

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté du génie de la construction

Département D'architecture



## **MEMOIRE MASTER II EN ARCHITECTURE**

**Option : Architecture et Environnement**

**Thème :**

*Le jardin un espace de vie sociale et un régulateur climatique dans le milieu urbain*

*Présenté par:*

Melle **OURDI Kenza**

*Encadreur :*

Mr **BETROUNI Omar**

Session Juillet 2019

*A mes parents  
A mes sœurs et mon frère  
A mes nièces et neveux,  
Je dédie ce travail*

## ***Remerciements***

*A l'issu de ce travail je remercie tout d'abord le bon Dieu de m'avoir donné la foi, le courage et la volonté nécessaire pour mener à terme ce travail.*

*Ma profonde gratitude et mes remerciements vont à mes parents.*

*Mes vifs remerciements vont à mon encadreur, M<sup>r</sup> BETROUNI Omar de m'avoir suivi et orienté pendant toute l'année.*

*Je remercie le personnel de la bibliothèque, des archives, et tous ce qui par leur présence, leur soutien ont contribué à l'élaboration de ce travail.*

## ***Résumé :***

Le climat dans la ville se différencie de celui des régions suburbaines, étant donné la géométrie des villes, les matériaux utilisés, et les sources de chaleurs artificielles contribuent à créer une surchauffe et un microclimat particulier.

Dans le contexte actuel de haute qualité environnementale et de développement durable, les perspectives sont d'améliorer la qualité de l'air, de maîtriser et de moduler le confort thermique et de diminuer la demande énergétique des milieux urbains.

Cette recherche s'intéresse à l'étude de l'impact des jardins sur un microclimat urbain et le rôle que jouent dans l'amélioration des conditions de confort des villes notamment le confort thermique en période estivale.

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence les bienfaits des jardins (la végétation sous toutes ses formes) dans le milieu urbain, et ce pour nous permettre d'apprécier le rôle que jouent les jardins dans la modération du climat artificielle de la ville, la lutte contre la formation des îlots de chaleur, grâce à plusieurs processus de refroidissements.

Par le biais de cette recherche nous allons mettre en lumière l'impact positif des jardins urbains sur la vie sociale des habitants en tant que facteur fort de cohésion sociale, de sécurité et de sentiment d'appartenance socioculturelle des habitants, et ce en vue d'encourager l'usage des espaces ouverts comme zone habitable qui est l'une des traits culturels spécifiques des villes de la méditerranéens.

**Mots clés : confort thermique, microclimat urbain, surchauffe, îlot de chaleur, jardin, végétation.**

## ***Summary :***

The climate in the city is different from that of the suburban regions, given the geometry of the cities, the materials used, and the sources of artificial heats contribute to create an overheating and a particular microclimate.

In the current context of high environmental quality and sustainable development, the prospects are to improve air quality, to control and modulate thermal comfort and to reduce the energy demand of urban environments.

This research focuses on the study of the impact of gardens on an urban microclimate and the role played by improving the comfort conditions of cities, particularly thermal comfort during the summer months.

The objective of this work is to highlight the properties of gardens (vegetation in all its forms) in the urban environment, and this to allow us to appreciate the role played by gardens in moderating the artificial climate of the city, the fight against the formation of islands of heat, thanks to several processes of cooling.

Through this research we will highlight the impact of urban gardens on social life And this to encourage the use of open spaces as living area which is one of the specific cultural traits of cities of the Mediterranean.

**Key words: thermal comfort, urban microclimate, overheating, heat island, garden, vegetation.**

# Sommaire

## **Introduction générale**

Introduction .....	01
Problématique.....	03
Hypothèses de recherches.....	03
Méthodologie .....	03

## **Chapitre I : Rapport entre la forme urbaine et l'environnement climatique**

I.1. Introduction.....	05
I.2. Le climat et ses déclinaisons microclimatiques.....	05
I.2.1. Définition du climat .....	05
I.2.2. Les climats du globe terrestre.....	06
I.3. Echelles particulière pour l'analyse du climat.....	08
I.3.1. Macro climat (global).....	08
I.3.2. Méso climat (regional).....	09
I.3.3. Topo climat (local).....	09
I.3.4. Micro climat.....	09
I.4. Climat et microclimat urbain .....	10
I.4.1. Notion de couche limite urbain (CLU) et de canopée .....	10
I.4.2. Paramètres affectant le climat urbain .....	11
I.5. Le changement climatiques et ses retombés à l'échelle urbaine .....	12
I.5.1. Impact de l'urbanisation effréné sur le changement climatique .....	13
I.5.2. Conséquences de changement climatique sur le microclimat urbain .....	15
I.6. L'îlot de chaleur urbain (ICU) .....	16
I.6.1. Définition de l'ICU.....	16
I.6.2. Echelles de l'ICU.....	17
I.6.3. Intensité de l'ICU.....	17
I.6.4. Facteurs favorisant l'apparition de l'ICU.....	17
I.6.5. Impact de l'ICU.....	19
I.7. Formalisation de bilan énergétique au milieu urbain.....	20
I.7.1. L'équation définissant le bilan énergétique au milieu urbain.....	21
I.8. Les facteurs déterminants de l'ICU liés à la forme urbaine .....	21
I.8.1. La densité du bâti.....	21
I.8.2. Le facteur FVC.....	21

I.8.3.Le rapport l'aspect H/L.....	22
I.8.4.La rugosité .....	22
I.8.5.L'albedo .....	23
I.9.Le confort thermique dans les espaces urbains extérieurs.....	23
I.9.1.Notion de confort thermique .....	23
I.9.2.Les paramètres déterminants le confort thermique .....	24
I.10.Conclusion.....	25
<b>Chapitre II : De la nature dans le milieu urbain : le jardin</b>	
II.1.Introduction.....	26
II.2.Le jardin.....	26
II.2.1.Définition.....	26
II.2.2.types de végétation.....	27
II.3.Aperçue Historique .....	28
II.3.1.Le jardin de l'antiquité.....	29
II.3.2.Le jardin de moyen âge.....	30
II.3.3.Le jardin de la renaissance.....	31
II.3.4.Le jardin contemporain.....	32
II.4.Typologie des jardins .....	32
II.4.1.Jardin botanique.....	33
II.4.2.Jardin collectif .....	33
II.4.3.Jardin ornemental.....	33
II.4.4.Jardin résidentiel.....	33
II.4.5.Jardin particulier.....	33
II.5.La dimension symbolique et esthétique d'un arbre.....	33
II.5.1.Dimension symbolique.....	33
II.5.2.Dimension esthétique .....	34
II.6.Impact des jardins sur le microclimat urbain .....	35
II.6.1.Amélioration de la qualité de l'air.....	35
II.6.2.Limitation de la concentration des gaz à effet de serre.....	36
II.6.3.Effet d'oxygénation.....	37
II.6.4.La perméabilité de sol.....	38
II.6.5.Effet brise vent de la végétation.....	39
II.7. La végétation urbain un îlot de fraîcheur dans la ville .....	39
II.7.1.impact de la végétation sur la température de l'air.....	39

II.7.2.Le processus de l'évapotranspiration. ....	41
II.7.3.Effet d'ombre.....	43
II.7.4.Les échanges radiatifs en présence de la végétation.....	46
II.8.Jardin régulateur thermique en période estivale dans le milieu urbain.....	47
II.8.1.Amélioration de confort thermique par la végétation. ....	47
II.8.2.impact de la végétation sur l'économie d'énergie.....	49
II.9. autre bénéfice des jardins au milieu urbain.....	50
II.9.1. Rôle esthétique.....	50
II.9.2. Préservation de la biodiversité.....	50
II.9.3. Isolation acoustique.....	51
II.9.4. amélioration de la santé physique et morale .....	52
II.10.Les jardins comme prolongement de l'habitat dans la ville .....	52
II.11.Conclusion. ....	53
<b>Chapitre III : cas étude : Le jardin de Beyrouth à Alger</b>	
III.1.Introduction.....	54
III.2.Présentation de contexte de cas d'étude : la ville d'Alger .....	54
III.2.1.Climat de la ville d'Alger. ....	55
III.2.2. Structuration des jardins au sein de la ville.....	58
III.2.3.Caractéristiques de tissu urbain de Télémly.....	59
III. 3.présentation de cas d'étude : jardin de Beyrouth.....	60
III.3.1.Situation.....	60
III.3.2.Aperçue historique sur le jardin de Beyrouth.....	61
III.3.3.Accès.....	61
III.3.4.Morphologie du jardin .....	61
III.4.composition de jardin.....	62
III.4.1.Partie minérale.....	62
III.4.2.Partie végétale.....	63
III.4.3.Densité de la végétation.....	64
III.5. questionnaire .....	64
III.5.1.Conception de questionnaire .....	65
III.5.2.Modèle du questionnaire .....	65
III.5.3. Présentation de l'échantillon .....	66
III.5.4. Résultats .....	66

III.5.5. Interprétation des résultats.....	72
III.6.Conclusion .....	73
III.7. Recommandations.....	73
IV .conclusion générale.....	74
Bibliographie .....	75
Liste des figures.....	80

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **Introduction :**

La création de la ville était destinée à créer un environnement artificiel pour se protéger de la nature et de ses éléments, aujourd'hui, c'est la nature qu'il faut protéger des dangers de l'homme. La révolution industrielle avait donné conscience à l'homme qu'il pouvait par les techniques nouvelles, domestiquer la nature. Au fil du temps, la domestication s'est transformée en domination qui tend à détruire la nature et l'environnement biologique nécessaire à la survie de l'homme de demain<sup>1</sup>.

D'après le 4<sup>ème</sup> rapport du Groupement Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) paru en février 2007, la température globale s'est élevée en moyenne de 0.7°C à la surface de la terre durant le 20ème siècle consécutivement à l'augmentation des concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les scientifiques estiment que la contribution de l'effet des îlots de chaleur urbain à ce réchauffement global n'atteint au maximum que 0.05°C. Bien que le climat dans les villes ne joue pas un rôle majeur dans l'évolution climatique de la Terre, il agit tout de même sur la plupart des gens vivant ou travaillant dans les agglomérations. Avec la croissance de la population mondiale et urbaine, les agglomérations s'étendent et modifient de plus en plus l'occupation du sol, ce qui a des effets sur plusieurs paramètres du climat. En particulier, les surfaces construites en ville favorisent un réchauffement des températures par rapport aux zones rurales ou naturelles environnantes, créant ainsi des "îlots de chaleur urbains" qui tendent à augmenter avec la taille des agglomérations. Les activités humaines rejettent également de la chaleur et des polluants par le chauffage, les industries et le trafic qui contribuent à renforcer ces îlots plus chauds dans les villes.

Le confort thermique du citadin et la qualité de l'air qu'il respire sont des éléments essentiels à prendre en compte lorsqu'on s'intéresse au bien-être et à la santé de la population urbaine ; la végétation urbaine, sous ses différentes formes, et les jardins en particuliers, jouent un rôle de rafraîchissement de l'air lors des pics de canicule, et contribuent à la filtration lors des épisodes de pollution. La végétalisation constitue une stratégie «sans regret» efficace pour lutter contre le réchauffement climatique car elle offre des bénéfices sociaux-économiques et environnementaux qui dépassent la régulation du microclimat en ville. Elle procure une régulation du climat (production d'O<sub>2</sub> et stockage de CO<sub>2</sub>), de la qualité de l'air (absorption et rétention des polluants) et une diminution de l'amplitude thermique observée sur un cycle journalier, de sorte à prévenir une longue exposition à un stress thermique très élevé en milieu de la journée. L'évapotranspiration est un phénomène unique de dissipation de la chaleur, qui consomme 99 % de l'énergie solaire absorbée par le végétal et humidifie l'air. Rétablir une fraction suffisante de couverts naturels en ville est une réponse appropriée pour lutter efficacement contre les effets délétères de l'îlot de chaleur urbain. La nature en ville permet de soutenir l'effort d'adaptation au changement climatique en améliorant les conditions de confort thermique pour les citadins, l'atténuation des rejets anthropiques de chaleur et de gaz à effet de serre par économies d'énergie.

Dans la plupart des villes méditerranéennes, le jardin et l'une des formes des espaces extérieurs qui caractérise un mode de vie qui ne se limite pas à l'intérieur des bâtiments. Les potentialités intrinsèques de ces espaces les transforment en lieux de détente, de rencontre et permettent un grand nombre d'activités.

---

<sup>1</sup>**Benzerzour Mohamed**, Transformations Urbaines et Variations du Microclimat: Application au centre ancien de Nantes et proposition d'un indicateur « morpho-climatique », Thèse de doctorat, Spécialité : *sciences pour l'ingénieur*, Ecole polytechnique de l'université de Nantes, 2004.

### **Problématique :**

Les conditions climatologiques d'une ville ont des conséquences sur la forme de la vie de ses habitants, la conception des espaces publics, et particulièrement les jardins, est supposée améliorer les conditions défavorable et faciliter l'adaptation de l'homme au milieu ambiant extérieure. Le jardin est l'un des espaces extérieurs caractéristique de l'urbanisme méditerranéen, qui joue un rôle non seulement dans l'esthétique de l'espace urbain, mais aussi contribue à la modération de microclimat de la ville, dans ce travail de recherche nous essayerons de répandre à la problématique suivante :

- L'influence de jardin sur le microclimat urbain, est-elle significatives en terme de de confort thermique, de pratiques urbaines et au niveau des ambiances extérieurs?
- Comment intervient le jardin dans l'amélioration de l'environnement climatique de la ville, et quel est son l'impact sur le microclimat urbain en période estivale ?
- Peut-on obtenir des améliorations réellement quantifiables des caractéristiques microclimatiques des villes, par l'introduction ou la multiplication de la végétation?

### **Hypothèses de recherche :**

Dans ce mémoire nous allons vérifier les hypothèses suivantes :

- Jardin régulateur thermique en période estivale.
- Le jardin favorise l'amélioration de microclimat urbain notamment en période estivale et lors des canicules
- Le confort thermique dans les espaces extérieures est influencé par l'existence d'un jardin.
- Le jardin (végétation) influe sur le microclimat et joue un rôle important sur la rationalisation de la consommation d'énergie.
- Le jardin agit positivement dans le tissage des relations sociales des habitants de la ville.

### **Méthodologie :**

La recherche s'organise en trois chapitres qui se complètent. Dans le premier chapitre nous allons étudier les rapports entre la forme urbaine et son environnement climatique, dont on va aborder la notion de climat et de microclimat, les échelles particulière pour l'étude d'un microclimat ainsi que les retombés des changements climatiques à l'échelle urbaine, on abordera aussi dans ce chapitre la notion de l'îlot de chaleur urbaine (ICU), sa définition, les facteurs déterminants de l'ICU, ainsi que les éléments de formalisation de bilan énergétique

urbain et son rôle dans la lecture des changements qui peuvent affecter le microclimat urbain . La fin de ce chapitre est consacrée à la notion de confort thermique dans les espaces extérieurs et les facteurs agissant sur ce dernier.

Le deuxième chapitre s'articule autour du jardin comme élément de rappel de milieu naturel dans les espaces artificiels créés par l'homme qui constitue la ville. Dans ce chapitre nous allons étudier l'impact des jardins sur le microclimat urbain en ce qui concerne l'amélioration de la qualité de l'air, l'influence sur les gaz à effet de serre , on s'intéressera aussi au processus de refroidissement de l'air que joue la végétation pour créer des îlots de fraîcheurs et son rôle dans l'économie d'énergie , ensuite on expliquera comment que le jardin agit comme un régulateur thermique en milieu urbain .on terminera ce chapitre par l'étude de l'impact social de jardin sur les citadins et son rôle dans le tissage des rapports sociaux entre les habitants .

Le troisième et le dernier chapitre est consacré à l'étude et l'analyse de l'exemple de jardin Beyrouth à d'Alger (ex parc Mont-Riant) dans son milieu urbain afin de pouvoir vérifier la satisfaction des paramètres cités dans le deuxième chapitre, et ce par l'établissement d'un questionnaire sur le jardin dont l'évaluation des résultats nous permettra de percevoir l'impact de cet espace vert sur les citadins et le degré d'appréciation de cet espace , pour ensuite ressortir avec des recommandations.

## I.1. Introduction

La ville est l'expression du temps, des changements sociaux et de la contribution individuelle de chaque citoyen. La forme urbaine est l'expression extérieure de la ville, l'expression superficielle de changements profonds, elle ne cesse jamais de se renouveler. La définition de la forme urbaine peut être effectuée selon plusieurs approches, nous allons aborder dans cette recherche la définition d'Albert Lévy qui définit la forme urbaine comme une forme bioclimatique est ce définit comme suit : « l'espace urbain étudié dans sa dimension , comme microclimat (urbain), tant dans ses variations géographiques par quartiers , que dans sa diversité liée aux types de tissus (ouvert, fermé et semi ouvert), selon l'orientation (héliothermique) , selon le site (eau, relief, végétation). La répartition inégale des pollutions et des nuisances dans l'air urbain, on rapport avec le microclimat (à savoir le phénomène de la répartition de la pollution par l'ozone) concerne également cette approche <sup>2</sup> »

Etant donné la condition géométrique est tridimensionnelle de la forme urbaine ; elle interagit avec un nombre important de paramètres, on s'intéressera ici aux paramètres d'ordre climatiques.

## I.2 .Le climat et ses déclinaisons microclimatiques :

Le climat influence la vie sur terre- celle de la faune et celle de la flore et, à plus long terme, modèle les reliefs terrestres. Le froid, la chaleur, la pluie, la sécheresse, le vent conditionnent les rythmes de vie des hommes, déterminant la nourriture, la façon de se vêtir, l'habitat et les déplacements de chacun sur la planète.<sup>3</sup>

### I.1.1.Définition du climat : Il peut être défini comme :

- ✦ « Le mot climat vient du grec *klima*, qui fait référence à l'inclinaison des rayons solaires par rapport à la surface de la terre »<sup>4</sup>.
- « Combinaison des états de l'atmosphère (température, vent) en un lieu donné et sur une période définie (mois, année, millénaire)<sup>5</sup>».
- « Le climat d'une région donnée est déterminé par des régimes de variations de plusieurs éléments et par leurs combinaisons. Les principaux éléments climatiques à considérer, lors de la conception des bâtiments, sont le rayonnement solaire, le rayonnement de grande longueur d'onde du ciel, la température d'air, l'humidité, le vent et les précipitations <sup>6</sup> ».

