo des matériaux		
Energie solaire incidenteAR (W/m2)	Energie solaire réfléchieAR (W/m2)	Albedo	Energie solaire incidenteAR (W/m2)	Energie solaire réfléchieAR (W/m2)	Albedo
5386	2157	0,4	5666	3116	0,54

Graphique présentant les résultats des simulation pour la journée du 21 juin

Graphique présentant les résultats des simulation pour la journée du 21 juin

Tableau 21 : Étude de l’impact de la différence des coefficients de réflexion des matériaux sur l’albedo des surfaces. Source : Auteur, 2018.

⁷⁶ Doulos L., Santamouris M. et Livada I., *op. cit.*

Analyse et interprétation des résultats

On constate que les valeurs d'albédo varient entre les deux simulations. En effet, la place comportant des matériaux hétérogènes affiche des valeurs nettement inférieures que celle présentant les mêmes coefficients de réflexion, entraînant ainsi une modification des valeurs d'albédo.

La variation des valeurs d'albédo est liée à la nature des matériaux utilisés. Les simulations menées montrent clairement que la variation du degré de réflexion lié à la diversité des matériaux utilisés engendre une modification du taux d'absorption et de réflexion de l'énergie solaire, ce qui par la suite affecte les valeurs d'albédo.

Synthèse

Les coefficients de réflexion des matériaux influents sur l'albédo des surfaces, un matériau présentant de bonnes capacités de réflexion améliorera considérablement les valeurs d'albédo au sein des places, à l'inverse, un matériau dont les capacités réfléchissantes sont faibles, réduira les valeurs de ce dernier au sein des places.

Ces études ont notamment été affirmées par Athamena au sein des espaces urbains et peuvent être appliquées pour les places publiques⁷⁷.

3.4 Étude de sensibilité sur l'impact de la couleur des matériaux sur l'albédo des surfaces

Afin de mesurer l'impact de la couleur sur l'albédo des places nous avons proposé d'effectuer une simulation sur la place de l'Émir où on a pris en considération l'ensemble des couleurs recouvrant les surfaces de la place. Puis, dans la seconde simulation, nous avons remplacé la couleur de l'ensemble des parois entourant la place par une peinture claire (blanche) les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous :

⁷⁷ Athamena Khaled, « Modélisation et simulation des microclimats urbains. étude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs »; Cas des éco-quartiers, École Centrale de Nantes, 2012.

Simulation effectuée en considérant les couleurs de la place			Simulation effectuée en changeant la couleur des parois		
Energie solaire incidenteAR (W/m ²)	Energie solaire réfléchieAR (W/m ²)	Albédo	Energie solaire incidenteAR (W/m ²)	Energie solaire réfléchieAR (W/m ²)	Albédo
5386	2157	0,4	5674	2546	0,44

Graphique présentant les résultats des simulations pour la journée du 21 juin

Graphique présentant les résultats des simulations pour la journée du 21 juin

Tableau 22 : Étude de l'impact de la différence des couleurs des matériaux sur l'albédo des surfaces. Source : Auteur, 2018

Analyse et interprétation des résultats

Nous constatons que les valeurs d'albédo de la place dont les parois ont été peintes en blanc ont reçu et réfléchi une importante quantité d'énergie solaire donnant ainsi de meilleures valeurs d'albédo contrairement aux parois comportant une peinture grise au niveau des ouvertures.

Les places revêtues de couleurs claires présentent de meilleures valeurs d'albédo que celles peintes avec des couleurs foncées, plus une couleur est foncée et plus ces capacités de réflexion sont faibles offrant ainsi de faibles valeurs d'albédo.

CONCLUSION

- Les coefficients de réflexion des matériaux influent sur l'albédo des surfaces.
- Les surfaces ombragées présentent de faibles capacités de réflexion contrairement aux surfaces bien éclairées.

- La couleur des matériaux joue un rôle important dans la modification de l'albédo des surfaces, une place comportant des couleurs claires présente de meilleures valeurs d'albédo qu'une place recouvertes par des matériaux de couleur foncé.
- L'asphalte présent au sein des places influe considérablement sur les valeurs d'albédo des surfaces.

4. Benchmark des résultats avec les valeurs d'albédo

Après avoir mené un ensemble d'études et de simulations sur les paramètres géométriques et physiques des places publiques sélectionnées nous avons pu entamer la seconde phase.

Cette dernière consiste à mettre en évidence l'existence d'une relation entre la géométrie des places et des matériaux utilisés sur l'albédo des surfaces et ce, à travers le croisement des résultats des deux descripteurs (géométriques et physiques) avec les valeurs d'albédo obtenus.

Ce croisement s'effectuera aux moyens de graphes qui seront traduit par la suite et qui nous permettront de définir clairement l'impact des différents paramètres sur la modification des valeurs d'albédos des places publiques étudiées. Les graphes obtenus seront présentés dans la section qui suit.

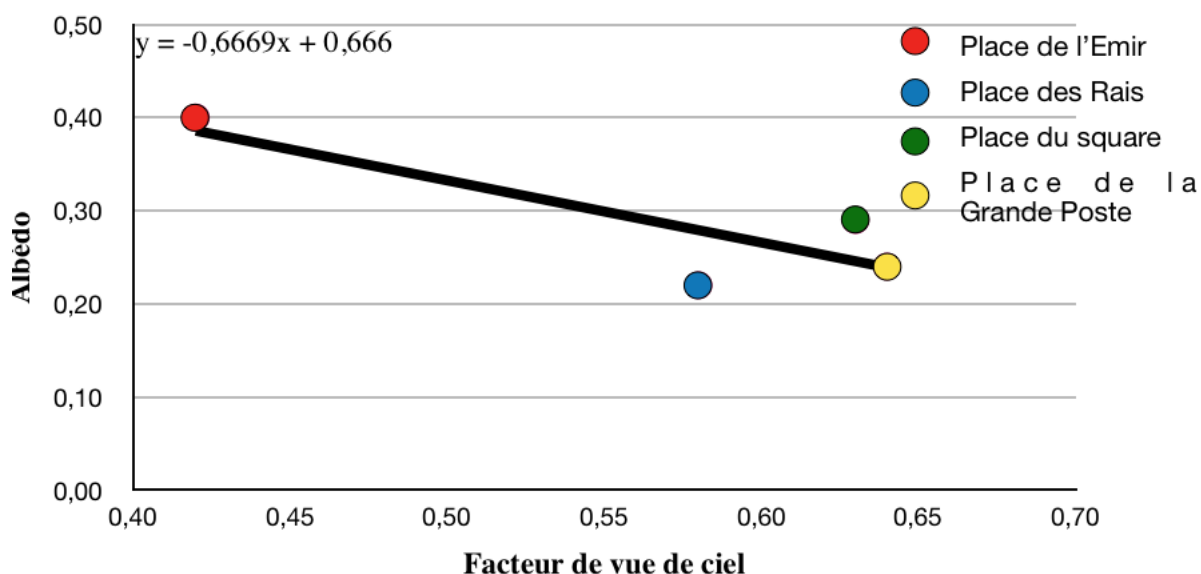


Figure 82: Graphe présentant l'impact du facteur de vue de ciel sur l'albédo. Source : Auteur ,2018

4.1 Analyse de l'impact du facteur de vue de ciel sur l'albédo des surfaces

Analyse et interprétation des résultats

On constate qu'il y a une relation linéaire entre les valeurs d'albédo et le facteur de vue de ciel, plus le facteur de vue de ciel est important et plus les valeurs d'albédo s'affaiblissent. Le facteur de vue de ciel a un impact direct sur l'albédo des surfaces, en effet, l'affaiblissement des valeurs d'albédo avec l'augmentation du pourcentage d'ouverture avec le ciel est lié à l'importante quantité d'énergie solaire incidente sur la place engendré par les faibles taux d'obstructions entre le sol et le ciel. Cela est lié à l'ouverture des places et aux faibles quantités d'énergie solaire réfléchi qui dépendent des capacités de réflexion des matériaux.

Synthèse

Le facteur de vue de ciel est un facteur géométrique déterminant pour l'évaluation des valeurs d'albédo, plus ce dernier est élevé et plus les valeurs d'albédo s'affaiblissent. Ce résultat va en cohérence avec les études menées par Athamena⁷⁸, et Bueno de Morais⁷⁹ sur les tissus urbains, et s'applique également sur les places publiques.

4.2 Analyse de l'impact de la densité des façades sur l'albédo des surfaces

Afin d'évaluer l'impact de la densité des façades sur l'albédo un croisement des données a été effectué, les résultats sont dévoilés dans le graphe ci-dessous

⁷⁸ Athamena Khaled, *op. cit.*

⁷⁹ Morais, Marcos Vinícius Bueno de, Marciotto Edson R., Urbina Guerrero Viviana V. et De Freitas Edmilson D., « Effective albedo estimates for the Metropolitan Area of São Paulo using empirical sky-view factors », *Urban Climate*, n° 21, 2017, p. 183–194.

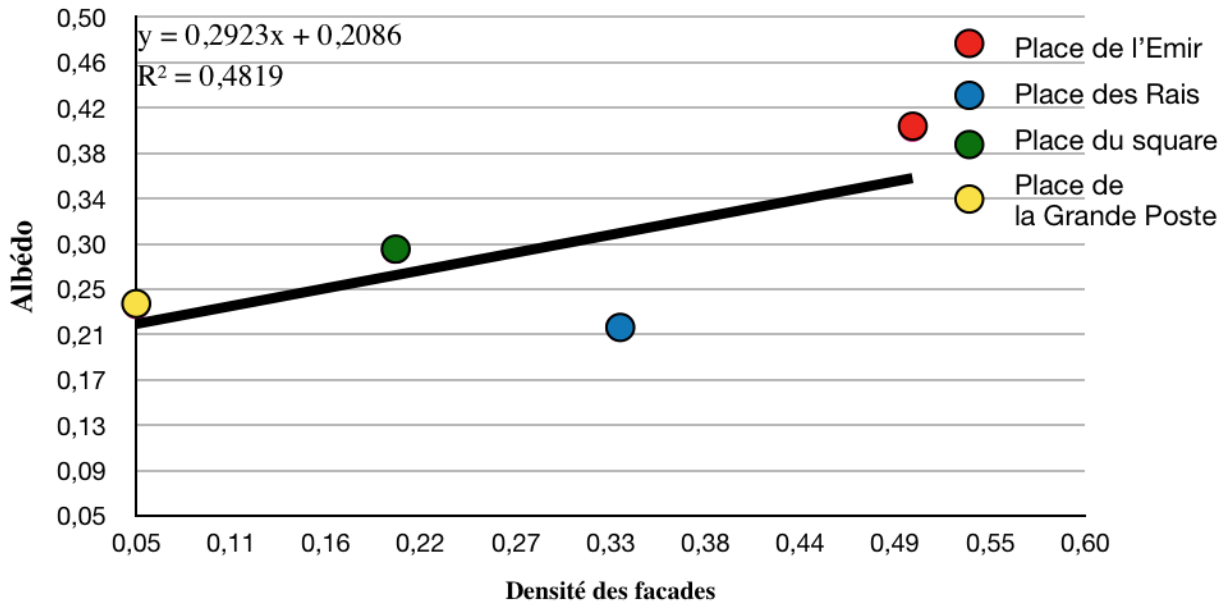


Figure 83 :Graphe présentant l'impact du facteur de vue de ciel sur l'albédo .

Source : Auteur, 2018

Analyse et interprétation des résultats

Le calcul nous dévoile l'existence d'une relation linéaire entre la densité des façades et les valeurs d'albédo. En effet, plus la densité est importante, plus les valeurs d'albédo le sont aussi, exception faite pour la place des Rais.

Les résultats obtenus varient en fonction de la surface du plancher mais aussi selon le nombre et la hauteur des parois des bâtiments entourant les différentes places .Pour la place de la grande poste, la densité des façades est relativement faible cela est dû à l'ouverture de la place sur les deux extrémités mais aussi à l'important écart entre les deux parois des bâtiments allant le long de la place. Dans ce cas-là, les rayonnements solaire atteignent la plupart des surfaces de la place ce qui engendrent d'importants taux d'énergie solaire incidente vis à vis de l'énergie solaire réfléchi causant ainsi la diminution des valeurs d'albédos.

Ce taux est d'autant plus perceptible sur la place de l'Émir, en effet la fermeture de la place sur les quatre parois, la forme carrée compacte et l'imposante hauteur des parois environnantes contribuent à réduire considérablement les échanges des énergies solaires sur la place, ce qui est à l'origine de l'augmentation des valeurs d'albédos.