<sup>2</sup>Albert Lévy, 2005. P123.

<sup>3</sup>Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p : 7

<sup>4</sup>Microsoft Encarta 2009.

<sup>5</sup>Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p : 121

<sup>6</sup>GIVONI Baruch, L'homme, l'architecture et le climat. Editions du Moniteur; Paris, 1978, p :21

**I.1.2. Les climats du globe terrestre :** Le climat est un phénomène physique, composé de plusieurs paramètres corrélés entre eux. Les études des climatologues et les géographes sur le climat servent à représenter le climat et le rendre matériel (donner des chiffres aux facteurs : vent, la température) Organiser, synthétiser l'ensemble complexe selon les données observées, les objectifs visés, les méthodes utilisées : c'est la classification des climats. Le climat mondial se compose de plusieurs zones climatiques, ces dernières se varient selon la proximité aux : océans, continents, chaînes de montagnes« Il existe plusieurs classifications des climats parmi les plus célèbre est celle du Köppen, Geiger, Trewartha.

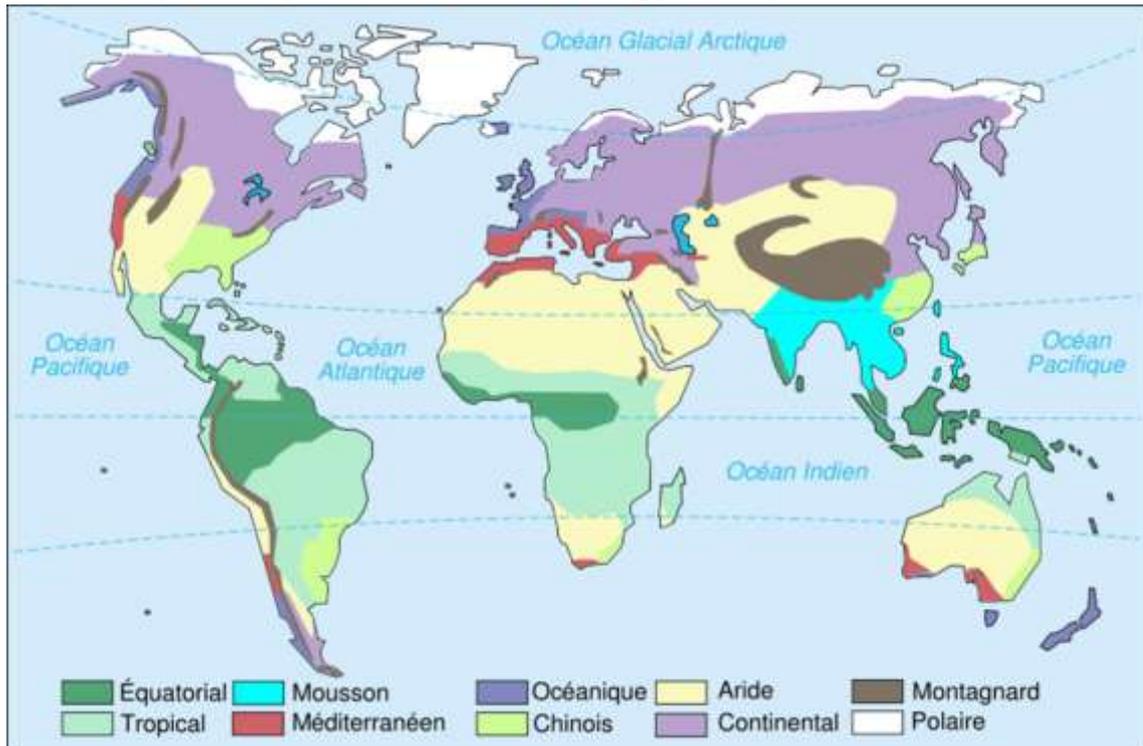


Figure I-01 : Les zones climatiques dans le monde

Source : [www.wikipédia.org](http://www.wikipédia.org)

- ✦ **Climat équatorial :** Il se caractérise par une seule saison (chaud et humide toute l'année), en générale ce climat se développe à proximité de l'équateur, mais aussi jusqu'à 10 à 20° de latitude, ce climat se caractérisant principalement par des températures qui varie entre 22 à 32 C°, avec une moyenne annuelle de l'ordre de 26 C°. L'humidité est toujours élevé (supérieur de 75%).
- ✦ **Climat tropical :** Il s'observe dans toute la zone intertropicale, qui se caractérise par l'absence de saison hivernale et la présence d'une ou deux saisons humides entre lesquelles s'intercalent une ou deux saisons sèches. La température moyenne de chaque mois de l'année est > 18 C°, la moyenne du mois le plus froid est supérieure à 18 C°.

- ✦ **Climat tropical de mousson** : Exactement à ce que sa dénomination peut faire croire, la mousson est le nom d'un système de vents périodiques dans les régions tropicales, actif particulièrement dans l'océan Indien et le Sud de l'Asie. De ce fait, les climats de mousson règnent dans la zone intertropicale se caractérisent par deux saisons : une longue saison chaude et sèche, et une courte saison chaude et humide. Dans la longue période la température de l'air se limite entre 32 à 43°C le jour, et 21 à 27°C la nuit, alors que dans la courte saison la température de l'air varie entre 27 à 32°C le jour, et 24 à 27°C la nuit, en générale l'amplitude thermique jour/nuit est faible.
- ✦ **Climat tropical de Savane** : Le climat tropical de savane est un climat tropical sec dont les moyennes mensuelles de température sont au-dessus de 18 °C tous les mois de l'année et qui possède une saison sèche prononcée. Les mois les plus secs ayant moins de 60mm de précipitations.
- ✦ **Climat tropical humide** : On trouve ce type de climat de part et d'autre de l'équateur, entre 15 à 25 degrés de latitude nord et sud. Ce climat connaît deux saisons distinctes, avec les caractéristiques suivantes : La saison humide (des pluies) et la saison sèche. La température mensuelle moyenne est au-dessus de 18°C sur toute l'année.
- ✦ **Climat aride** : Se développe au nord et sud de l'équateur entre 15 et 30° de latitudes, se caractérise par deux saisons : une saison chaude et un autre froide. La différence de température entre la nuit et le jour est très importante, et également des radiations solaires aussi. L'humidité relative est faible et évolue de 10 à 45%.
- ✦ **Climat tempéré** : On distingue en général plusieurs climats dans la zone tempérée, située entre 30 et 50° de latitude dans l'hémisphère nord et sud. Ce type de climat est caractérisé par des saisons bien marquées : des hivers humides et pluvieux, des étés chauds et humides. Les températures sont rarement extrêmes. Les précipitations sont très importants (11 m total annuel à Cherrapunji). Les vents les plus puissants peuvent atteindre la valeur de 500k/m.
- ✦ **Climat méditerranéen** : Les régions à climat méditerranéen occupent une position intermédiaire entre les dépressions tempérées et les anticyclones subtropicaux, elles s'étendent des latitudes 30 à 40° au nord de l'équateur. Cette zone connaît deux saisons : En hiver : le bassin méditerranéen est influencé par des masses d'air d'origine polaire ou : Les températures moyennes maximales diurnes varient de 8 à 21°C et les températures moyennes minimales nocturnes atteignent 0 à 18°C. En été, les températures moyennes maximales sont de 25 à 38°C le jour et de 16 à 30°C la nuit. L'humidité relative est élevée pendant l'hiver et l'été, de 70 à 80%.
- ✦ **Climat Continental (climat tempéré froid)** : Se rencontre dans les moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère nord, ce climat continental est un climat qui concerne

les régions éloignées du littoral, se caractérise par un hiver froid et marqué, été chaud. La température moyenne pendant trois à quatre mois de l'hiver est très basse, avec des pointes à -30 ou -40°C, par contre entre juin et août, la température atteint ou dépasse 20 °C. De ce fait, les amplitudes thermiques annuelles sont accentuées, entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud, c'est presque le double.

- ✦ **Climat polaire** : Ce climat est caractéristique des côtes nord de l'Amérique, de l'Europe et de l'Asie, ainsi que du Greenland, de l'Arctique et de l'Antarctique. Le climat polaire connaît deux saisons, neuf mois d'un hiver très froid et glacial et trois mois d'un bref été très frais. En générale, ce climat se caractérise par des températures froides toute l'année, le mois le plus froid étant toujours au-dessous de -40°C, et les températures moyennes du mois le plus chaud ne sont jamais supérieures à 10 °C.
- ✦ **Climat montagnard** : Le climat montagnard ne dépend pas des zones climatiques, il est propre aux diverses régions de montagne. Ce dernier modifie le climat localement selon deux facteurs : l'exposition ou non au soleil, aux vents dominants et l'altitude. Les températures sont faibles, elles diminuent avec l'altitude, avec un gradient thermique moyen environ 0,6 °C tous les 100 m. Les précipitations augmentent en fréquence et en intensité, elles sont plus importantes sur les versants exposés au vent.

### I.3 .Echelles particulières pour l'analyse du climat:

Les anticyclones et les dépressions sont à l'origine de mouvements d'air à l'échelle planétaire, notamment entre l'équateur plutôt chaud et les pôles plutôt froids. Les vents dominants sont des phénomènes observables sur plusieurs centaines de kilomètres et ils fluctuent sur des périodes de l'ordre de la journée ; ils sont considérés comme des phénomènes climatiques de grande échelle. Mais, localement, des phénomènes spécifiques peuvent apparaître comme des brises de terre/mer ou de montagne/vallée. Ces brises sont dues à des écarts de température relativement importants sur de faibles distances, elles dépendent de la géographie locale. « *Entre le climat à la surface d'une feuille d'arbre ou celui à l'échelle d'un pays ou d'un continent «les différences sont importantes*<sup>7</sup> ». Selon Chémery le climat est communément bordé de quatre échelles spatiales, emboîtées les uns dans les autres, les plus petites dépendent des plus grandes, qui sont :

**I.3.1. Macro climat (global)** : Correspondent à de vastes espaces géographiques de plusieurs millions à plusieurs dizaines de million de kilomètres. Les éléments qui influent sur le climat global sont :

- Les facteurs astronomiques.
- La circulation astronomique
- Les facteurs géographiques (océan, chaîne de montagne)

Les caractéristiques astronomiques de la terre entraînent les principales variations climatiques, selon la latitude, la saison et les pondérations liées à la répartition des océans et des continents

<sup>7</sup>Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, P : 11

**I.3.2. Mésoclimat (climat régional) :** Concerne un espace plus petit que le macroclimat, il s'agit de quelque milliers à quelques dizaines de milliers de kilomètres, le climat régional dépend des :

- Caractéristiques géographiques (lac, mer, végétation)
- Mouvement de l'atmosphère

**I.3.3. Topoclimat (climat local) :** S'applique à des espaces de l'ordre d'un kilomètre ou de dizaines de kilomètres. A cette échelle, le type de climat régional, le relief, la nature du sol, les étendues aquatiques (océan, lacs ...) jouent un rôle important et influent sur les phénomènes de vents, d'humidité et l'écart de température. De ce fait, le climat dans une forêt est relativement différent par rapport au bord d'une vallée située dans la même forêt.

**I.3.4. Microclimat :** Concerne des espaces de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres. La rugosité, les ombres portées, la végétation, les masques architecturaux influent sur les caractéristiques générales de l'ensoleillement, de mouvement de l'air, de la température et de l'humidité, elles agissent donc sur les bilans : radiatif, convectif, et évaporatif.

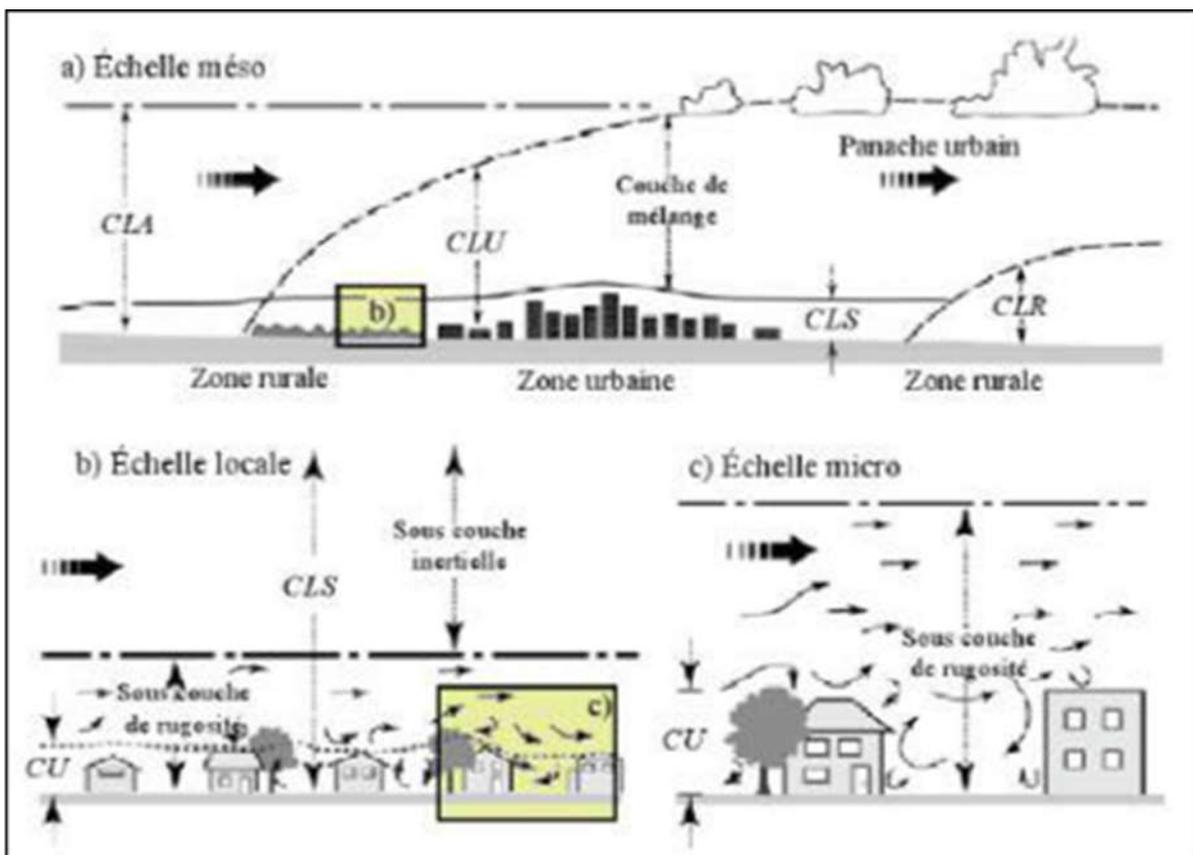


Figure I- 02 : Représentation des échelles climatiques et atmosphériques, de l'échelle méso (a), à l'échelle locale (b) et micro (c)

Source : (OKE, 2006) cité par STOKA,S. (2011), p16

#### I.4. Climat et microclimat urbain :

L'atmosphère qui englobe la terre est composée de plusieurs couches, chacune d'elle possède des propriétés bien différentes (épaisseur, composition, température, pression) qui se dénombre comme suit : la troposphère, la stratosphère, la mésosphère, la thermosphère. C'est dans la troposphère que les phénomènes climatiques observés au niveau de la surface terrestre ont principalement lieu, notamment au niveau de la couche limite planétaire (CPL) qui s'étend jusqu'à une limite de 2 km d'altitude<sup>8</sup>.

##### I.4.1. La notion de la couche limite urbaine (CLU) et de canopée urbaine :

Oke (1976) évoque un principe fondamental pour les recherches en climatologie urbaine qui ont suivi ses travaux ; il distingue la CLU de la Couche de la Canopée Urbaine. La couche limite urbaine (CLU), située au-dessus de la canopée urbaine, a une épaisseur qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres.

La canopée urbaine englobe les éléments urbains rugueux, depuis le sol jusqu'au niveau moyen des toits. L'échelle des processus existant dans ces deux couches est en effet à séparer ; dans la Couche de Canopée Urbaine, l'écoulement et les échanges d'énergie sont régis par des processus de micro-échelle, et dépendent précisément du lieu et du type de surface. La canopée urbaine, est la couche atmosphérique urbaine délimitée par le sommet des toitures et des arbres, elle comprend une multitude de microclimats qui sont déterminés par la nature des alentours, de leur géométrie, des matériaux et de leurs propriétés. La limite supérieure de la canopée varie à cause de la hauteur variable des bâtiments et de la vitesse du vent.

La distribution des températures dans la canopée urbaine est affectée par le bilan radiatif. Le rayonnement solaire incident atteint principalement les toitures, les murs verticaux et seule une faible part atteint le sol. Ces diverses surfaces émettent des rayonnements de grande longueur d'onde dont une partie importante est interceptée par les autres bâtiments, ce qui a pour effet de diminuer globalement les pertes radiatives. La part de flux radiatif absorbé est alors plus élevée que dans une zone rurale, et la température est ainsi plus élevée.