Concernant la place des Rais la densité des façades est relativement élevé contrairement aux échantillons sélectionnées, néanmoins, malgré un faible espacement et une imposante hauteur de

bâtiments les valeurs d'albédo sont relativement faibles, ceci est lié aux matériaux utilisés au sein de la place et dont les capacités de réflexion sont relativement basses.

Synthèse

La densité des façades des places publiques influe considérablement sur les valeurs d'albédo, l'augmentation de cette dernière engendre l'amélioration des valeurs d'albédo et inversement. Ces résultats vont à l'encontre des études menées par D. Groleau et Patrice G. Mestayer et ne peuvent s'appliquer pour les places publiques⁸⁰.

4.3 Analyse de l'impact du pourcentage d'orientation des places sur l'évolution journalière des valeurs d'albédo

Afin d'évaluer l'impact de l'orientation des places sur l'albédo des surfaces nous avons établi le calcul de l'évolution journalière des valeurs d'albédo selon le pourcentage d'orientation des parois des bâtiments entourant chaque place, les résultats ont été développés dans le graphe ci-dessous

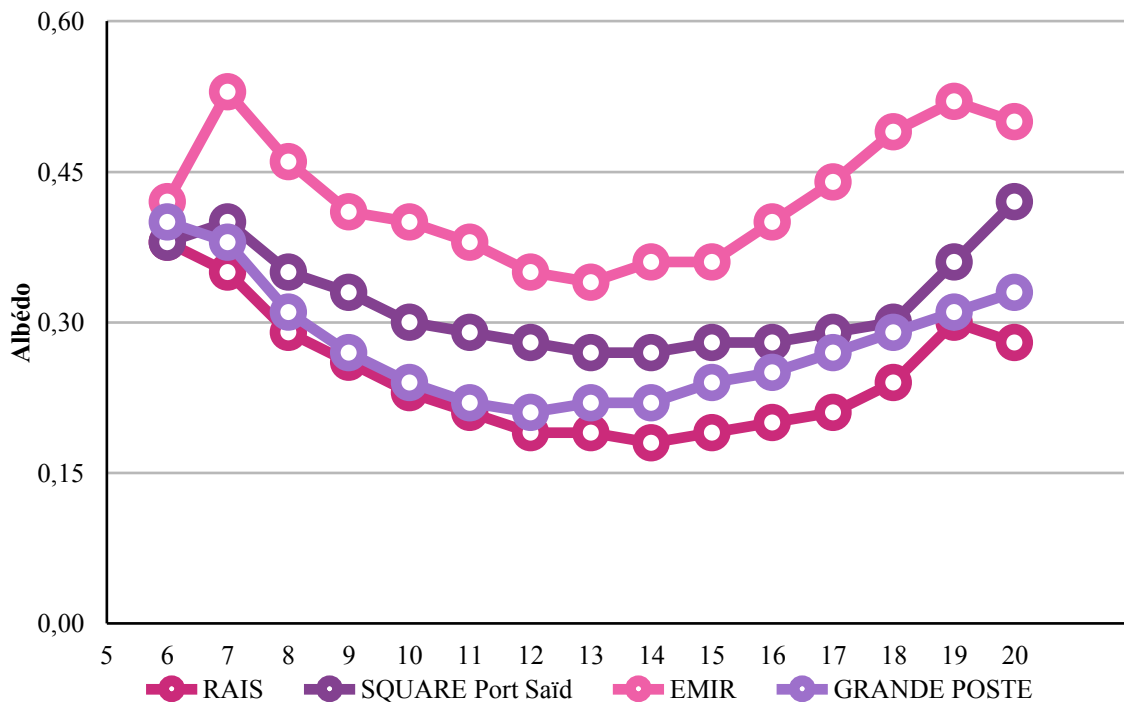


Figure 84: Graphe présentant l'impact de l'orientation sur l'albédo des surfaces.

Source : Auteur, 2018

⁸⁰ Groleau Dominique et Mestayer Patrice G., *op. cit.*

Analyse et interprétation des résultats

Nous constatons que les valeurs d'albédo varient en fonction des horaires cela se traduit par la différence des pourcentages d'orientation des parois pour chaque place.

Place de l'Émir

La place de l'Émir affiche des valeurs d'albédo relativement basse à 6h ce taux affiche un important pic entre 6h et 8h du matin, à cette heure-ci le soleil sollicite les parois sud-ouest, dont le pourcentage d'occupation est nul d'où l'augmentation des valeurs d'albédo. Nous constatons également que les valeurs d'albédo sont relativement basses de 7h à 11h durant cette heure-ci, la course du soleil sollicite les parois orientées vers l'ouest dont le pourcentage est relativement important sur la place. À partir de 13h les valeurs d'albédo commencent à augmenter jusqu'à atteindre un pic à 19 h et ce suite aux faibles pourcentages de parois orienté vers le sud.

Place du square

Le même constat est fait pour les parois orienté vers l'est et l'ouest pour la place du square avec des valeurs d'albédo moins importante étant donné les faibles pourcentages d'occupation contrairement à la place de l'Émir. Ces valeurs sont relativement basse et constante de 13h à 18h et ce suite à l'important pourcentage d'occupation des parois vers l'est. À partir de cette ci, l'albédo commence à s'accroître pour reprendre sa valeur initial vers 20h.

La place des rais

La place des rais connaît un pic entre 7h et 8h ce taux est liée à l'absence de parois orientée vers l'ouest, à partir de cette heure, le taux décroît d'une manière constante jusqu'à atteindre les valeurs les plus basses à 14h. On note une légère hausse à 13h suite à l'absence de parois orienté vers le nord-est. À partir de cette heure nous constatons une augmentation progressive des valeurs d'albédo liée aux faibles énergies incidentes et réfléchi vers les parois nord-ouest et sud-ouest étant donnée leurs faible pourcentage d'occupation jusqu'à atteindre le pic à 19h.

La place de la Grande Poste

La place de la grande poste subit un affaiblissement constant des valeurs d'albédo entre 6h et 12h .A cette heure les rayons solaires sollicitent les parois ouest dont le pourcentage est relativement

important d'où la diminution des valeurs d'albédo. Ces valeurs connaissent soudainement un pic à 13h du à l'absence de parois orienté vers le nord, puis connaissent une constance évolution suite aux faible taux de parois orienté vers l'est.