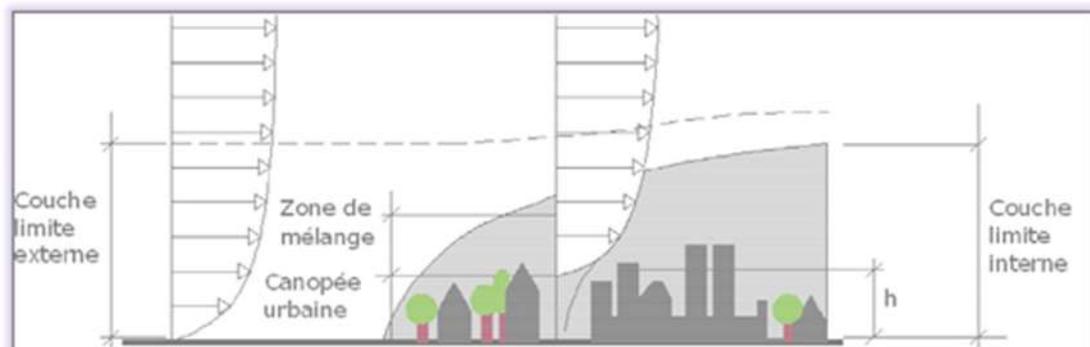


Figure I- 03 : la couche limite urbaine et la canopée urbaine

Source: [www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html](http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html)

<sup>8</sup> [www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html](http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html) - 5k

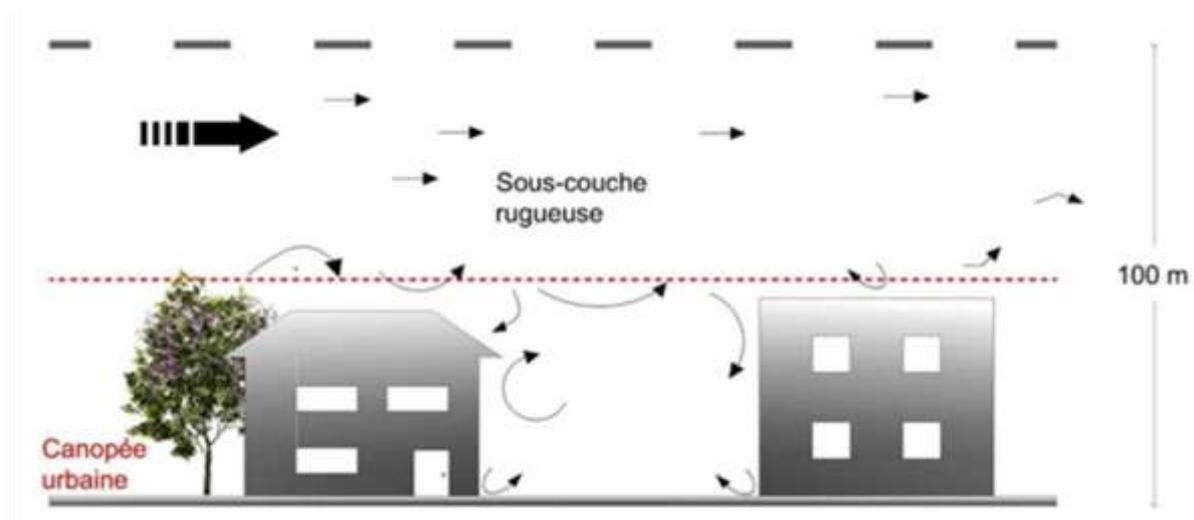


Figure I-04 : définition de la canopée urbaine

Source : modifié à partir d'Oke (2004)

#### I.4.2. Paramètres affectant le climat urbain :

La ville est un ensemble hétérogène : minérale et végétale, elle se compose d'une multitude d'éléments stables et d'autres instables. Les premiers sont bien connus : ce sont les bâtiments, rues, parcs, jardins, plans d'eau, les seconds, sont des éléments qui changent avec la temporalité, donc ils sont à la fois dynamiques, volatiles et parfois insaisissable, l'ensoleillement, le vent, le bruit, la lumière, la chaleur, l'odeur : représentent les principaux facteurs instables dans un milieu urbain. Cette complexité physique et phénoménologique forme une variété de microclimats. Lorsque la ville prend de l'ampleur, d'autres facteurs interviennent (chaleur apportée par les êtres humains, pollution de l'air) qui modifient le climat local et même le microclimat donc contribuent à la formation de climat urbain différent. Plusieurs facteurs interviennent dans le climat urbain, et qui sont :

- ✦ **La densité et la taille de la ville :** La concentration de la population dans les centres urbains change indirectement le climat de la ville, l'apport thermique anthropique aussi bien que l'intensité de la pollution de l'environnement devient d'autant plus important que cette densité soit grande, ce qui provoque une chaleur en ville plus élevée qu'en campagne.
- ✦ **La Morphologie :** La morphologie urbaine est d'une importance primordiale pour le climat et le microclimat urbain, de ce fait, les caractéristiques physiques tels que : hauteurs ou la morphologie d'un espace affectent d'une manière significative sur : l'ensoleillement, l'écoulement de la masse d'air et le bilan radiatif de la ville.
- ✦ **Les activités anthropiques:** Les activités anthropiques (ou humaines) sont générées par une multitude de sources : domestiques, industrielles, transport, éclairage, chauffage, climatisation et autres.

- ✦ **La couverture minérale de la ville** : Dans la ville où les aires sont asphaltées, pavées ainsi que les façades sont revêtis par une multitude de matériaux, constituent une importante couche imperméable dite minérale. La nature des surfaces et leurs couleurs influent sur le microclimat, une surface blanche réfléchit un pourcentage important du rayonnement solaire, par contre une surface grise ou noir absorbe une grande quantité d'énergie. L'asphalte et la brique comptent parmi les matériaux les plus utilisés en ville et sont caractérisés par une faible capacité thermique ainsi qu'une conductivité réduite.
- ✦ **La couverture végétale** : Les arbres et les aires vertes agissent sur le microclimat par le biais de trois facteurs : le rayonnement solaire, le vent, et l'humidité de l'air. Les espaces verts extérieurs permettent de guider les déplacements d'air en filtrant les poussières pendant les périodes chaudes. Les végétaux créent des ombrages sur le sol et les parois, permettent de gérer l'habitabilité des espaces extérieurs et de protéger les espaces intérieurs des bâtiments.
- ✦ **Les étendues d'eau** : Les fontaines, jets et plans d'eau permettent de modifier localement la température et l'humidité de l'air. Grâce à l'inertie thermique de l'eau, ce dernier représente un tampon qui peut atténuer les fluctuations de température, à l'inverse des sols qui s'échauffent et restituent la chaleur rapidement, l'eau emmagasine et rend la chaleur lentement.

**L'Albédo** : L'albédo est le rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface sur l'énergie solaire incidente. Un albédo faible implique des températures de surfaces plus élevées (une grande partie de l'énergie solaire est absorbée).

### **I.5 .Le changement climatique et ses retombées à l'échelle urbaine :**

L'atmosphère est composée de plusieurs gaz qui ont la fonction de nous protéger des agressions du soleil et de maintenir le bilan radiatif de la planète, c'est-à-dire qu'ils interviennent pour que la quantité d'énergie reçue par la Terre soit de même proportion que celle émise (rayonnement infrarouge), afin d'assurer une température idéale pour les conditions de vie. Lorsque l'énergie reçue par notre globe est plus importante que l'énergie émise, cela signifie que le globe se réchauffe, c'est alors ici qu'on parle de réchauffement climatique, ce phénomène est dû à des facteurs qui peuvent être d'origine naturelle ou anthropique ; Ces facteurs naturels sont par exemple l'activité volcanique ou solaire. Les causes anthropiques sont liées à l'activité humaine qui agit sur l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau, présent dans l'atmosphère sont responsables de la rétention d'une partie de rayonnement infrarouge, ces gaz bloquent une partie de rayonnement infrarouge, c'est le phénomène de l'effet de serre. Les experts du groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) dont son dernier rapport établi en 2014 affirme que l'activité anthropique des humains est responsable de la vitesse des

changements climatiques que subit la terre, qui se manifeste par l'altération de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques comme la pluie, la sécheresse, orage et enneigement<sup>9</sup>.

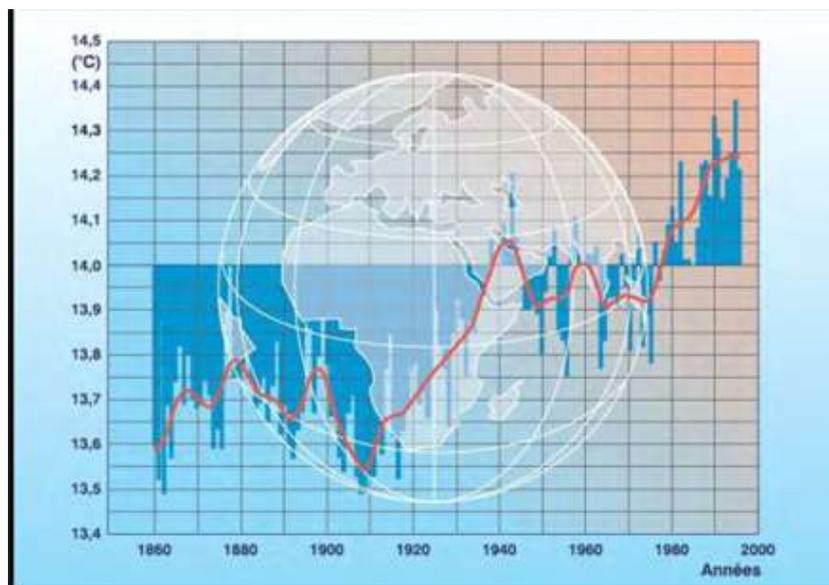


Figure I-05: Evolution de la température moyenne à la surface de la terre

(Source : Liébard.A et De Herde.A, 2005)

Avec la croissance de la population mondiale et urbaine, les agglomérations s'étendent et modifient de plus en plus l'occupation du sol, les surfaces construites en ville favorisent un réchauffement des températures par rapport aux zones rurales ou naturelles environnantes, ce qui a des effets sur plusieurs paramètres du climat, les températures tendent à augmenter avec la taille des agglomérations. Les activités humaines rejettent également de la chaleur et des polluants par les chauffages, les industries et le trafic contribuent à renforcer les îlots de chaleurs plus chauds dans les villes. Ces dernières émettent également des gaz à effet de serre comme le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) qui vont s'accumuler dans l'atmosphère durant plusieurs années et provoquer un réchauffement global du climat. Cependant, la majorité des scientifiques pensent aujourd'hui que les grandes villes influencent surtout le climat à l'échelle régionale et locale<sup>10</sup>.

### I.5.1. Impacts de l'urbanisation effrénée sur le changement climatique :

L'urbanisation affecte l'environnement naturel et modifie le paysage de façon drastique : l'imperméabilisation des sols, l'élimination de la flore, l'augmentation de la rugosité, l'augmentation des aérosols et des gaz à effet de serre. Les propriétés urbaines (la présence des bâtiments, leur disposition, leur couleur, leurs matériaux) ainsi que les fonctions urbaines (l'industrie, le commerce, le résidentiel, la circulation) ont la capacité d'affecter le climat à toutes les échelles. La ville moderne essayait de penser au climat (spécialement pour des questions de salubrité), mais la standardisation des formes urbaines de l'ère industrielle a été

<sup>9</sup>Thèse : aménagement urbain et urbanisme, par Katia Villadiego Bernal, le 17 novembre 2014, une lecture de la forme urbaine est des microclimats, la cas de Barranquilla. AIX MARSEILLE UNIVERSITE. P 95, 96, 97

<sup>10</sup>No 21 novembre 2008. UNIL université de Lausanne, Institut de géographie, dossier : Vue sur la ville

Propice à une rupture entre le climat et la ville. Seulement avec ce souci mondial sur le changement climatique et la crise énergétique des années 70, que le climat est retourné sur la table des discussions comme sujet prioritaire.

Face aux changements climatiques, l'aménagement des villes est déterminant, pour éviter les émissions de gaz à effet de serre et pour parer aux conséquences de ces changements pour les sociétés. L'aménagement du territoire et des bâtiments sont des éléments clés dans la lutte contre les changements climatiques.

Les zones urbaines sont souvent les surfaces terrestres qui émettent le plus de polluants produits par l'homme et qui offrent les niveaux de concentrations de polluants les plus élevés. De plus, la pollution de l'air urbain est le facteur dominant dans l'exposition des êtres humains à la pollution. La pollution réduit les capacités de transmission de l'atmosphère urbaine. Une partie du rayonnement solaire dirigé vers la ville est retenue par la couche de pollution qui la recouvre, l'autre partie du rayonnement direct qui y pénètre devient diffus.

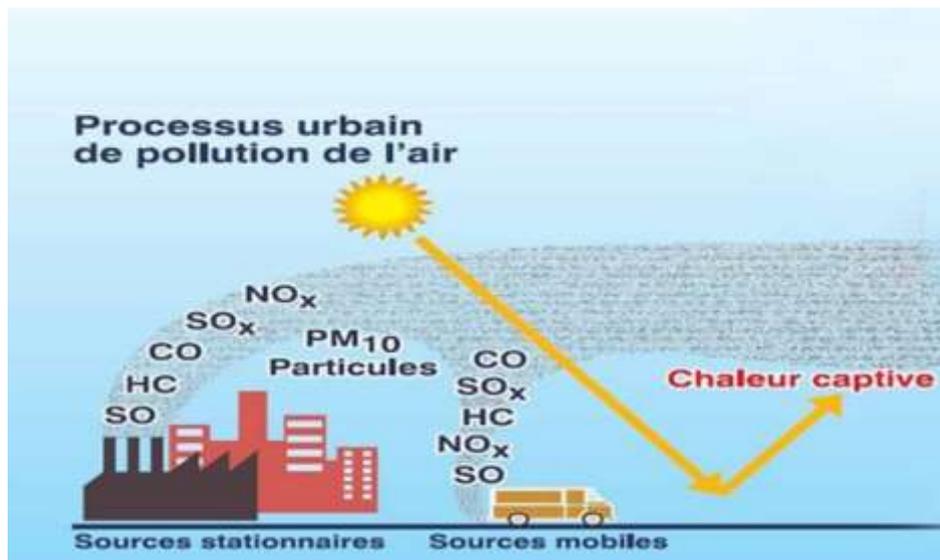


Figure I- 06 : Processus urbain de pollution de l'air

Source : Alain Liébard , André De Herde 2006

Une partie de la pollution atmosphérique est créée au niveau des toits elle correspond aux émissions des cheminées d'habitations, des centrales thermiques, des usines. Du fait de la lutte contre la pollution industrielle, du développement de l'énergie atomique, de la baisse des chauffages individuels souvent mal contrôlés une autre partie de la pollution atmosphérique apparaît au niveau des rues. La source de pollution principale en est le trafic automobile. Les émissions polluantes dépendent de l'état des véhicules, de l'état des chaussées, du type de circulation.

### I.5.2. Conséquences de changements climatiques sur le microclimat urbain:

Le réchauffement climatique globale est un fait avéré<sup>11</sup>, il est à l'origine d'un stress des villes des vagues de chaleurs, des canicules et de la pollution de l'air. Ces phénomènes affectent les microclimats spécifiques des villes ; l'urbanisation influence la température, la circulation du vent, l'humidité, la fréquence d'apparition des phénomènes de brouillards. Ainsi l'îlot de chaleur urbaine (ICU), caractéristique majeure de climat urbain (Oke 1987, Pigeon et al 2008) qui désigne l'excès des températures de l'air que l'on observe régulièrement dans la canopée des zones urbaine par rapport aux zones rurales qui l'entourent, qui pourrait s'ajouter à une augmentation de l'intensité et de la durée, des vagues de chaleur.

Pendant l'épisode de canicule de 2003 qui a touché l'Europe, la différence de température entre le centre de la ville de Paris et les zones rurales environnantes a atteint 8°C<sup>12</sup> (selon météo France). La formation des îlots de chaleur a tendance à limiter le refroidissement nocturne dans la ville et donc a contribué à aggraver les impacts sanitaires d'un événement météorologique qui était déjà exceptionnel. Donc, le couplage entre le climat urbain d'une part et le changement climatique d'autre part, nous laisse penser que la vulnérabilité de la ville et des villes en général devrait augmenter dans le futur.

Sous l'effet du réchauffement global, on s'attend également à ce que l'usage de l'énergie pour le chauffage et pour la climatisation évolue, on a déjà observé une augmentation des équipements en climatisation dans les villes et on pourrait observer dans le futur une augmentation des pics de surconsommation d'énergie en été, liée à l'usage de la climatisation.<sup>13</sup>

Les enjeux climatiques pour les villes contemporaines sont de deux natures : réduire leur production de gaz à effet de serre et s'adapter aux changements futurs et à ceux qui sont déjà en cours. Cela signifie trouver un équilibre entre la croissance et les dépenses en ressources que cette croissance entraîne. Elles doivent assurer a confirmé que la pollution de l'air est désormais le principal risque environnemental pour la santé dans le monde. Les villes doivent garantir la qualité de leurs services, habiter, circuler, travailler, se divertir, donc assumer des besoins énergétiques et alimentaires tout en continuant à offrir du confort aux citoyens, soit, comment arriver au développement d'une manière durable<sup>14</sup>.

<sup>11</sup> [http : www .éditions parenthèses.com](http://www.editions-parentheses.com) JEAN JACQUES TERRIN , villes est changement climatiques

<sup>12</sup> [http://www. Cnrm-game.fr /projet/ EPICEA](http://www.Cnrm-game.fr/projet/EPICEA)

<sup>13</sup> MOOC UVED CLIMAT – Impacts régionaux et adaptation au changement climatique - Les zones urbaines

<sup>14</sup> <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/> 87 Le rapport Brundtland (1987) définit alors ce qu'est le développement durable : «répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire les leurs. ». Le document est téléchargeable depuis le site : [http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odysee-developpement-durable/files/5/rapport\\_brundtland.pdf](http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odysee-developpement-durable/files/5/rapport_brundtland.pdf) 102

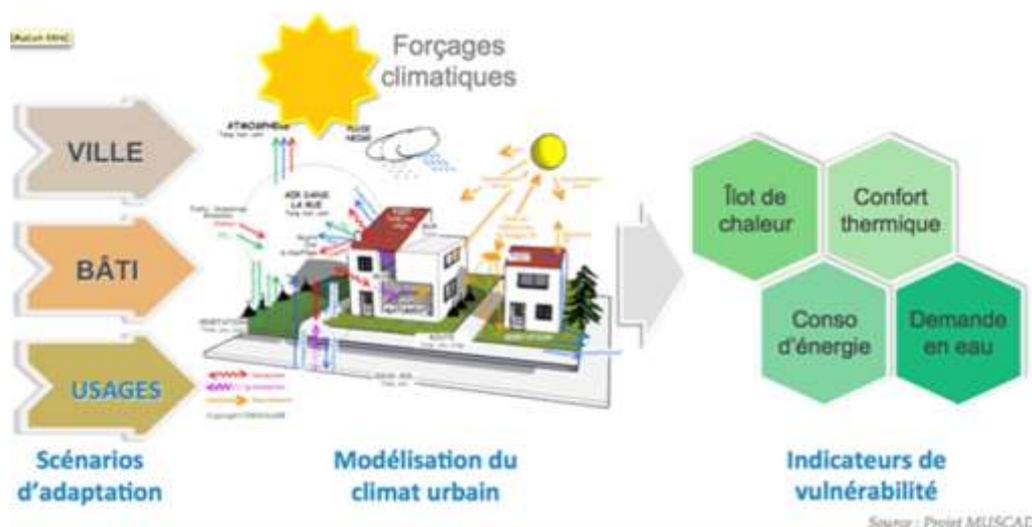


Figure I-07 : Enjeux de l'adaptation des villes aux changements climatiques

Source : MOOC UVED CLIMAT – Impacts régionaux et adaptation au changement climatique

### I.6.L'îlot de chaleur urbain (ICU) :

**I.6.1. Définition d'ICU :** Ce phénomène constitue l'une des caractéristiques principale de microclimat urbain. L'expression « îlots de chaleur urbains » signifie la différence de température observée entre les milieux urbains et les zones rurales environnantes. Les observations ont démontré que les températures des centres urbains peuvent atteindre jusqu'à 12 °C de plus que les régions limitrophes<sup>15</sup>.

En effet, la représentation de l'évolution spatiale de la température révèle dans ces conditions un pic de température, semblable à un « îlot » au niveau des agglomérations, de plus ce pic est constaté tant au niveau de la température des surfaces que dans la température de l'air<sup>16</sup>. La forme de l'évolution de température observée est ici très fortement corrélée à la variation de densité urbaine.

Le phénomène ICU apparaît dans toutes les villes, il s'agit de la manifestation la plus évidente de l'urbanisation. C'est le résultat de toutes les modifications humaines sur une zone urbaine<sup>17</sup>. Selon REBETEZ (2006), l'effet de l'îlot de chaleur augmente le risque d'inconfort des habitants voir le taux de mortalité en cas de grandes vagues de chaleur : l'augmentation de la température de l'air ambiant en relation avec les gaz à effet de serre émis par les activités humaines détériore la qualité des ambiances dans le milieu urbain<sup>18</sup>.

<sup>15</sup> ALIOUCHE Maria et OUBADI Kanza, Amélioration du Microclimat Urbain- Cas Des Quartiers « Hihi El Meki et Ghdiri Abd EL kader. A La Ville d'Oum El Bouaghi ; faculté des sciences de la terre et d'architecture département d'architecture ; université larbi ben m'hidi d'oum el bouaghi ; p52 ;

<sup>16</sup> JULIEN Bouyer, modélisation et simulation des microclimats urbains, étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommation énergétiques des bâtiments, Energie électrique, Université de Nante, 2009

<sup>17</sup> LANDESBURG, the urban climate, academic press, 1981. p257

<sup>18</sup> Mohamed DJAAFRI ; forme urbaine, climat et énergie quels indicateurs et quels outils ?, mémoire pour l'obtention de grade de magistère, EPAU 2014. P 77

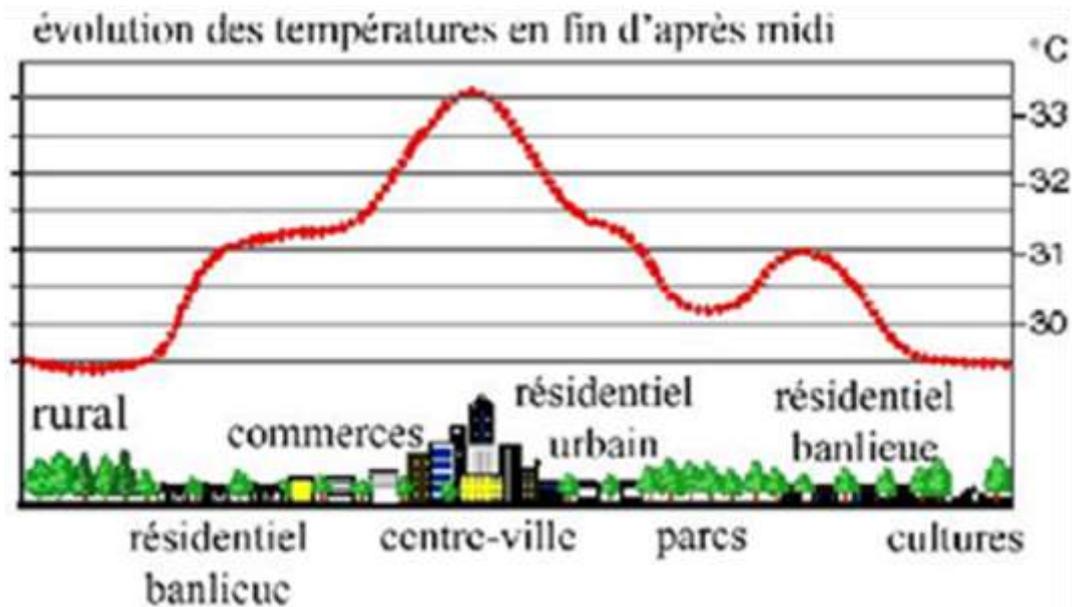


Figure I-08 : Exemple de variation de la température entre milieu urbain et rural pour une fin d'après-midi estivale,

Source: Heat Island Group : (<http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/>)

#### I.6.2. Echelles de l'îlot de chaleur urbain : L'îlot de chaleur peut être de trois types :

- ✦ On peut observer les variations des températures de surface du sol en mesurant le rayonnement infrarouge. Celui-là indique donc les îlots de chaleur à la surface du sol.
- ✦ A l'échelle de la canopée urbaine il existe aussi des variations de température entre les zones urbaines, cette fois-ci on parle de la température de l'air. Cela se dénomme « îlot de chaleur de la canopée urbaine ».
- ✦ Finalement, à une échelle plus large on observe les îlots de chaleur de la couche limite urbaine qui se caractérise par la variation de la température de l'air entre les différentes zones urbaines et rurales<sup>19</sup>.

**I.6.3. L'intensité d'ICU :** L'intensité des îlots de chaleur change sur une base quotidienne et saisonnière en fonction des différents paramètres météorologiques et anthropiques, le vent et les jours ensoleillés favorisent souvent l'ICU. En général, l'intensité des îlots de chaleur de la canopée urbaine est plus forte la nuit que le jour<sup>20</sup>.

**I.6.4. Facteurs favorisant l'apparition de l'ICU :** En plus du climat local, influencé par différents paramètres météorologiques comme la température, l'humidité relative et le vent, Les causes d'un îlot de chaleur urbain sont multiples, T.R.Oke les avait énumérés en 1976 comme suit:

<sup>19</sup>Voogt, J.A. (2002). Urban Heat Island. Encyclopedia of global environmental change,

<sup>20</sup>Thèse pour obtenir le grade de docteur, discipline : aménagement urbain et urbanisme, Soutenue publiquement par Katia VILLADIEGO BERNAL, le 17 novembre 2014, une lecture de la forme urbaine est des microclimats, la cas de Barranquilla. AIX MARSEILLE UNIVERSITE. P 103

- ✦ **Émissions de gaz à effet de serre :** Les gaz à effet de serre (GES) piègent l'énergie solaire dans l'atmosphère et participent ainsi à son réchauffement. Selon le GIEC, « la poursuite des émissions de GES au rythme actuel ou à un rythme plus élevé devrait accentuer le réchauffement et modifier profondément le système climatique au XXIème siècle.
- ✦ **Perte progressive de la végétation en milieu urbain :** La végétation joue un rôle important de protection contre la chaleur grâce au phénomène d'évapotranspiration et d'ombrage des sols et des bâtiments. La perte progressive de la végétation en milieu urbain implique une perte de fraîcheur. La végétation participe également à une bonne gestion des eaux pluviales et à une meilleure qualité de l'air
- ✦ **Imperméabilité des matériaux :** Suite à l'intensification de l'urbanisation, les types de recouvrement du sol ont été modifiés. Les sols naturels ont été remplacés par des matériaux imperméables, qui n'assurent pas de fonctions de filtrage et d'absorption de l'eau modifiant ainsi le parcours naturel des eaux pluviales. Il est à souligner qu'en minimisant la disponibilité de l'eau en milieu urbain, les processus naturels rafraichissants, comme l'évaporation de l'eau contenue dans les sols et l'évapotranspiration de la végétation, soient restreints et ne peuvent pallier le réchauffement urbain.
- ✦ **Propriétés thermiques des matériaux :** ASAEDA, T. CA, VT. WAKE, A. (1994) soulignent que les revêtements imperméables et les matériaux des bâtiments influencent le microclimat et les conditions de confort thermique, car ils absorbent beaucoup de chaleur durant le jour qu'ils rediffusent à l'atmosphère pendant la nuit, contribuant à l'effet d'îlot thermique urbain. En effet les matériaux à bas albédo peuvent atteindre des températures de 80° C en été.
- ✦ **La morphologie urbaine et la taille des villes :** la morphologie urbaine joue un rôle dans la formation des îlots de chaleurs urbains, parce qu'elle peut influencer la circulation automobile et encourager ainsi les apports de chaleur et de pollution. Ainsi les grands bâtiments et les rues étroites peuvent nuire à la bonne ventilation des centres urbains, car ils créent des canyons où s'accumule et reste captive la chaleur occasionnée par le rayonnement solaire et les activités humaines. En ajoute aussi le faible facteur de vue du ciel qui limite les pertes radiatives nettes des bâtiments et des rues.
- ✦ **Chaleur anthropique :** La production de chaleur anthropique telle que la chaleur émise par les véhicules, les climatiseurs et l'activité industrielle est un autre facteur contribuant au développement d'îlots de chaleur, notamment dans les milieux urbains denses où les activités se concentrent.

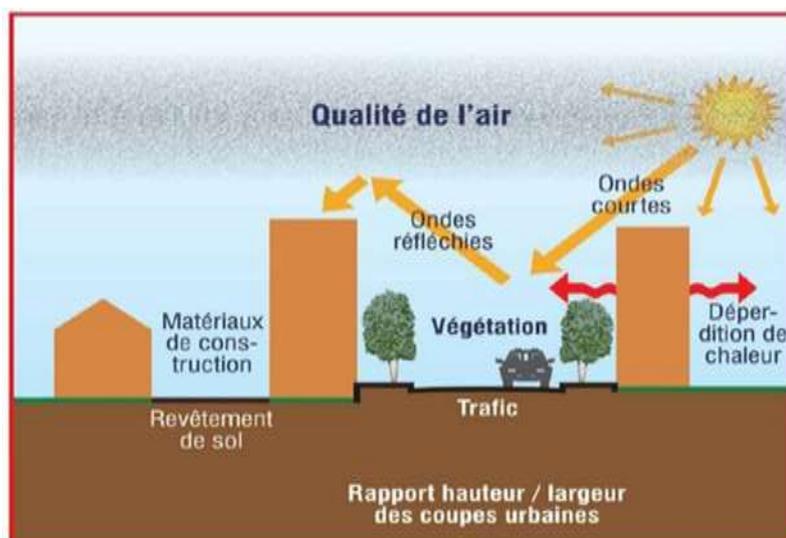


Figure I-09 : Facteurs influençant l'ICU.

Source : Alain Liébard, André De Herde 2006

### I.6.5. Impact de l'ICU :

Les îlots de chaleurs urbains sont source de préoccupation, car ils génèrent des impacts négatifs sur l'environnement et la santé des populations.

- ✦ **Impact sur la santé :** le phénomène d'îlot de chaleur urbain accentue la fréquence, la durée et l'intensité des vagues de chaleurs accablantes<sup>21</sup>. celles-ci comportent d'importantes risques sur la santé publique, puisqu'elle affecte le taux de mortalité de la population exposée, en créant un stress thermique chez les individus, les personnes les plus vulnérables à la chaleur sont les personnes âgées, les très jeunes enfants, les personnes atteintes de maladies chroniques, etc ; (la France a enregistré 15 000 décès, durant la saison estivale, suite à la vague de chaleur)<sup>22</sup>. Par ailleurs l'augmentation des températures aggrave la pollution atmosphérique, en effet la pollution atmosphérique sera à l'origine de 1 540 décès prématurés par année à Montréal (Canada).<sup>23</sup>
- ✦ **Impact sur l'environnement :** les îlots de chaleurs urbains, ont des conséquences directes sur la qualité de l'air extérieur, car ils contribuent à la diffusion des polluants et la formation de smog. Par définition le smog est un mélange toxique de gaz et de particules qu'on peut observer dans l'air sous forme de brume sèche ; qui se compose principalement de deux polluants : l'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>) et les particules fines<sup>24</sup>. Les températures élevées de la de 30°C sont favorables à la formation d'ozone au sol, ce qui explique qu'on période d'été le niveau d'ozone est plus élevé par rapport aux autres saisons, les ICU aggravent donc le phénomène de smog.

<sup>21</sup>Trottier A, 2008, toitures végétales, implantation de toit vert en milieu institutionnel, P80.

<sup>22</sup>Philippe Anquez et Alicia Herlem, 2011, les îlots de chaleurs dans la région métropolitaine de Montréal, P6

<sup>23</sup>Philippe Anquez et Alicia Herlem, 2011, les îlots de chaleurs dans la région métropolitaine de Montréal, P7

<sup>24</sup>Environnement Canada, 2011, le SMOG : <http://www.ec.gc.ca/air/default.asp?lang>.

- ✦ **Impact sur la consommation d'eau et d'énergie :** en effet les aires de rafraîchissement, tel que les jets d'eau, les piscines ou l'arrosage des zones végétalisées en milieu urbain, nécessitent pour contrer les effets de hausse de température due à ICU une augmentation de la consommation de l'eau<sup>25</sup>.

En période hivernale l'îlot de chaleur urbain peut être bénéfique en matière de confort, mais en période estivale elle provoque une augmentation de consommation d'énergie induite par la climatisation.

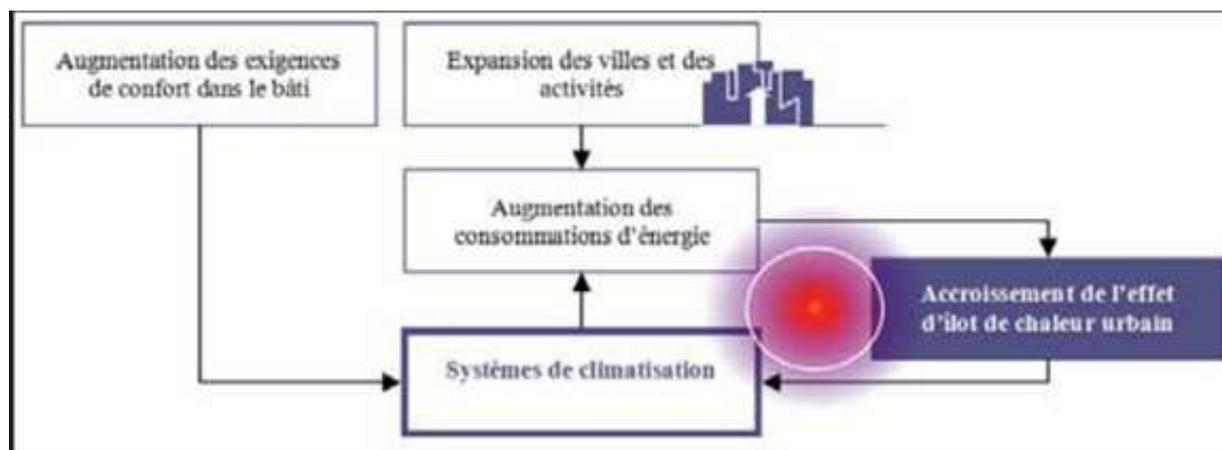


Figure I-10 : Boucle d'amplification des îlots de chaleur urbains

Source : Bozonnet E, 2006, les microclimats urbains et le demande énergétique du bâtis

### I.7. Formalisation de bilan énergétique en milieu urbain :

Le bilan énergétique en milieu urbain permet d'associer les différents paramètres de transfert thermique qui déterminent les transformations du microclimat<sup>26</sup>. ESCOURROU, G. (1991) affirme que l'urbanisation modifie le bilan énergétique normal, c'est-à-dire que la quantité d'énergie solaire absorbée par le substratum (*Le substratum représente la surface terrestre : sols, végétation, surface en eau, etc.*) et son utilisation est différente<sup>27</sup>. L'apport d'énergie provient initialement du soleil et l'atmosphère et des rejets de chaleur dus aux processus anthropiques de combustion, de métabolisme et de rejets thermiques.

La connaissance des mécanismes de thermorégulation de la ville nous aident à comprendre le rôle du végétal, de la vitesse du vent, donc d'une ventilation adéquate. Les choix des matériaux de couverture des surfaces à une influence sur la performance de la ville et leur capacité d'offrir le confort thermique aux citoyens. Ce sont des décisions d'aménagement qui concernent à la fois l'architecte et l'urbaniste<sup>28</sup>.