Synthèse

L'orientation des places publiques à un impact direct sur la modification des valeurs d'albédo des places, les parois orienté sud reçoivent le taux le plus important d'énergie durant la journée réduisant ainsi les valeurs d'albédo, les parois orientée nord sont celles qui reçoivent le plus faible taux d'énergie solaire, ce qui améliore les valeurs d'albédo des surfaces des places.

Ces études vont en corrélation avec celles menées par Aida⁸¹ sur les espaces urbains, il en va de même pour les places publiques.

4.4. Analyse de l'impact du coefficient de réflexion des matériaux sur l'albédo des surfaces

Afin d'évaluer l'impact des coefficients de réflexion des matériaux sur la modification des valeurs d'albédo, nous avons établi le calcul des moyenne pondérées de ces coefficients sur chacune des places. Le calcul de ces derniers s'est effectué sous le logiciel Solène à travers le descripteur de réflexion des matériaux présent sous le nom de (valeur caractéristique des matériaux). Les résultats obtenus ont été interprétés à travers la commande externe (Analyse_cir_val) qui nous permis de déterminer les moyennes pondérées des coefficients de réflexion des différentes places. Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus :

PLACES	Coefficients de reflexion	ALBEDO SIMULATION
Place du square Port Said	0,29	0,39
Place de l'Emir Abdelkader	0,4	0,47
Place des Raïs	0,22	0,29
Place de la Grande Poste	0,24	0,32

Tableau 23 : calcul des coefficients de réflexion des places. Source : Auteur, 2018

⁸¹ Aida Masaru et Gotoh Kiyoshi, *op. cit.*

Le graphe ci-dessous présente les résultats du croisement des valeurs moyennes de réflexion des places avec l'albédo des surfaces :

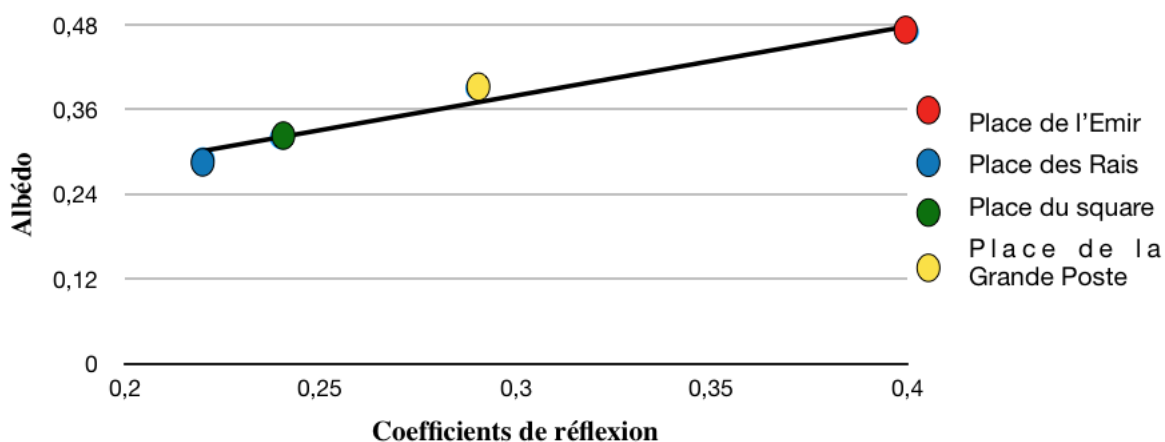


Figure 85 :Graphe présentant l'impact des coefficients de réflexion des places sur l'albédo
Source : Auteur, 2018

Analyse et interprétation des résultats

Nous pouvons constater à partir du graphe qu'il y a une relation linéaire entre les coefficients de réflexion des places sélectionnées et les valeurs d'albédo, en effet, l'albédo des surfaces augmente fortement avec l'évolution des valeurs des coefficients de réflexion, qui dépendent de la nature des matériaux utilisés.

Conclusion

Les études menées nous ont permis de déterminer l'existence d'une relation direct entre la géométrie des places et l'albédo des surfaces :

- Le facteur de vue de ciel est un facteur géométrique déterminant pour l'évaluation des valeurs d'albédo, plus ce dernier est élevé, plus les valeurs d'albédo s'affaiblissent. Ce résultat va en cohérence avec les études menées par M. Bueno de Morais, et s'applique sur les places publiques⁸².

⁸² Morais, Marcos Vinícius Bueno de, Marciotto Edson R., Urbina Guerrero Viviana V. et De Freitas Edmilson D., *op. cit.*

- L'ouverture ou la fermeture d'une place, déterminée à partir de son facteur de vue de ciel à un impact direct sur les valeurs d'albédo. Plus une place est ouverte, plus ses valeurs d'albédo s'affaiblissent.
- La géométrie des places dépend du nombre de parois présent sur une surface donnée, de leurs gabarits, de l'ouverture de la place sur les différents côtés, ainsi qu'à l'espacement présent entre les différentes parois.
- La densité des façades des places publiques influe considérablement sur les valeurs d'albédo, une importante densité de façades entraîne une amélioration des valeurs d'albédo des places.
- L'orientation des places apporte des modifications considérables sur les valeurs d'albédo, une place dont les parois sont orientées vers le sud affaiblira considérablement les taux d'albédo.
- L'albédo des surfaces des places publiques est considérablement conditionné par les coefficients de réflexion des matériaux utilisés.

RECOMMANDATIONS SPÉCIFIQUES

PLACE DE L'ÉMIR

Le plancher

En ce qui concerne la place de l'Émir les valeurs d'albédo sont relativement élevées néanmoins ce taux pourrait être amélioré considérablement et ce en appliquant une coloration sur la chaussée avec un pigment de teinte pâle (gris clair) dont les capacités réfléchissantes sont importantes (supérieur de 32% par rapport à l'asphalte présent sur la route) ce qui va augmenter les valeurs et atténuer ainsi considérablement les phénomènes d'îlot de chaleur urbain.

Le plancher de l'Émir comporte un revêtement fait principalement avec du marbre blanc dont les capacités réfléchissantes sont relativement élevées, de ce fait nous n'apporterons aucune modification sur ce dernier et recommandant une opération de nettoyage à travers la désincrustation avec du savon ou de la javel⁸³ pour récupérer l'ensemble des capacités de réflexion des matériaux de surface.