<sup>25</sup> Giguère M, 2009, mesure de lutte aux îlots de chaleur urbains, institue nationale de santé publique au Québec, P77 : [http://www.inspq.qc.ca/pdf/publication/988\\_mesuresilotsdechaleurs.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publication/988_mesuresilotsdechaleurs.pdf)

<sup>26</sup> Mohamed DJAAFRI ; forme urbaine, climat et énergie quels indicateurs et quels outils ?, mémoire pour l'obtention de grade de magistère, EPAU 2014 .P 82

<sup>27</sup> ESCOURROU, G. (1983). Le climat et l'environnement, les facteurs locaux du climat, Masson, Paris

<sup>28</sup> OKE, T.R. (1987). Boundary layer climates, Sec Edition, Methuen, London and New and New York

**1.7.1. L'équation définissant le bilan énergétique :** L'équation ci-après permet d'exprimer le bilan énergétique d'un espace urbain d'après OKE, T.R.(1987)<sup>29</sup> :

$$Q^* + QF = QH + QE + \Delta QS + \Delta QA \quad (W. m^{-2})$$

- Avec :  $Q^*$  : est le rayonnement net : Flux de rayonnement sur l'ensemble du spectre électromagnétique.  
 *$Q_F$  : le flux de chaleur artificiel (d'origine anthropique ou) produit par le processus de combustion, des métabolisme et de rejets thermiques (industries, transports, habitats, etc.),*
- $Q_H$  : Flux turbulents de chaleur sensible,
- $Q_E$  : Flux turbulent de chaleur latente (à l'inverse de la chaleur sensible il est plus important en rase campagne qu'en ville.
- $\Delta Q_S$  : la variation de la quantité de chaleur stockée par la zone urbaine : elle varie en fonction de la densité bâtie, elle sera donc plus importante dans les zones plus denses, du fait d'une plus grande surface de stockage et de la capacité thermique des matériaux.
- $\Delta Q_A$  : Flux de chaleur advectif (transport horizontal), correspond à la quantité de chaleur fournie ou prélevée à la masse d'air. L'écoulement d'air au-dessus de la surface.

### **I.8. Les facteurs déterminants de l'ICU liés à la forme urbaine :**

Nous avons déjà cité dans ce chapitre la forme urbaine et on la considère comme un facteur d'apparition de ICU, nous expliquerons ici la relation entre la forme urbaine et l'intensité de l'ICU, plusieurs études ont montré l'influence de la géométrie de la ville sur les conditions microclimatiques. Cependant ils concluent qu'un seul paramètre n'explique pas la variation des températures mais c'est l'ensemble des paramètres. Les caractéristiques urbaines liées à la géométrie urbaine ayant la plus grande influence sur l'intensité de l'ICU sont :

**I.8.1. La densité du bâti :** Elle représente la proportion du sol couverte par des bâtiments. Ce paramètre exprime la quantité de surface exposée au rayonnement solaire, qui affecte la dispersion de la chaleur sur le sol et les régimes du vent. En plus de ce facteur, on doit prendre en compte aussi la surface imperméable (la partie du sol pavée avec des matériaux imperméables) et la surface perméable (la partie du sol avec une couverture naturelle perméable). De ces facteurs dépendent la quantité d'eau disponible dans le sol, donc le potentiel d'évapotranspiration ainsi que la capacité de réflexion du rayonnement (albédo)<sup>30</sup>.

**I.8.2. Le facteur de vue du ciel FVC :** Il représente la quantité de ciel visible depuis un point donné ou une surface plane. Le FVC se définit comme le rapport entre la

<sup>29</sup> Mohamed DJAAFRI ; forme urbaine, climat et énergie quels indicateurs et quels outils ?, mémoire pour l'obtention de grade de magistère, EPAU 2014 .P106

<sup>30</sup> Stewart, I. et Oke. T. (2010). Thermal differentiation of Local Climate Zones using temperature

radiation reçue par une surface plane et celle reçue par la totalité de l'environnement radiatif sphérique. Il s'exprime en unités proportion de 0 à 1 où « 0 » indique une visibilité nulle du ciel et « 1 » est la vue du ciel sans aucun obstacle. Le FVC est important dans l'analyse de l'ICU, car c'est un indice du rayonnement qui peut être reçu par une surface donnée. Un faible FVC est caractéristique des rues étroites où le rayonnement pénètre plus difficilement, en revanche le peu de rayonnement qui entre peut-être emmagasiné plus longtemps que dans une rue large.

**I.8.3. Le rapport l'aspect H/L :** Le profil des rues affecte le rayonnement solaire incident dans la rue. Ce rapport exprime la relation entre la hauteur (H) des bâtiments et la largeur des rues (L). Un rapport  $H/L = 1$  indique une rue avec une hauteur et une largeur similaire. Un rapport 0,5 caractérise les profils de rues ouverts ; par contre un rapport 2 signifie que la hauteur des bâtiments est égale (au moins) à deux fois la largeur de la rue. Cette configuration est typique dans les centres anciens des villes européennes. En revanche, les hautes parois verticales des rues peuvent capter et stocker le rayonnement – piégeage radiatif - et rendre difficile la dissipation de la chaleur favorisant l'ICU. Il faut aussi prendre en compte l'orientation des rues, car ceci va conditionner de manière importante l'incidence solaire.

**I.8.4. La rugosité :** La ville avec tous ses éléments offre une résistance au vent. La vitesse de celui-ci se voit altérée par les forces de frottement en contact avec les aires urbaines ; ce facteur est connu en tant que rugosité. La vitesse du vent, la hauteur et la densité du bâti déterminent la longueur (m) de rugosité .

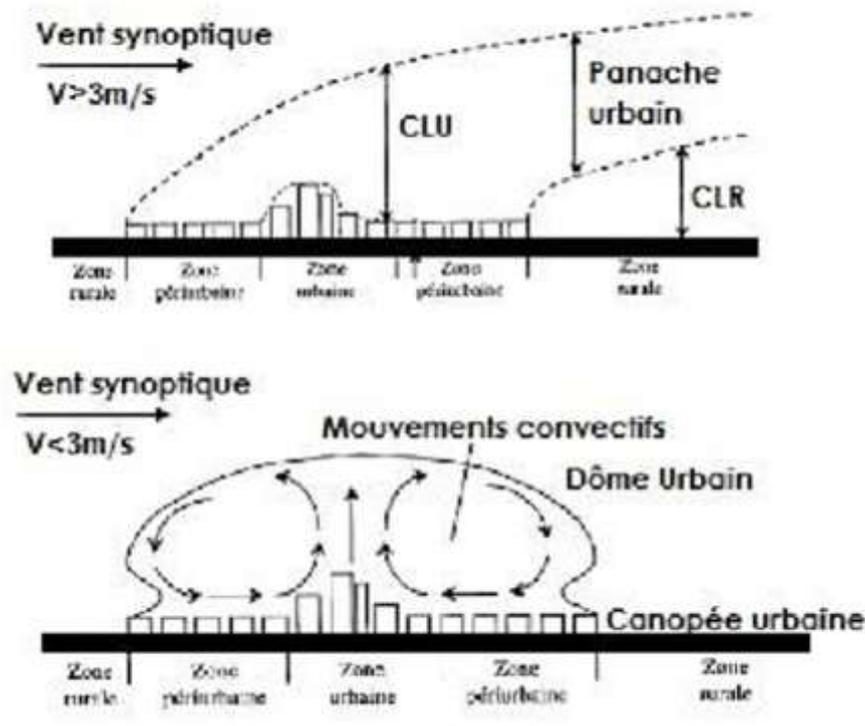


Figure I-11 : Effet de la rugosité sur le vent

Source: Mestayer et Anquetin (1995) : [http://www.memoireonline.com/02/12/5371/m\\_Optimisation-des-methodes-de-modelisation-de-la-pollution-du-traffic-automobile10.html](http://www.memoireonline.com/02/12/5371/m_Optimisation-des-methodes-de-modelisation-de-la-pollution-du-traffic-automobile10.html)

**I.8.5.L'albédo** : C'est la partie du rayonnement réfléchi par une surface donnée. L'albédo va de 0 à 1 ou peut être aussi exprimé en pourcentage. Plus fort est l'albédo, plus la partie de rayonnement est réfléchi par la surface. Ceci va dépendre de la couleur, les surfaces claires ont plus d'albédo que les surfaces obscures : la neige a un très fort albédo (0,8 – 0,95). La quantité d'eau présente dans le matériau va aussi affecter l'albédo. L'albédo en ville varie entre 0,1 et 0,25, dans la campagne il est plus grand<sup>31</sup>.

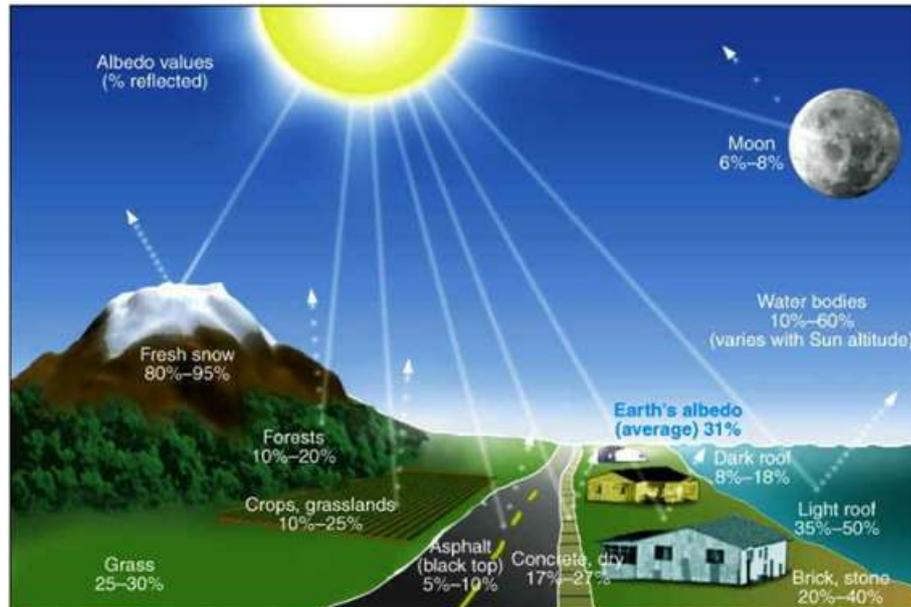


Figure n°I-12 : Les valeurs de l'albédo selon le type de surface

Source : [http://marineecology.wcp.muohio.edu/climate\\_projects\\_04/snowball\\_earth/web/WebpageStuff/albedo.html](http://marineecology.wcp.muohio.edu/climate_projects_04/snowball_earth/web/WebpageStuff/albedo.html)

### I.9. Le confort thermique dans les espaces urbains extérieurs :

Le confort est une notion globale : Chaleur et froid, lumière, bruit, paysage, eau, verdure, prestige et autres, sont autant d'éléments définissant plusieurs paramètres climatiques, esthétiques, psychologiques du confort. Le confort est également une sensation subjective. Le confort en lui-même n'existe pas. Ce n'est que par l'inconfort qu'on peut l'apprécier. Cette appréciation est différente selon la société et pour une même société suivant les individus. En effet, certaines sociétés favorisent un aspect au détriment d'un autre<sup>32</sup>.

#### ✦ Notion de confort thermique :

Le confort thermique pour un être humain a été défini par Fanger (1970) en tant que « l'état de l'esprit qui exprime la satisfaction avec l'environnement thermique<sup>33</sup> ». Une autre définition du confort donnée par Givoni (1976) évalue

<sup>31</sup>Colombert, M., Diab, Y. et Salagnac, J-L. (2006). Climat urbain: de l'évolution des villes au changement climatique. Dans Les risques liés au temps et au climat. Actes du XIX colloque international de climatologie, 172-177.

<sup>32</sup>Amos Rapoport : Pour une anthropologie de la maison. Edition Dunod, 1972

<sup>33</sup>Fanger P.O.: Thermal comfort. Copenhagen. Danish Technical Press, 1970.

le confort thermique comme l'absence de l'irritation et de l'inconfort dus à la chaleur ou au froid, et comme un état impliquant l'agrément. La sensation de confort thermique est liée à l'effort que l'organisme doit fournir pour maintenir sa température interne constante<sup>34</sup>. Une ambiance confortable est une ambiance pour laquelle l'organisme humain peut maintenir constante sa température corporelle (homéothermie) sans mettre en jeu d'une manière perceptible ses mécanismes instinctifs thermorégulateurs de lutte contre le chaud et le froid. Cet état est appelé neutralité thermique.

La définition la plus large du confort thermique est celle proposée par l'ASHRAE puisqu'elle considère que le confort thermique est atteint lorsque l'individu exprime une satisfaction au sujet de son environnement [ASHRAE 1993b].

Le confort thermique peut être défini aussi comme une sensation complexe produite par de nombreux facteurs, conduisant l'individu à exprimer le bien-être de son état. La sensation de confort thermique reste cependant une notion personnalisée, dans la mesure où les individus sont différents<sup>30</sup>. Malgré la complexité évidente d'appréhension de cette notion, il est possible d'estimer des circonstances dans lesquelles aucune situation de confort n'est atteinte (stress thermique) et il est également envisageable de comparer deux états de confort en termes relatifs, comme par exemple, la variation du niveau de confort dû à un nouvel aménagement.

### **I.9.2. Les paramètres déterminants le confort thermique :**

Le corps humain est un système thermique complexe qui doit maintenir sa température interne stable, autour de 37°C, en dépit des variations de la température extérieure. Il s'agit donc d'un équilibre entre la production de chaleur et la perte de chaleur. Dans la description des éléments concernant le confort thermique, la prise en compte de l'environnement relatif à l'individu nécessite la connaissance précise de quatre paramètres microclimatiques importants :

- Température de l'air.
- Température radiante moyenne.
- Humidité de l'air.
- Vitesse de l'air.

Dans les espaces extérieures, en plus de tous les paramètres précédemment cités, il faut prendre en compte :

- Les apports solaires (directs, indirects et diffus)
- La température de la voûte céleste
- Les phénomènes naturels : la pluie, la grêle, la neige, etc.

---

<sup>34</sup>Hoffmann, J. B.: Ambiances climatisées et confort thermique. In: Proc. of COSTIC, 1994.

En extérieur il est indispensable d'insister sur l'importance des rayonnements solaires réellement reçus par l'individu. Des vitesses de courant d'air qui auraient pu paraître insupportables dans un bâtiment peuvent devenir, en situation chaude, non seulement tolérables mais parfois indispensables de manière à favoriser l'évacuation de la chaleur par transpiration. Un point qui doit également être souligné est la plus grande diversité des surfaces de l'environnement construit (matériaux, couleurs, végétation) qui induit une non-homogénéité des transferts de chaleur et la plus grande complexité des géométries à envisager en espaces extérieurs.

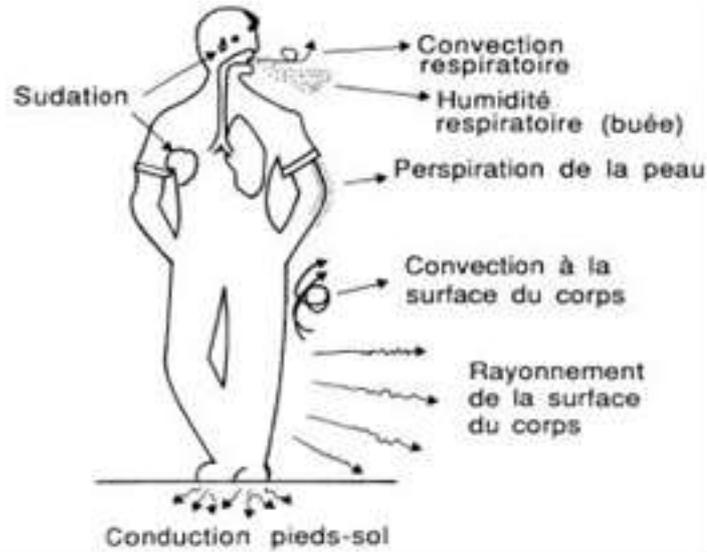


Figure I- 13 : Les différents types d'échanges thermiques

Source : [Depecker et al. 1989]

### I.10.Conclusion :

Les rapports entre la forme urbaine et l'environnement climatique de la ville sont d'une grande complexité, en raison du nombre important des variables qui interviennent dans ses interactions, ces variables peuvent agir pour favoriser et nuire au confort des individus au milieu urbain.

Dans ce chapitre, nous avons traité la définition du climat et ses échelles, ainsi que les changements qu'apporte la création par l'homme de milieu artificiel qui est la ville sur le climat, notamment sur l'échelle micro, qui se caractérise principalement par la création des îlots de chaleur urbains, qui sont responsables des écarts de température entre le milieu urbain et l'espace périurbain et ses conséquences sur le confort et la santé des individus. À la fin de ce chapitre nous avons abordé la notion de confort thermique et les facteurs favorisant ce confort pour l'être humain.

**CHAPITRE II : DE LA NATURE DANS  
LE MILIEU URBAIN : LE JARDIN**

## II.1.Introduction :

La ville d'aujourd'hui fait face à de grands défis et enjeux pour préserver le bien-être le confort et surtout la santé morale et physique de ses habitants, la pollution, les changements climatiques, la densification en population, la minéralisation des espaces urbains, l'amplification des îlots de chaleur urbains, la surconsommation d'énergie, sont autant de problèmes auquel la ville doit affronter.

L'introduction de la nature en ville constitue une stratégie sans regret, pour remédier aux problèmes dont souffre la ville. La présence de la nature en milieu urbain nous assure un contact avec les variables naturelles de l'écosystème, et en particulier, avec un élément vivant autre qu'humain. L'individu ayant besoin de vivre en contact avec un environnement moins aliénant, et plus sain, l'importance de la végétation en milieu urbain est donc d'autant plus grande que les villes et les banlieues abritent des concentrations élevées de gens<sup>35</sup>.