⁸³ Voir : Chapitre I, p.19.

Les parois

Les pourcentages d'occupation des parois est important sur la partie sud et sud-est ce qui est relativement défavorable étant donné l'importante quantité d'énergie solaire reçu sur ces parois tout au long de la journée. De ce fait, nous proposons de mettre en place des dispositifs agissant comme barrière physiques, tel que l'installation de brise-soleils verticaux.

2. PLACE DU SQUARE PORT SAÏD

Le plancher

La place du square présente de faibles valeur d'albédo .Ces résultats sont principalement causés par l'asphalte présent au niveau de la chaussée, le remplacement de cette dernière par de l'asphalte composé de gravier blanc ainsi que du Végécol⁸⁴ ainsi que l'application d'une couleur de teinte claire sur la chaussée et dont l'impact sur les températures des surfaces est considérable⁸⁵

Les parois

Nous pouvons améliorer les valeurs d'albédo des parois de la place du square Port Saïd et ce en remplaçant la peinture des persiennes des ouvertures avec des peintures bleu et gris "cool" ce choix s'est fait afin de respecter l'aspect identitaire de la ville d'Alger (Alger la blanche) tout en réduisant les valeurs d'albédo des places.

3. PLACE DES RAIS

Le plancher

Les valeurs d'albédo sont relativement faible sur la place des Rais ,ceci est liée aux faibles valeurs d'albédo issu de l'asphalte et du gravier recouvrant le plancher. Pour ce faire, nous proposons dans un premier lieu de remplacer le gravier présent au coeur de la place par du marbre blanc suite aux valeurs élevée d'albédo qu'il présente, mais aussi pour mettre en valeur l'aspect historique de la place, à travers l'usage de matériaux nobles. Concernant l'asphalte entourant la place, nous proposons de le remplacer par un enrobé d'asphalte de teinte pale (valeur d'albédo 0,25).

⁸⁴ Un liant d'origine végétale sans dérivé pétrochimique, remplaçant le bitume et permettant d'ajouter du gravier blanc.

⁸⁵ Voir Chapitre I , p.13-15 .

Les parois

Les parois des bâtiments entourant la place ont des pourcentages importants de peinture grise dont les valeurs d'albédo sont relativement faibles. Afin de remédier à cela nous proposons de faire usage de peintures cool de même couleur que celle des peintures actuelles, afin d'améliorer les taux d'albédo tout en préservant l'identité de la place, de par le respect du choix des couleurs présents.

4. LA PLACE DE LA GRANDE POSTE

La place de la Grande poste est probablement la place qui attire le plus de flux piétons et mécaniques, une amélioration des valeurs d'albédo est capitale si l'on voudrait atténuer la formation de l'îlot de chaleur urbain.

a .Le plancher

Nous recommandons l'usage d'une chaussée faite en enrobé d'asphalte coloré (Figure 49) de teinte pâle (valeur d'albédo 0,25 soit un albédo supérieur de 32% à l'asphalte présent sur la place). Nous proposons également le remplacement du carrelage de la place par du marbre blanc (albédo 0,66), ce dernier comporte un excellent albédo et mettra en valeur la place de par sa noblesse.



Figure 86: Enrobé d'asphalte coloré. Source : Simon Dumais, 2014

Nous recommandons également un nettoyage de l'ensemble des surfaces du plancher à travers la ddésincrustation à la javel assurant ainsi une récupération de la quasi-totalité des capacités réfléchive (de 94% à 100%).

b. Les parois

Les parois de la place comporte d'excellent taux de réflexion étant donnée l'application d'une toute nouvelle couche de peinture blanche assurant un taux de réflexion maximal . Néanmoins l'ensemble des persiennes occupant ces derniers sont faites avec du bois revêtu d'une couleur de teinte foncé de ce fait on propose de préserver la même couleur des ouvertures et de les remplacer par une peinture cool permettant une amélioration des valeurs d'albédo.

RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Les recommandations générales peuvent s'effectuer pour les places existantes et futures et ce selon les paramètres étudiés précédemment.

Afin d'optimiser les valeurs d'albédo des places nous recommandant dans un premier lieu la création de place dont le degré d'ouvertures avec le ciel est relativement bas et ce, à travers l'usage de parois dont le gabarit est relativement importants vis à vis de la surface des places. Mais aussi à travers l'utilisation de la végétation et d'arbres permettant de limiter l'incidence de l'énergie solaire sur le plancher et les parois des places. Nous recommandons également l'usage de pergola ainsi qu'un mobilier urbain permettant de couvrir ces espaces tout en offrant le confort nécessaire aux usagers.

Dans un second lieu, nous déconseillons fortement une orientation vers le côté sud et de favoriser une orientation des parois des places vers le côté nord, le cas échéant nous recommandant l'usage de matériaux à forte capacité réfléchissantes ainsi que des dispositifs passif tel que les murs végétalisés ou des brise-soleils verticaux pour les façades sud.

Nous recommandons également d'avoir une densité de façades importante vis à vis de la surface de la place.

Concernant le choix des matériaux nous recommandant l'usage de ceux qui présente d'important coefficients de réflexion de par leurs faibles rugosité, leur couleur clair et recommandant de nettoyer régulièrement ces derniers afin de préserver leurs capacités à réfléchir les rayons solaires incident.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

La présente recherche nous a permis d'affirmer l'ensemble de nos hypothèses concernant l'existence d'une relation entre la géométrie des places et des matériaux qui les composent sur la modification des valeurs d'albédo et ce afin de réduire les phénomènes liés à la formation de l'îlot de chaleur urbain. Ce qui permettra d'améliorer la qualité de vie au sein des espaces publics extérieurs à savoir, les places publiques.

Pour ce faire, nous avons divisé le travail en 3 parties distinctes que nous décrivons comme suit :

La première partie représente une synthèse bibliographique de l'ensemble des connaissances et des recherches effectuées qui nous a permis de déterminer les facteurs géométriques les plus influents sur l'albédo à savoir : le facteur de vue de ciel, la densité des façades tout en y intégrant un facteur spatial, l'orientation.

Puis de déterminer dans un second lieu, les facteurs liés aux matériaux de construction à savoir : les coefficients de réflexion, la couleur, le type de matériau.