La nature dans la ville se manifeste sous plusieurs formes, dans ce chapitre on s'intéressera à sa concrétisation à travers les jardins, « Jardins, parcs, squares, ensembles végétaux constituent des éléments essentiels de la qualité du cadre de vie en ville, encore faut-il qu'ils soient bien conçus et que les arbres qui en constituent l'armature essentielle soient bien disposés, bien choisis et bien plantés pour créer des volumes et des ambiances qui répondent aux aspirations des habitants<sup>36</sup>. »

Le jardin participe à la formation de l'image de la ville à laquelle il appartient, il a été toujours une composante essentielle de la structure urbaine de la ville, un espace de vie sociale destiné à plusieurs usages, et il a joué divers rôles à travers le temps.

## II.2.Le jardin :

**II.2.1.Définition :** Le jardin se définit comme étant : « une composition. C'est un lieu ordinairement clos ou limité, où l'on cultive ou aménage des végétaux, il est toujours artificiel, parce qu'il n'existe que par le fait de l'homme »<sup>37</sup>, aussi les mots artificiel contient le terme « art » ou sa définition selon les dictionnaires le Robert et Larousse c'est qui est produit par une technique et non par la nature. Effectivement il n'y pas de jardin vraiment naturel car dès qu'il, ne fut – ce qu'un chemin ou une plantation, ce n'est pas la nature qui les a faits, mais l'homme.

La notion de jardin représente la forme la plus ancienne d'espace vert et elle se divise en deux catégories : jardin privé et le jardin public. Les jardins privatifs sont à l'usage exclusif d'un copropriétaire.

<sup>35</sup>

Cabanel, J., Stefulesco, C: L'urbanisme végétal. I.D.F diffusion, 1993

<sup>36</sup> CABANEL, J. In Stefulesco, C (1993). L'urbanisme végétal. Paris : I.D.F., 323 p. (avant-propos, p 9).

<sup>37</sup> PECHERE. R .*Grammaire des jardins, secret de métier*. Edition : Racine. Bruxelles, 2002.

La notion du jardin public a émergé en Europe au début du 19<sup>ème</sup> siècle, « comme une réponse aux problèmes générés par la croissance rapide des villes suite à la révolution industrielle, le jardin public a été créé dans le but hygiéniste, mais aussi d'embellissement des villes ». Le jardin public, c'est-à-dire accessible à tous en toute égalité, et dont chacun peut avoir son usage personnel propre, le jardin de la paix n'a pas laissé la même image dans la littérature selon qu'il est dans la rue ou dans le square. Il se compose d'un espace vert urbain, enclos à dominance végétale, protège des circulations générale, libre d'accès, conçu comme un équipement public et géré comme tel<sup>38</sup>.

**II.2.2.types de végétation :** La végétation dans les jardin peut se trouver sous différentes formes : pelouses, prairies, haies, arbres, et plantes grimpantes :

**La pelouse ;** est un tapis étendu plus ou moins régulier.

**La prairie ;** est un écosystème en grande partie dépourvue d'arbre, couverte de végétation basse continue.

**Les haies ;** correspondent à des écrans de verdure destinés à protéger, à limiter ou à séparer qui peuvent être taillées ou libres.

**Les arbres ;** sont des plantes à fleurs ligneuses, qui peuvent être utilisée pour l'alignement c'est à dire des plantations sur voie, ou limites diverses, ils se développent ainsi sur tous types de sol et peuvent être classifiés selon trois critères : la dimension, la densité et la forme.

En effet, selon leur **dimension**, les arbres peuvent présenter trois étages :

- Dans le premier niveau, on trouve les buissons dont la taille ne dépasse pas 1,5m, utilisés pour couvrir un sol non minéral ou non enherbé.
- Au deuxième niveau, se trouve les arbustes qui peuvent s'élever jusqu'à 4m, une hauteur qui leur permet d'être utilisée comme mur de clôture ou marquage de limites.
- Le troisième niveau englobe les arbres dont la hauteur peut atteindre 15m et plus en milieu urbain.

Pour la densité du feuillage, celle-ci détermine la perméabilité à la lumière, au bruit, au vent..., ainsi, elle varie selon l'espèce considérée, la Configuration de son développement et la saison. Alors, tenant compte de ces caractéristiques, les arbres en milieu urbain peuvent constituer trois

<sup>38</sup> CHOY, F et MERLIN, P, (2010) Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement. Paris : Presses ; Université de France

types d'écran : Opaque, semi transparent et transparent. Les Conifères constituent les écrans opaques, les arbres à feuilles caduques constituent les écrans semi- transparents, et les arbres fruitiers et certains types de pin qui ne procurent pas d'ombre dense et créent une lumière changeante constituent les écrans transparents.

Quand au troisième critère concernant la forme, elle est constituée à la fois par la silhouette de l'arbre et par la configuration des branches variant selon différentes formes : étalée, en boule, ovoïde, érigée en colonne, pyramidale et pleureuse.

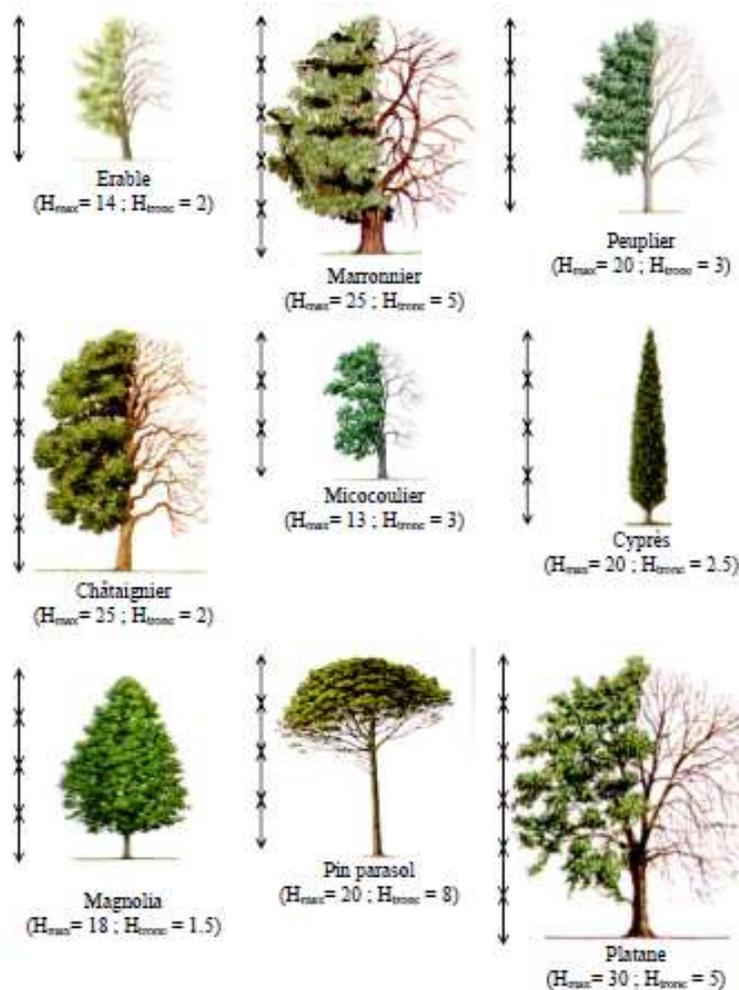


Figure II.01 : Dimensions de neuf arbres communs.

(Source : Larue, 1996).

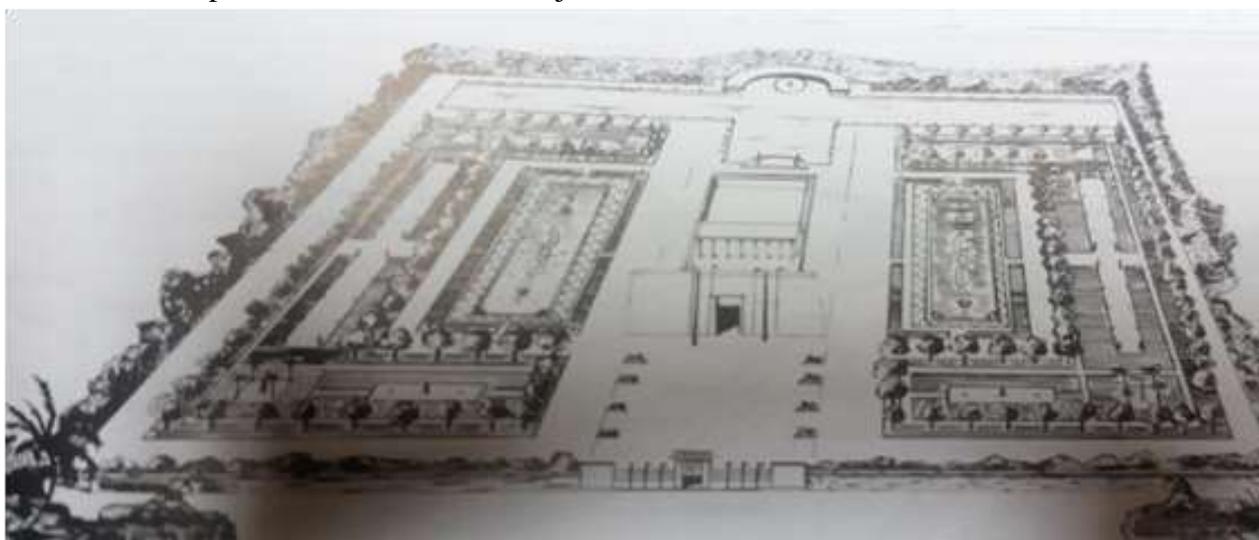
### II.3.Aperçu historique :

**II .3.1.Les jardins de l'antiquité :** L'histoire des jardins commence avec les anciennes civilisations de l'antiquité, les jardins avaient une fonction décorative, un

usage culinaire, des vertus médicinales, les jardins dans cette époque étaient privés, ces espaces étaient une extension de la maison, une pièce en plein air représentative pour les riches un lieu de repos et de loisir.

Les premiers jardins ont vu le jour **en Mésopotamie**. Ils étaient construits à proximité des temples et leurs produits servaient d'offrande aux divinités. Un lien spirituel sans doute à l'origine des jardins mythiques des différentes religions et mythologies. A Babylone, l'existence des jardins suspendus est considérée comme l'une des Sept Merveilles du monde, elle a été attestée par des fouilles archéologiques.

**Les jardins Égyptiens** étaient à la fois jardins d'agrément et jardins utilitaires, Ils sont créés pour les pharaons, les dignitaires du royaume, mais aussi pour les dieux, ces espaces deviennent ainsi des jardins sacrés.



*Figure II-02 : Dessin d'un jardin égyptien au temps des pharaons.*

*Source : Dessin réalisé à partir du jardin imaginé par E.André*

**Le jardin perse** gardé par de hautes tours de surveillance et des murs est conçu selon le principe de la division de l'univers en quatre zones par les quatre fleuves. Ces derniers sont matérialisés par des allées ou des canaux. Au centre on trouve toujours un bassin ou une fontaine, les plantations dans ces jardins sont plantées selon une ligne droite, suivies de tracés en figures régulières. Cette division représente la notion de « Chahar bagh » « quatre jardins » ou le terme. Les jardins perçus qualifiés de « Paradis » avec ses fleurs, ses rosiers et ses variétés parfumées seront une source d'inspiration pour les Grecs puis les Romains.

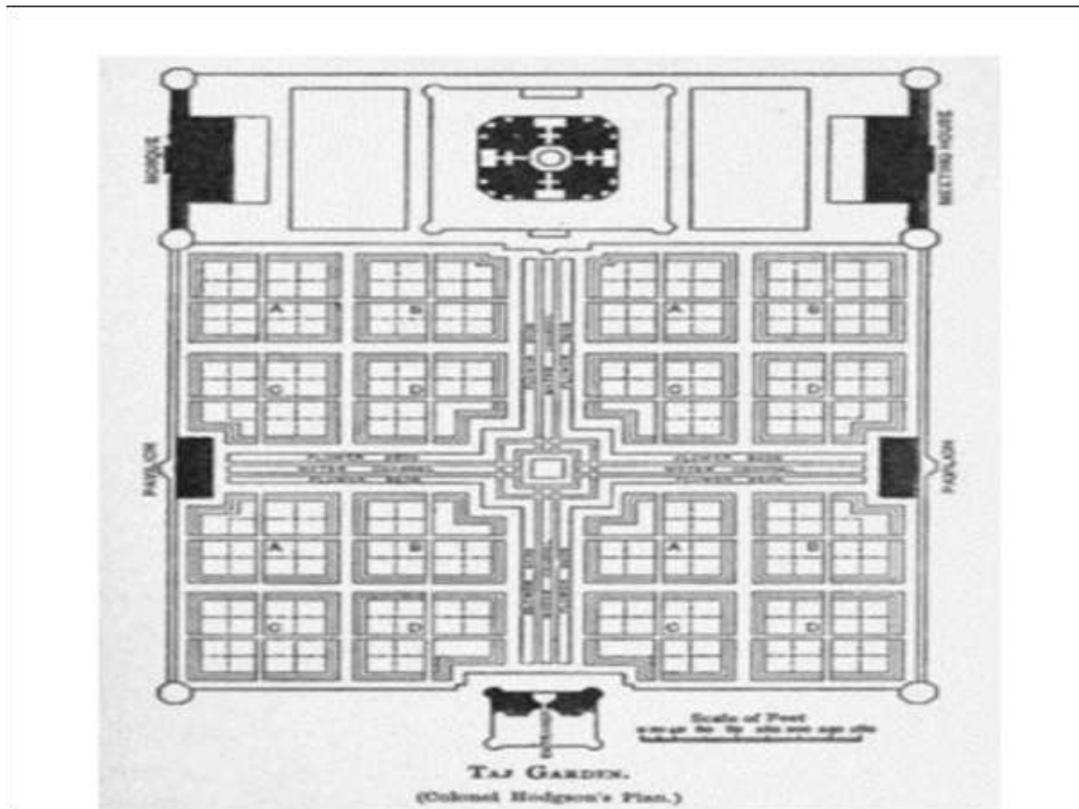


Figure II-03 : Plan de Jardin Chahar-bag

Source : [www.jardins-persan.jimdo.com](http://www.jardins-persan.jimdo.com)

**Le jardin grec** de composition simple, s'articule selon les éléments suivants : Ombre, repos, fraîcheur, parfums, Fontaine, statue, végétaux variés, oliviers, rosier. Les Grecs découvrent les jardins et les parcs de Perse et d'Égypte, les jardins deviennent alors beaucoup plus importants dans la vie sociale et religieuse <sup>39</sup>.

### II.3.2. Les jardins de Moyen Âge :

Les jardins du Moyen Âge entre V et VI siècle, étaient simples, bien ordonnés, durant cette période les jardins islamiques en vue une grande évolution. L'inspiration pour les jardins islamiques vient de la vision musulmane de paradis, et tous leurs symboles sont basés sur la promesse de la bienfaisance et de la générosité d'Allah, le jardin islamique est un espace privilégié à usage privé.<sup>40</sup> Les jardins islamiques se composent de :

- Une succession de patios découverts peu à peu, dont l'accès se fait par des arcs très décorés.
- Un isolement par rapport au paysage extérieur.
- De l'eau, mouvante et partout présente, nombreux jets d'eau fine.

<sup>39</sup> Jean-Luc, Thierry Gelgon. op. cit. p14

<sup>40</sup> Jean-Luc, Thierry Gelgon. op. cit. p2

### II.3.3.Renaissance :

Dans le jardin de la renaissance, la composition est stricte .C'est un enclos de verdure, conçu pour le plaisir, des vastes espaces à usage public. C'est un endroit ou le propriétaire garde la liberté de sa créativité. Les fleurs et la variété des végétaux ne sont pas mise dans le jardin de la renaissance, seul le bois et l'eau sont couramment utilisés.

Les jardins de la renaissance française ont évolué du style humaniste italien au style maniériste puis baroque, l'homme est le centre de l'univers. Ces jardins sont apparus puisque l'homme avait besoin d'une vie plus simple.et pour être admiré du château qui symbolise l'autorité du châtelain. Donc le jardin offre une vue unique qui donne au spectateur le sens d'une unité et d'une symétrie rigoureuses, qui à la fois subordonne et embellit l'œuvre de la nature<sup>41</sup>. Le principe de conception :

- Terrasse plus vaste que celle des jardins Italienne.
- Des tracés réguliers fortement mis en valeur.
- Des parterres plus présenté mais plus calme.
- Des éléments architecturaux plus sobres.



*Figure II-04 : Château de Versailles*  
*Source : [www.chateauversailles-spectacle.fr](http://www.chateauversailles-spectacle.fr)*

<sup>41</sup> Hervé Brunon. Histoire de l'art des jardins, dossier pédagogique, La Ferme Ornée de Carrouges, 2014, n°37, P, 19'

### II .3.4. Les jardins contemporains (20 et 21<sup>ème</sup> siècle) :

Les jardins contemporains sont des jardins à usage public qui nécessitent une grande gestion et un suivi très rigoureux face à la dégradation des éléments du jardin et à la marginalisation de ce dernier, d'où les parterres se transforment progressivement en de ridicules enchainements et les arbres taillés dégénèrent en extravagantes fantaisies.<sup>42</sup>

Mais l'approche naturaliste de William Robinson, avec bois, rochers, eau et prairies et la disponibilité croissante de nouvelles plantes ont lancé la vague des grands jardins horticoles ou raffinement et considération écologique se rejoignent.

Et dans cette époque que le concept de « jardin plantaire » est inventé par Gilles Ciment qui signifie que la terre est comme le jardin, et aussi il organise une exposition au grand hall de la Villette fin 1999 sur l'état des lieux des jardins afin de s'inspirer pour les jardins contemporains (21<sup>ème</sup> siècle). Aujourd'hui, les collectivités locales et territoriales sollicitent les paysagistes pour des projets d'aménagements. « Les jardins clos, ont pris une place importante pour les communautés locales »<sup>42</sup>.