La seconde partie est une lecture historique sur l'évolution des places afin de déterminer les différentes fonctions et rôles qu'elles ont tenues au fil des siècles mais aussi de définir l'ensemble des composantes qui conditionnent la forme et le caractère des places publiques à savoir : le plancher, le plafond ainsi que les parois .

La troisième partie est relative au choix et à la présentation des places sélectionnées, pour ce faire et afin d'évaluer la pertinence et la crédibilité de notre recherche nous avons sélectionnées 4 places distinctes de par leurs formes géométriques et matériaux qui les composent, sur lesquels nous avons effectué un travail de modélisation à travers des relevés puis une analyse détaillée sur l'ensemble de leurs caractéristiques géométriques et physique.

La quatrième partie concerne la phase des simulations, pour ce faire nous les avons élaboré avec le logiciel Solène, et ceux, afin de mesurer dans un premier lieu les facteurs géométriques de chaque place. Les résultats des calculs ont prouvé que :

- Les places sélectionnées présentent des valeurs distinctes de facteur de vue de ciel, de densité des façades, et de pourcentage de surfaces par orientation. Ces résultats nous serviront pour analyser leurs impacts sur les valeurs d'albédo.

-
- La densité des façades est un facteur influant sur les pourcentages du facteur de vue de ciel, plus la densité des façades est importante (surface des façades supérieur à celle du plancher), plus le facteur de vue de ciel diminue au sein des places.

Dans un second lieu nous avons appliqués des simulations afin de mesurer l'albédo de chaque place et ce à travers le calcul de l'énergie solaire global incidente et réfléchi après réflexion. Les résultats ont démontré que :

- L'asphalte présent au sein de la chaussée réduit considérablement l'albédo des places.
- Le pourcentage d'occupation des parois des places par orientation a un impact direct sur le taux d'énergie solaire incidente et par la suite sur l'albédo des surfaces.

Après avoir entamé ces simulations nous avons procédé à une étape de croisement entre les valeurs d'albédo obtenues et les facteurs géométriques et physiques, les résultats ont dévoilé :

- L'existence d'une relation entre le facteur de vue de ciel et l'albédo des surfaces, en effet les valeurs d'albédo augmentent avec la diminution du pourcentage du facteur de vue ciel.
- Les surfaces ombragées présentent des valeurs d'albédo supérieures aux surfaces soumises aux rayons solaires.
- Les capacités de réflexion des surfaces exposées aux rayons solaires sont supérieures à celles qui sont ombragées.
- La densité des façades des places publiques influent considérablement sur les valeurs d'albédo, l'augmentation de cette dernière engendrent l'amélioration des valeurs d'albédo et inversement.
- Les matériaux dont les coefficients de réflexion sont faibles réduisent considérablement les valeurs d'albédo des places.

Perspectives

L'étude menée pourrait servir de référence aux concepteurs et réalisateurs afin d'établir des projets respectant la qualité environnementale tout en assurant un meilleur confort thermique, à travers l'atténuation de l'îlot de chaleur urbain extérieur, et ce, de par le choix judicieux de matériaux et des formes géométrique dans la conception des places publiques.

L'étude pourrait être enrichi à travers l'intégration de la végétation, de la topographie du site ainsi que l'ensemble des facteurs climatique afin d'obtenir des résultats plus précis.

Par ailleurs, l'ensemble de cette recherche pourrait servir à la création d'un indicateur permettant de déterminer les paramètres les plus influents sur les valeurs d'albédos au sein des places publiques.

Limites et critiques de la recherche

Les simulations menées précédemment ont nécessité l'élaboration de plusieurs approximations suite aux limites imposées par le logiciel informatique utilisés, ce qui nous a conduit à établir des simplifications suivantes :

- Les simulations effectuées ont été élaboré en considérant que la topographie du site est nulle, or les effets de ce facteur naturel ont un impact considérable sur l'incidence des rayons solaires au cœur des surfaces des places.
- Dans cette recherche nous nous sommes principalement intéressés à l'étude de l'impact de l'albédo en prenant en considération les facteurs liés aux matériaux et à la géométrie (facteur de vue de ciel, densité, orientation). Or, plusieurs facteurs influent sur les valeurs de ce dernier à savoir : la vitesse du vent, la présence de l'eau et qui n'ont pas été pris en considération dans cette étude.
- Certaines simplifications effectuées sur les volumes et les parois du cadre bâti entourant les places publiques pourraient affecter les résultats des calculs établis.
- Les simulations ont été effectuées en négligeant l'ensemble des arbres présent au sein des places or l'aménagement de ces derniers a un impact considérable sur la modification des valeurs d'albédo.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie :**I. Articles de journaux & revues :**

1. Aida, M. (1982), "Urban albedo as a function of the urban structure -- A model experiment", *Boundary-Layer Meteorology*, Vol. 23 No. 4, pp. 405–413.
2. Aida, M. and Gotoh, K. (1982), "Urban albedo as a function of the urban structure ? A two-dimensional numerical simulation", *Boundary-Layer Meteorology*, Vol. 23 No. 4, pp. 415–424.
3. Akbari, H., Dickerhoff, D. and Pollak, J. (2007), "The effect of a cool-coating on the thermal effectiveness of exposed exterior ducts", *Energy and Buildings*, Vol. 39 No. 6, pp. 681–692.
4. Akbari, H. and Konopacki, S. (2005), "Calculating energy-saving potentials of heat-island reduction strategies", *Energy Policy*, Vol. 33 No. 6, pp. 721–756.
5. Akbari, H., Levinson, R. and Stern, S. (2008), "Procedure for measuring the solar reflectance of flat or curved roofing assemblies", *Solar Energy*, Vol. 82 No. 7, pp. 648–655.
6. Berdahl, P., Akbari, H., Jacobs, J. and Klink, F. (2008), "Surface roughness effects on the solar reflectance of cool asphalt shingles", *Solar Energy Materials and Solar Cells*, Vol. 92 No. 4, pp. 482–489.
7. Berdahl, P., Akbari, H., Levinson, R. and Miller, W.A. (2008), "Weathering of Roofing Materials-An Overview".
8. Berdahl, P. and Bretz, S.E. (1997), "Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials", *Energy and Buildings*, Vol. 25 No. 2, pp. 149–158.
9. Bernabé, A., Musy, M., Andrieu, H. and Calmet, I. (2015), "Radiative properties of the urban fabric derived from surface form analysis. A simplified solar balance model", *Solar Energy*, Vol. 122, pp. 156–168.
10. Doulos, L., Santamouris, M. and Livada, I. (2004), "Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials", *Solar Energy*, Vol. 77 No. 2, pp. 231–249.
11. Elsom, D.M. (1979), "Book reviews: Oke, T. R. 1978: Boundary layer climates. London: Methuen. xxi+372 pp. £5.75 paper", *Progress in Physical Geography*, 3, Issue 4 No. 4, pp. 607–609.
12. Groleau, D. and Mestayer, P.G. (2013), "Urban Morphology Influence on Urban Albedo. A Revisit with the Solene Model", *Boundary-Layer Meteorology*, Vol. 147 No. 2, pp. 301–327.
13. Kimuku, C.W. and Ngigi, M. (2017), "Study of Urban Heat Island Trends to Aid in Urban Planning in Nakuru County-Kenya", *Journal of Geographic Information System*, Vol. 09 No. 03, pp. 309–325.
14. Kondo, A., Ueno, M., Kaga, A. and Yamaguchi, K. (2001), "The Influence Of Urban Canopy Configuration On Urban Albedo", *Boundary-Layer Meteorology*, Vol. 100 No. 2, pp. 225–242.
15. Krier, R. (1990), "Typological elements of the concept of urban space", *New Classicism*, pp. 213–219.
16. Levinson, R., Asefaw Berhe, A., Berdahl, P. and Akbari, H. (2005), "Effects of soiling and cleaning on the reflectance and solar heat gain of a light-colored roofing membrane", *Atmospheric Environment*, Vol. 39 No. 40, pp. 7807–7824.

17. López, Cristina S. Polo, Sala, M., Tagliabue, L.C., Frontini, F. and Bouziri, S. (2016), “Solar Radiation and Daylighting Assessment Using the Sky-view Factor (SVF) Analysis as Method to Evaluate Urban Planning Densification Policies Impacts”, *Energy Procedia*, Vol. 91, pp. 989–996.
18. Mebirouk, H., Zeghiche, A. and Boukhemis, K. (2005), “Appropriations de l’espace public dans les ensembles de logements collectifs, forme d’adaptabilité ou contournement de normes ?”, *Norois*, No. 195, pp. 59–77.
19. Morais, Marcos Vinícius Bueno de, Marciotto, E.R., Urbina Guerrero, V.V. and De Freitas, E.D. (2017), “Effective albedo estimates for the Metropolitan Area of São Paulo using empirical sky-view factors”, *Urban Climate*, Vol. 21, pp. 183–194.
20. Nakamura, Y. and Oke, T.R. (1988), “Wind, temperature and stability conditions in an east-west oriented urban canyon”, *Atmospheric Environment (1967)*, Vol. 22 No. 12, pp. 2691–2700.
21. Ratti, C., Raydan, D. and Steemers, K. (2003), “Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate”, *Energy and Buildings*, Vol. 35 No. 1, pp. 49–59.
22. Rosenfeld, A.H., Akbari, H., Bretz, S., Fishman, B.L., Kurn, D.M., Sailor, D. and Taha, H. (1995), “Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates”, *Energy and Buildings*, Vol. 22 No. 3, pp. 255–265.
23. Santamouris, M., Papanikolaou, N., Livada, I., Koronakis, I., Georgakis, C., Argiriou, A. and Assimakopoulos, D. (2001), “On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings”, *Solar Energy*, Vol. 70 No. 3, pp. 201–216.
24. Santillán-Soto, N., García-Cueto, R., Haro-Rincón, Z., Ojeda-Benítez, S., Quintero-Núñez, M. and Velázquez-Limón, N. (2015), “Radiation Balance of Urban Materials and Their Thermal Impact in Semi-Desert Region. Mexicali, México Study Case”, *Atmosphere*, Vol. 6 No. 12, pp. 1578–1589.
25. Serfaty-Garzon, P. and Kauffman, C. (1974), “Fonctions et pratique des espaces urbains, psychosociologie des places publiques”, Vol. 9, pp. 1–18.
26. Synnefa, A., Santamouris, M. and Livada, I. (2006), “A study of the thermal performance of reflective coatings for the urban environment”, *Solar Energy*, Vol. 80 No. 8, pp. 968–981.
27. Tsangrassoulis, A. and Santamouris, M. (2003), “Numerical estimation of street canyon albedo consisting of vertical coated glazed facades”, *Energy and Buildings*, Vol. 35 No. 5, pp. 527–531.
28. Voogt, J. (2002), “Urban Heat Island”, *Encyclopedia of global environmental change*, Vol. 3 No. John Wiley & sons, pp. 660–666.
29. Yuan, J., Emura, K. and Farnham, C. (2017), “Is urban albedo or urban green covering more effective for urban microclimate improvement? A simulation for Osaka”, *Sustainable Cities and Society*, Vol. 32, pp. 78–86.
30. Zucker, P. (1959), “Town and Square: From the Agora to the Village Green.”, *The annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, Vol. 329 No. 1, pp. xxiii, 287.

II. Ouvrages

1. Benevolo, L. (1994), *Histoire de la ville*, Parenthèses, Marseille.
2. Bertrand, M.-J. and Listowski, H. (1984), *Les places dans la ville: Lectures d'un espace public, Les pratiques de l'espace*, Dunod, Paris.