*Figure II-05: Parc de la Villette*

*Source : www.tourisme 93.com*

### II.4. Les typologie des jardins : on peut distinguer les types suivant des jardins :

**II.4.1. Jardin botanique :** institution qui rassemble des collections documentées de végétaux vivants, à des fins de recherches scientifique, de conservation, d'exposition et d'enseignement.

<sup>41</sup>Jean-Luc, Thierry Gelgon .op. cit. p59

<sup>42</sup>ALPHAND.A et BARON.E. L'art des jardins : parcs, jardins, promenades. Editeur, Rothschild. Paris. 1885

**II.4.2. Jardin collectif** : représente l'ensemble des jardins de quartier, les jardins des hôpitaux, des jardins des unités industrielles, et les jardins d'hôtels.

**II.4.3. Jardin ornemental** : Espace aménagé où l'échantillon végétal ornemental prédomine.

**II.4.3. Jardin résidentiel** : jardin aménagé pour le délasserment et l'esthétique, rattaché à un ensemble résidentiel.

**II.4.4. Jardin particulier** : Jardin rattaché à une habitation individuelle.

## II.5. Dimensions symbolique et esthétique d'un arbre :

### II.5.1. La Dimension symbolique :

L'Arbre renferme à lui seul des thèmes symboliques parmi les plus riches et les plus répandus. On peut distinguer plusieurs interprétations symboliques qui gravitent à peu près toutes autour de l'idée du Cosmos vivant, autour de notre planète en perpétuelle régénérescence. En effet, sa nature cyclique (p. ex. mort et régénération des organes, des individus, d'un peuplement ou d'une forêt entière ; changements dans le feuillage au fil des saisons) en fait un symbole par excellence de la vie en pleine évolution.

Symbole de vie en perpétuelle évolution, l'arbre met en communication les trois niveaux du cosmos : le souterrain par ses racines, la terre par son tronc, les hauteurs par ses branches supérieures et le ciel par sa cime. L'arbre est donc le symbole des rapports entre le ciel et la terre. Il a un caractère central. Il évoque aussi tout le symbolisme de la verticalité. Il est le chemin ascensionnel par lequel transitent ceux qui passent du visible à l'invisible.

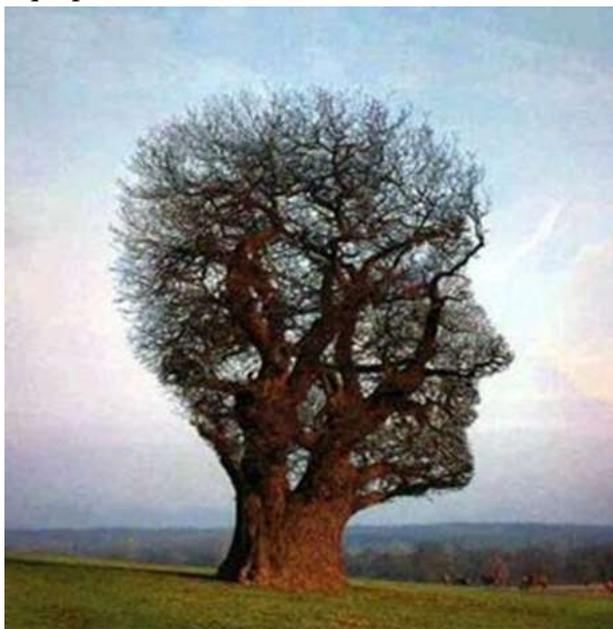


FIG.II.06 : Vision symbolique de l'arbre.

Source : <http://planete.qc.ca>

L'arbre symbolise tantôt les forces de la Vie comme l'arbre de vie, tantôt l'homme, tantôt une famille : arbre généalogique. Certains arbres ont une symbolique propre : l'olivier représente la paix, la sérénité le chêne représente la robustesse, la longévité.

### **II.5.2. La Dimensions esthétiques :**

La beauté des arbres tient d'abord à leur diversité source de biodiversité et de poésie urbaine. Diversité des formes qui sont autant d'atouts de composition pour l'architecte paysagiste.

Diversité des hauteurs, avec les arbres de première grandeur comme le chêne, le frêne, le platane, le cèdre ou le sapin, ces grands qualifient un espace public, place ou perspective, pour des dizaines ou des centaines d'années. Mais il faut aussi jouer avec toute la palette des arbres de taille moyenne. Enfin viennent les arbres de troisième grandeur comme les fruitiers, les arbres pleureurs ou tortueux, qui apporte leurs touches intimes et fleuries et font la transition avec les haies taillées ou libres.

A cette diversité des formes et hauteurs se combine la diversité des feuillages, caducs ou persistants. Des formes des feuilles, finement dentelées ou puissantes et massives, l'ambiance d'une petite place sera totalement différente suivant le choix de l'espèce. Et ce n'est pas fini, en hiver l'écorce de l'arbre jouera aussi son rôle, blanche comme celle des bouleaux, lumineuse et lisse comme le hêtre, rugueuse comme celle du chêne, autant de variations infinies. Puis viennent les fleurs et les fruits, avec leur cortège d'odeurs, de couleurs et de saveurs.

Ainsi imaginés, dessinés, puis plantés petits d'abord, les arbres vont grandir en beauté pour le plus grand plaisir des citoyens. Viendra un jour où ils déclineront gravement, alors de nouveau, les élus devront avoir le courage de les retirer pour en planter des plus jeunes et résister à la tentation de mettre à leur place un vulgaire enrobé ou béton. Les qualités esthétiques des végétaux dépassent leur simple fonction d'enjoliveur ou de cache-misère car la dynamique induite par ce jeu est teintée de références aussi bien à la nature qu'au temps par leur évolution formelle et chromatique à travers les saisons.



FIG.II.07 : Un arbre à différentes saisons.

(Source : <http://www.w3sh.com/>)

## II.6.Impact des jardins sur le microclimat urbain :

Nous aborderons ici l'impact positive qu'apporte le jardin ( la végétation sous toutes ses formes ) sur l'amélioration du microclimat urbain caractérisé principalement par les îlots de chaleur urbain et la pollution atmosphérique, ces deux aspects de l'environnement urbain qui sont très liés, notamment parce que de nombreuses réactions photochimiques<sup>43</sup> impliquant les polluants sont sous la dépendance de composants essentiels du microclimat comme le rayonnement, la température, l'humidité de l'air et le vent.

Les espaces verts de la ville peuvent avoir un effet marqué sur beaucoup d'aspects de la qualité de l'environnement urbain et la richesse de vie dans une ville. Ci-dessous, nous allons voir comment que, la végétation peut avoir une influence concrète sur le microclimat urbain.

**II.6.1.Amélioration de la qualité de l'air :** la qualité de l'air au milieu urbain, représente un enjeu sanitaire et environnemental, la qualité de l'air influence la prévalence des maladies respiratoire et cardio-vasculaire des citoyens. La présence de la végétation dans le milieu urbain à travers les jardins et autre forme de végétation en ville, permet de purifier l'air, par le biais de deux mécanismes qui servent à piéger certains polluants gazeux présents dans l'air, à savoir :

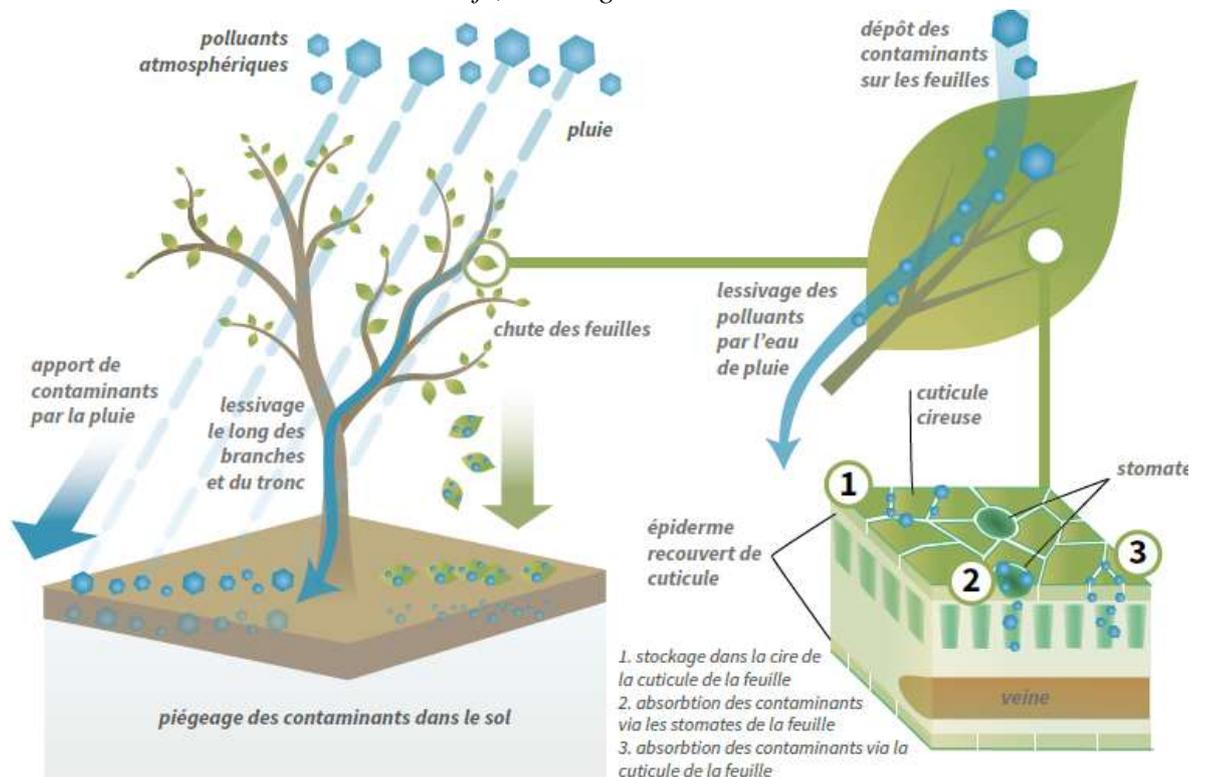
- Capture et absorption par les stomates<sup>44</sup> des feuilles les principaux polluants.
- Stockage (dépôt) dans les cires de la cuticule des feuilles de certains polluants (COV, HAV). La végétation permet aussi de piéger les particules et les métaux présents dans l'air, ces derniers sont ensuite déposés au sol, sous l'effet de lessivage des feuilles par la pluie ou lors de leurs chutes.

<sup>43</sup> Réaction photochimique : réaction dans laquelle la lumière fournit l'énergie d'activation nécessaire.

<sup>44</sup> un stomate est constitué de deux cellules, ménageant entre elles une petite ouverture par laquelle s'effectuent les échanges gazeux entre la plante et son environnement (respiration, transpiration et photosynthèse) il est présent sur l'épiderme des feuilles.

Les polluants primaires	
issus directement des sources de pollution atmosphérique telles que le trafic routier, l'industrie, le chauffage domestique, l'agriculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ particules (PM10 et PM2,5)</li> <li>▶ monoxyde de carbone (CO)</li> <li>▶ oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>)</li> <li>▶ oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)</li> <li>▶ composés organiques volatils (COV)</li> <li>▶ hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</li> <li>▶ métaux (plomb, mercure, cadmium, etc.)</li> <li>▶ pollens</li> </ul>
Les polluants secondaires	
provenant de réactions chimiques des polluants primaires gazeux ou particulaires entre eux	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ l'ozone (O<sub>3</sub>), formé à partir du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sous l'action du rayonnement solaire et en présence de composés organiques volatils (COV)</li> <li>▶ particules secondaires, dues à la conversion essentiellement en particules (PM2,5) des polluants primaires gazeux tels que le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, et les COV</li> <li>▶ dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</li> </ul>
Certains polluants comme le NO <sub>2</sub> et les particules sont à la fois polluants primaires et secondaires	

Figure II-8 : les principaux polluants au milieu urbain  
 Source : www.ademe.fr, aménagé avec la nature en ville



Le piégeage des polluants gazeux et des particules par la végétation et le sol © Isabelle Feix et Sarah Marquet, d'après Uzu, 2009 [19]

Figure II-9 : Capture et stockage des polluants par la végétation  
 Source : www.ademe.fr, aménagé avec la nature en ville

**II.6.2.Limitation de la concentration des gaz à effet de serre (GES) :** les gaz à effet de serre sont naturellement peut abondant dans l'atmosphère. Toutefois l'urbanisation et les activités humaines productrices de polluants, en favoriser l'augmentation de façon alarmante le taux des GES dans l'atmosphère, induisant

ainsi et le réchauffement des villes, l'augmentation des températures du globe et plus généralement le réchauffement climatique.

Les végétaux et plus particulièrement les arbres et les sols (terre) en ville participent à la limitation des gaz à GES dans l'atmosphère car elles participent au stockage du carbone ( $\text{CO}_2$ ), ce dernier est variable en fonction du climat, des végétaux, du sol est des pratiques d'entretien. Le choix d'urbanisation et le changement de l'occupation des sols modifient la capacité de stockage de carbone. La photosynthèse est mécanisme naturel qui permet aux plantes de séquestrer<sup>45</sup> le carbone dans l'atmosphère, par exemple :

- Les arbres séquestrent du carbone dans la partie aérienne et les racines de façon variable selon l'essence et l'âge (il faut 3 à 10 ans pour qu'un arbre devienne un puit net de GES, avant il est émetteur net), le climat, les pratiques culturelles et l'environnement de l'arbre.
- Les pelouses recouvrent une grande partie de la surface des jardins et les espaces à vocation récréative ; les sols et les racines des pelouses séquestrent du carbone, plus au moins selon la fertilisation et l'entretien<sup>46</sup>.

Toutefois, les gains représentés par le stockage de carbone par les espaces végétalisés au milieu urbain, bien que non négligeable, mais ne permettent pas toujours de compenser les émissions de GES liées aux activités humaines.

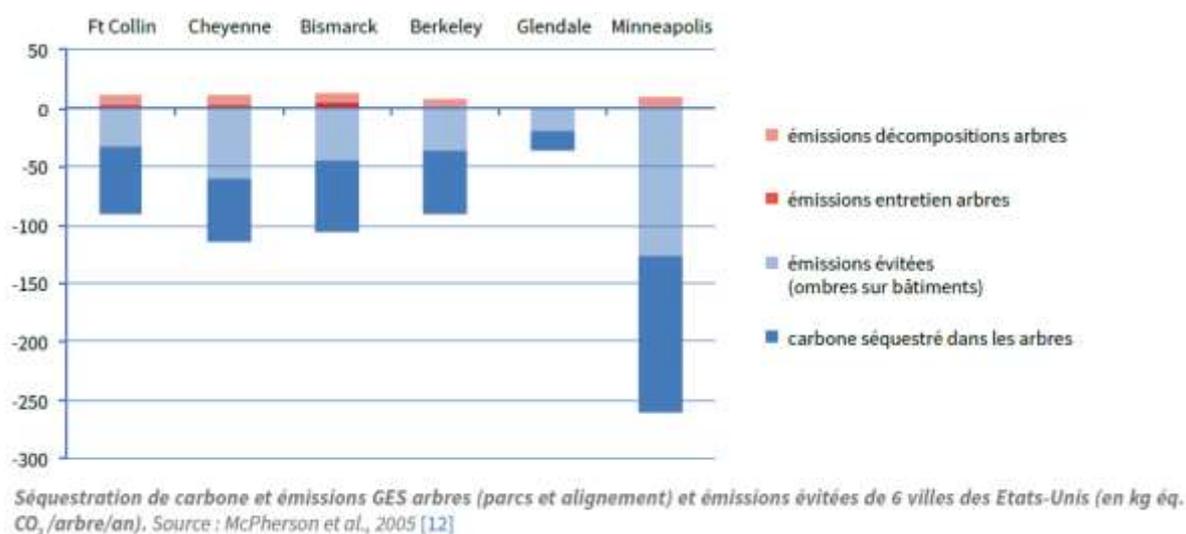


Figure II-10 : séquestration de carbone et émissions GES des arbres et émissions évitées de 06 villes des Etats-Unis

Source : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville

### II .6.3.Effet d'oxygénation :

Grâce à la fonction chlorophyllienne, le gaz produit par les activités urbaines est en partie absorbé et l'oxygène en est rejeté. Dans certains cas et pour les régions ventées, la vitesse de l'air empêche l'oxygène de descendre à un niveau qu'on peut respirer.

<sup>45</sup> séquestration du Carbone désigne les processus d'extrayant la Carbone ou le  $\text{CO}_2$  de l'atmosphère ou de l'eau et le fixant sous forme de matière organique ou de carbonates dans un réservoir terrestre ou marin.

<sup>46</sup> [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville.

A ce moment-là, il en revient aux arbres, la pelouse et le gazon de produire une quantité d'oxygène qui peut se substituer à ce manque. D'ailleurs, d'après (Bernatzky, 1997)<sup>47</sup>, un seul arbre peut subvenir à la demande d'oxygène pour un groupe de 10 personnes.

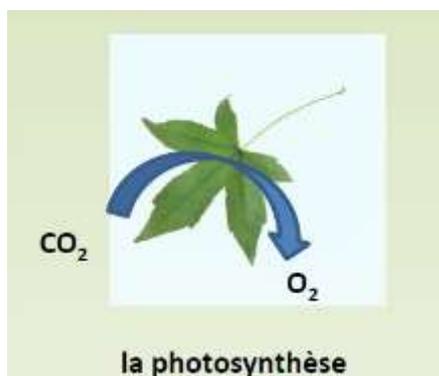


Figure II-11 : production de l'oxygène suite au processus de la photosynthèse

Source : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville

#### II.6.4. La perméabilité de sol :

Les villes perturbent fortement le cycle de l'eau, principalement en imperméabilisant les surfaces. Mais qui dit jardin ne dit pas nécessairement surfaces entièrement perméables : les terrasses, chemins pavés, allées carrossables, serres, cabanons et remises participent à l'imperméabilisation<sup>48</sup>.