3. Duplay, C. and Duplay, M. (1985), *Méthode illustrée de création architecturale*, 2e ed. refondue, Moniteur, Paris.
4. Gauthiez, B. (2003), *Espace urbain: Vocabulaire et morphologie, Principes d'analyse scientifique*, Monum, Éditions du patrimoine, Paris.
5. l'Académie française (1694), *Dictionnaire de l'Académie française*, Première édition, Hachette, Paris.
6. Lavedan, P. (1936), *Géographie des villes.*, [Géographie humaine].
7. Lavedan, P., Henrat, P. and Hugueney, J. (1982), *L'urbanisme à l'époque moderne: XVIe-XVIIIe siècles*, Bibliothèque de la Société française d'archéologie, vol.13, Droz, Genève.
8. Le Robert (1993), *Le nouveau petit Robert: Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*, Nouv. ed. du petit Robert de Paul Robert, Dictionnaires le Robert, Paris.
9. Lynch, K. and Vénard, M.F. (2001), *L'image de la cité*, Dunod, Paris.
10. Merlin, P. and Choay, F., *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Presses Universitaires de France, Paris.
11. Oke, T.R. (2002), *Boundary Layer Climates*, Taylor & Francis.
12. Palladio, A. and Fréart, R. (1650), *Les quatre livres de l'architecture d'Andréa Palladio*, De l'imprimerie d'Edme Martin ..., Paris.
13. (1987), *Petit Larousse illustré: 1988*, Larousse, Paris.
14. Pinon, P. and Rose, C. (1999), *Places & parvis de France*, Imprimerie Nationale, Paris.
15. Pinon, P. (2007), "L'évolution des espaces publics une histoire d'identité, de formation et d'unité", paper presented at • 3e rencontres nationales des secteurs protégés, 27/09/2007.
16. Rey, A. and Robert, P. (2001), *Le Grand Robert de la langue française: Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française de Paul Robert*, 2nd ed, Dictionnaires le Robert, Paris.
17. Richelet, P. (1680), *Dictionnaire François. Contenant ... plusieurs nouvelles remarques sur la langue Française: Ses expressions propres, figurées et burlesques, la prononciation des mots ... difficiles, le genre des noms; le regime des verbes: avec les termes les plus connus des arts et des sciences.*
18. Sitte, C. and Camille, M. (1890-1910), *L'art de bâtir les villes: Notes et réflexions d'un architecte*, traduites et complétées par Camille Martin., Ed. Atar (Genève); H. Laurens (Paris).
19. Unwin, R., Sellier, H. and Frey, J.-P. (impr. 2012), *L'étude pratique des plans de villes: Introduction à l'art de dessiner les plans d'aménagement et d'extension*, Collection eupalinos. Série architecture et urbanisme, Ed. Parenthèses, Marseille.
20. Vaillant, J.R. (1978), *Utilisations et promesses de l'énergie solaire*, Collection du B.C.E.O.M, 10 éd, Eyrolles, Paris.
21. Voisin, B. (2001), "Espaces publics, espaces de ville, espaces de vie", in Toussaint, J.-Y. and Zimmermann, M. (Eds.), *User, observer, programmer et fabriquer l'espace public*, Collection des sciences appliquées de l'INSA de Lyon, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.

III. Mémoires de master, de magister & thèses de doctorat

1. Amireche, T. (2012), "Approche des espaces publics urbains. Cas de la ville nouvelle Ali Mendjli", Mémoire de magistère, Département d'Urbanisme et d'Architecture, Université Ali Mentouri Constantine III, Constantine, 2012.

2. Athamena, K. (2012), "Modélisation et simulation des microclimats urbains. étude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs", Cas des éco-quartiers, École Centrale de Nantes, Nantes, 10/2012.
3. Athamena, K. (2008), "Indicateurs pour l'analyse de la contribution d'un projet urbain à l'îlot de chaleur. Option Ambiances et formes urbaines", Mémoire de master, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, Nantes, 2008.
4. Benali, N. (2016), "Contribution au monitoring des impacts des centres commerciaux sur l'écosystème urbain Algé-rois", Thèse de doctorat,, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme d'Alger, Alger, 2016.
5. Benguella, S.W. (2012), "Le processus d'appropriation des places Émir Abdelkader et Mohamed Khemisti de la ville de Tlemcen", Mémoire de magistère, Université Abou Bakr Belkaïd, Tlemcen, 2012.
6. Bisam, A.-H. (2017), "Contribution à l'étude de l'impact des Matériaux de Construction sur l'îlot de Chaleur Urbain et la Demande Énergétique des Bâtiments", Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, Nantes, 09/2017.
7. Boucheriba, F. (2016), "Impact de la géométrie des canyons urbains sur le confort thermiques extérieur", Memoire de magister, Option Bioclimatique, Université Ali Mentouri Constantine III, Constantine, 2016.
8. Bouyer, J. (2009), "odélisation et simulation des microclimats urbains. Étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments", Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, Nantes, 09/2009.
9. Doya, M. (2010), "Analyse de l'impact des propriétés radiatives de façades pour la performance énergétique de bâtiments d'un environnement urbain dense", Université de La Rochelle, 2010.
10. Dumais, S. (2014), "Évaluation des revêtements routiers à albédo élevé", mémoire de master, Université Laval, Québec, 2014.
11. Francis, M. (2000), "Paramètres physiques des ambiances architecturales. Un modèle numérique pour la simulation de la lumière naturelle dans le projet urbain", Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes, Nantes, 10/2000.
12. Gherraz, H. (2013), "Les espaces publics entre forme et pratique dans les villes arides et semi arides. Cas des places publiques de la ville de Ouargla", Université Mohamed Khider, Biskra, 03/2013.
13. Hadji, L., "Évolution et actualité des espaces publics à Alger", Mémoire de magister, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme d'Alger, Alger.
14. Hatten, A. (2002), "Mise en évidence des caractéristiques générales de l'îlot de chaleur urbain strasbourgeois. élaboration d'une base de données climatiques", Mémoire de maîtrise de géographie, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2002.
15. Mansouri, O. (2008), "L'influence de la réflectivité des matériaux (albédo) su la modification du microclimat et le confort thermique extérieur dans un canyon urbain. Cas de Coudiat de Constantine", Mémoire de Magistère, Université Ali Mentouri Constantine III, Constantine, 2008.
16. Mebarki, R. (2012), "L'influence de la forme et de l'emplacement sur l'appropriation des places et placettes publiques. Cas d'étude à Batna", Mémoire de magistère, Université Mohamed Khider, Biskra, 2012.

17. Taha, H., Sailor, D. and Akbari, H., “High albedo materials for reducing building cooling energy use. Option Energie & environment”, Mémoire de master, University of California, Californie.
18. Tchoketch Kebir, A. (2016), “ENVI-met comme outil d'aide à la caractérisation des îlots de chaleur et de fraîcheur urbains dans la ville d'Alger. Cas d'études L'hôpital Mustapha-Sidi M'Hamed et Jardin d'Essai-Hamma”, Mémoire de master, Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme d'Alger, Alger, 2016.
19. Thellier, F. (1989), “Modélisation du comportement thermique de l'homme et de son habitat. Une approche de l'étude du confort”, Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier - Toulouse III, Toulouse, 1989.