De manière générale, la végétation a l'effet typiquement inverse des zones imperméabilisées, elle permet notamment une infiltration accrue des eaux, en effet les racines des arbres améliorent l'infiltration des eaux, y compris dans des sols extrêmement compactés comme les sols urbains. Les dispositifs expérimentaux avec des plantations avaient un taux d'infiltration majoré de 153 % par rapport aux dispositifs de contrôle sans arbre. On comprend donc l'intérêt des zones végétalisées et boisées pour lutter contre les inondations<sup>49</sup>. Cet aspect positif est également augmenté par la grande capacité d'interception des eaux de pluie par les arbres, les études ont décrit un taux d'interception des précipitations allant jusqu'à 1,6 %, soit 6,6 m<sup>3</sup> par arbre en moyenne, avec des variations en fonction des espèces, de taille des spécimens.

Les sols naturels ou végétalisés ont de nombreuses fonctions hydrologiques. Leur perméabilité rend possible une infiltration profonde des eaux de pluie. Ils diminuent ainsi le ruissellement et les risques d'inondation. Le sol constitue un réservoir de stockage pérenne pour l'eau infiltrée. La réduction de la vitesse de

<sup>47</sup>BERNATZKY.A : « The contribution of trees and green spaces to a town climate » Energy and Buildings, vol 25 (1982), pp 139 – 148.

<sup>48</sup>RUELLE Julien, jardins privés Bruxellois, université libre de Bruxelles, 2012, P46.

<sup>49</sup>RUELLE Julien, jardins privés Bruxellois, université libre de Bruxelles, 2012, P47.

ruissellement et la fixation du sol par une matrice racinaire limite l'érosion et les glissements de terrain. La qualité de l'eau peut être améliorée via deux processus<sup>50</sup> : La filtration par la texture du sol et la phytoremédiation<sup>51</sup> par certaines plantes capables de prélever les contaminants présents dans l'eau.

### **II.6.5.Effet brise vent de la végétation :**

Pendant la saison hivernale, suivant la taille et la densité de feuillage, les arbres peuvent être utilisés comme coupe-vent réduisant ainsi la perte de chaleur des bâtiments. Une étude menée au Nevada, a estimé que deux à cinq rangées d'arbres ou d'arbustes assurent une isolation efficace. Même une simple rangée arrive à fournir une certaine action de coupe-vent. Ce dernier, réduit de manière significative la vitesse de vent pour une distance égale à 10 fois la taille des arbres. La plus grande quantité de protection se produit sur une distance de 5 fois la taille du coupe-vent. Dans certains climats, les arbres sont employés pour bloquer les vents chauds et chargés de poussières. Les espèces à feuillage caduc peuvent ainsi être utilisées pour canaliser les brises d'été<sup>52</sup>.

### **II.7. La végétation urbaine un îlot de fraîcheur dans la ville :**

Les jardins et les espaces verts en milieu urbain et selon leurs importances, leurs surfaces et la densité de végétation qu'ils regroupent, contribuent au rafraîchissement des températures de l'air en ville, et constitue de vraies espaces de réfrigérations, et ce par l'atténuation de l'effet des îlots de chaleurs urbains, en limitant l'intensité de rayonnement solaire, par l'humidification de l'air à travers le processus de l'évapotranspiration. En effet les jardins constituent non seulement des îlots de fraîcheur dans l'environnement urbain aux températures plus élevées, mais ils ont également un effet refroidisseur sur les quartiers avoisinants, l'effet dépend de la taille de jardin et peut être ressenti sur un périmètre de 700mètre<sup>53</sup>.

**II.7.1.impact de la végétation sur la température de l'air :** Des températures de l'air ont été mesurées la nuit dans certains parcs urbains et comparées à celles relevées dans les zones construites environnantes par de nombreux chercheurs. Elles relèvent que l'extension ainsi que l'amplitude de la différence de température dépend de la taille du parc et de la distance par rapport au parc.

<sup>50</sup> Emilie Redon. Modélisation de la végétation urbaine comme régulateur thermique. Climatologie. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2017. P20

<sup>51</sup> La phytomédiation est la dépollution des sols l'épuration des eaux usées par une certaine essence de plantes. source : Wikipédia

<sup>52</sup> BENHALIL Karima, impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment, université Mentouri Constantine, 2008, P 80

<sup>53</sup> J.A , Himstra .S, de Vries et J.H, spijker , Wageningen université research, P3

Des données concernant différentes villes montrent que les écarts de température entre un parc et ses environs vont de 1 °C à 6.8 °C. Le plus grand écart est obtenu pour de grands parcs. Cependant pour des parcs de taille équivalente les écarts peuvent varier de 1.5 °C à 4 °C. Il semble que l'extension de l'effet spatial du refroidissement augmente avec la taille des parcs. L'effet potentiel du parc est largement déterminé par le climat : plus le climat est chaud et sec, plus l'effet est important. Les études de jour sont moins nombreuses et révèlent des résultats contradictoires<sup>54</sup>.

L'effet rafraichissant, varie selon le type de l'espace vert selon leur surface, et le type de la végétation plantée (arbre, pelouse, végétation au sol), ainsi la température dans les parcs urbains est plus faibles que celle d'un site non urbanisé, et ce d'autant plus le parc est étendu. L'action primordiale est celle de l'ombre des arbres, mais l'évapotranspiration liée à la végétation agit aussi en abaissant la température dans les espaces non ombragés, les larges surfaces vertes induisent un rafraichissement local au sein des parcs et jardins et influencent sur l'environnement thermique global. L'étendu des effets varie en fonction de l'échelle de l'espace végétalisé<sup>55</sup>.

Les figures ci-dessous représentent deux tableaux comparatifs des écarts de températures enregistrés dans les espaces verts des villes soumises à des climats différents, ainsi que l'impact de l'étendu de l'espace vert sur de périmètre d'influence de ce dernier en matière de modération des températures de l'air.

Lieu	Type de végétation	Baisse de température	Auteurs
Valence	Espaces verts	-2,5 °C au sein des espaces verts par rapport au centre ville	Gomez et al. (1998)
Montréal	Parcs urbains	-2,5 °C au sein des parcs urbains par rapport aux zones habitées environnantes	Taha et al. (1997)
Tokyo	Espaces végétalisés	-1,6 °C en été dans espaces végétalisés par rapport aux espaces non végétalisés	Taha et al. (1997)

Figure II-12 : écart de température lié à la présence de la végétation

Source : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville

<sup>54</sup> BALLOUT Amor, le rôle de la végétation et l'eau dans la création d'un microclimat urbain, 2010, Université Mentouri de Constantine.P95.

<sup>55</sup> les espaces verts urbains, rapport ASTERES, pour le compte de l'union des entreprises de paysage, Mai 2016

Lieu	Type de végétation	Baisse de température	Auteurs
Mexico	500 hectares	Effet notable sur un rayon de 2 km	Jauregui et al. (1990)
Japon	35 hectares	Effet perceptible sur un rayon de 1 km	Ca et al. (1998)

Figure II-13 : entendu de l'effet de rafraîchissement selon l'échelle des espaces végétalisés

Source : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville

### II.7.2.Le processus de l'évapotranspiration :

L'évapotranspiration est le phénomène combiné de perte en eau par évaporation directe et par transpiration<sup>56</sup>. L'évaporation est le processus par lequel l'eau liquide des surfaces d'eau, des trottoirs, du sol et de la végétation humide est convertie en vapeur d'eau (vaporisation) et enlevée à la surface. Quant à la transpiration, elle comprend la vaporisation de l'eau liquide contenue dans les tissus végétaux et l'extraction de vapeur vers l'atmosphère. Ressource indispensable à la croissance des plantes, l'eau est un élément constitutif majeur de la matière végétale ainsi qu'une source d'hydrogène et d'oxygène pour la plante. L'eau, ainsi que quelques aliments, est prise par les racines et transportée par la plante ; la vaporisation se produit dans la feuille, à savoir dans les espaces intercellulaires, et l'échange de vapeur avec l'atmosphère est commandé par l'ouverture du stomate.

Presque toute l'eau prise est perdue par la transpiration et seulement une fraction dérisoire est employée au sein de la plante. Les deux processus, d'évaporation et de transpiration se produisent simultanément et il n'est pas facile de distinguer l'un de l'autre, de sorte qu'ils sont réunis sous le terme général d'évapotranspiration<sup>57</sup>.

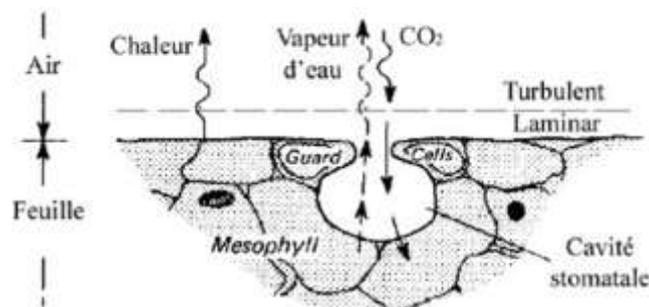


Figure.II.14 : Section schématique d'une portion de feuille.

Source : Oke, T.R.: *Boundary layer climates*. Edition Methuen, 1988.

<sup>56</sup> Guyot, G. : Climatologie de l'environnement : Cours et exercices corrigé. 2ème ed. Paris: Dunod, 1999

<sup>57</sup> BALLOUT Amor , le rôle de la végétation et l'eau dans la création d'un microclimat urbain, Université Mentouri de Constantine, 2010 , P102

Les plantes libèrent l'eau par les stomates de leurs feuilles et la perte évaporative de cette eau consomme 40% de l'énergie solaire captée par la plante. En effet, pendant que l'air chaud passe au-dessus de la surface des feuilles, l'humidité absorbe une partie de la chaleur et s'évapore. L'air entourant la surface de feuille est ainsi refroidi par ce processus. Cette interaction de l'évapotranspiration est responsable du transfert de l'humidité à partir du sol et des surfaces végétalisées vers l'atmosphère.

Les surfaces minéralisées absorbent le rayonnement solaire entrant et l'irradie comme chaleur, ce qui élève les températures urbaines, participant à l'apparition des îlots de chaleur urbains (ICU). Toutefois, la végétation peut palier à ce problème : avec de plus grandes surfaces végétalisées, plus d'énergie solaire entrante est consommée par évapotranspiration, et moins est absorbée et irradiée comme chaleur. Ainsi, plus la surface de la feuille est grande, plus les effets de refroidissement par transpiration sont grands, ce qui extrait la chaleur de l'air environnant<sup>58</sup>.

Par ailleurs, des études ont montré qu'en milieu urbain, la consommation de chaleur latente par évaporation d'eau peut établir un microclimat urbain plus frais ce qui fait baisser les températures dans l'ensemble d'un bâtiment et rend le refroidissement moins nécessaire en été. Des mesures comparatives de températures ont montré qu'il peut exister une différence 3,5°C entre un centre-ville et des quartiers longeant une bande de végétation d'une profondeur variable entre 50 et 100m. De ce fait, l'humidité relative s'est trouvée augmentée de 5%<sup>59</sup>.

Des jours chauds d'été, un arbre peut agir en tant que « refroidisseur évaporatif naturel » abaissant de ce fait la température ambiante. L'effet de l'évapotranspiration diffère selon le climat et la saison, il est minimal en hiver en raison de l'absence des feuilles sur des arbres à feuillage caduque et les températures ambiantes inférieures. Cet effet est également conditionné par les caractéristiques liées au sol. Un jour d'été, il est estimé qu'un arbre moyen peut évaporer ainsi jusqu'à 1460 kg d'eau et puise aussi 860 MJ à l'environnement pour effectuer cette évaporation<sup>60</sup>.

L'énergie calorifique est absorbée pendant l'évaporation d'eau des plantes, ce qui extrait l'excédent de chaleur du microclimat. L'énergie utilisée pour

---

<sup>58</sup> BENHALIL Karima, impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment, université Mentouri Constantine, 2008, P 77

<sup>59</sup> IZARD.J.L et GUYOT.A : "Archi bio" Ed Parenthèses 1979, p 34.

<sup>60</sup> WONG Nyuk Hien: "The use of Urban Greenery to mitigate Urban Heat Island in Singapore" School of Design and Environment Department of Building, National University of Singapore, 2007

L'évapotranspiration est incorporée dans la vapeur d'eau, ce qui l'empêche d'être convertie en chaleur sur la surface<sup>61</sup>.

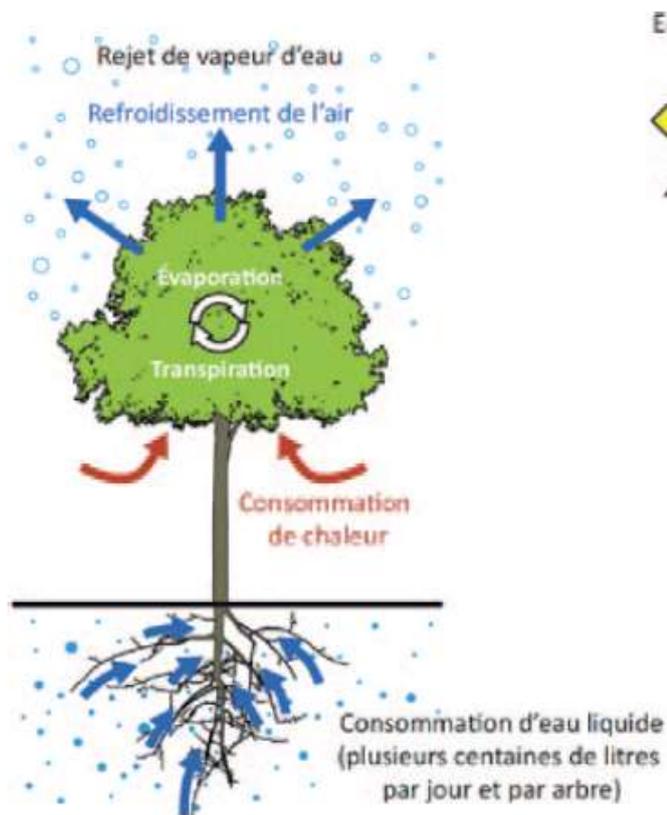


Figure II.15 : refroidissement de l'air par évapotranspiration

Source : note de l'Agence de Développement et de l'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise

### II.7.3.Effet d'ombre végétale :

D'après (Hoffman et Shashua, 2000), 80% des effets de refroidissement dans les sites urbains sont provoqués par l'ombrage des arbres d'alignement<sup>62</sup>. Pendant le jour, l'ombre d'arbre réduit le gain de chaleur dans les bâtiments en réduisant les températures de surface des environnements. La nuit, les arbres bloquent l'écoulement de la chaleur du bâtiment au ciel et aux environnements plus frais.

Les arbres offrent une ombre sans émission de la chaleur, leur forme, leur taille et la densité du feuillage constituent des éléments déterminants pour fournir un ombrage maximum.

<sup>61</sup> LAM.M et al : « Résumé d'une étude de cas- Végétation sur la façade des constructions : -Bioshader- » Centre for Sustainability of the Built Environment university of Brighton 2004 [EN LIGNE] [www.durabuild.org](http://www.durabuild.org)

<sup>62</sup> HOFFMAN,M.E et SHASHUA,L : « *Geometry and orientation aspects in passive cooling of canyon streets with trees* » PLEA Cambridge, UK. 2000.

Les conditions climatiques, le type d'arbre, la proximité des arbres à la façade et le type de sol y jouent également un rôle important. D'ailleurs, une ombre efficace peut être obtenue par des silhouettes horizontales. Les autres formes peuvent être efficaces si des plantations multiples sont employées.

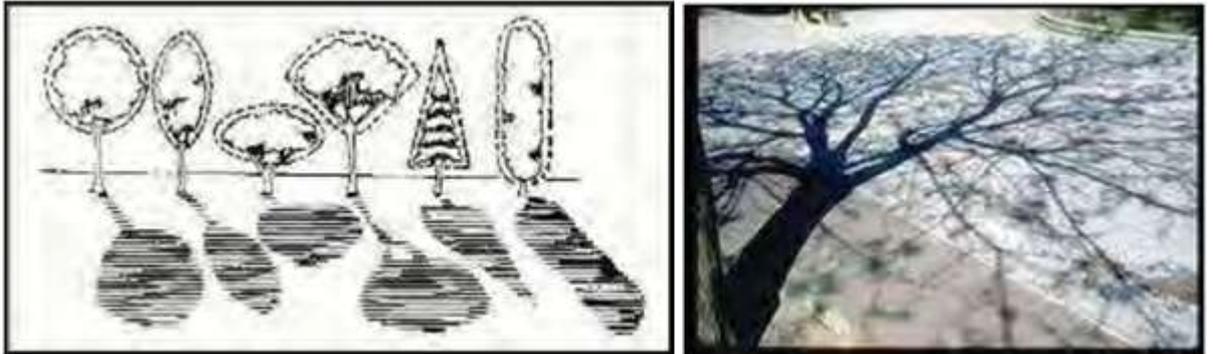


Figure II-16 : Influence de la forme d'arbre par rapport à l'ombre

Source : à gauche : Parker, 1987 et à droite : Guyot.A, 2005

L'ombre des arbres et des végétaux n'a pas un effet très marqué sur la température de l'air, par contre cette ombre réduit considérablement les flux solaires et en limitant les échauffements des surfaces qui normalement devrait être ensoleillées, réduit aussi les flux radiatifs thermiques. « ...L'ombre du platane est unanimement reconnue comme la plus agréable, elle participe sans doute aux raisons de son succès ; fraîche sans être froide, elle reste lumineuse à condition que la taille n'ait pas contenue à l'excès son volume folié. Elle est préférée à celle du micocoulier car ce dernier à une ombre plus tamisée alors que le platane à une ombre unie »<sup>63</sup>.

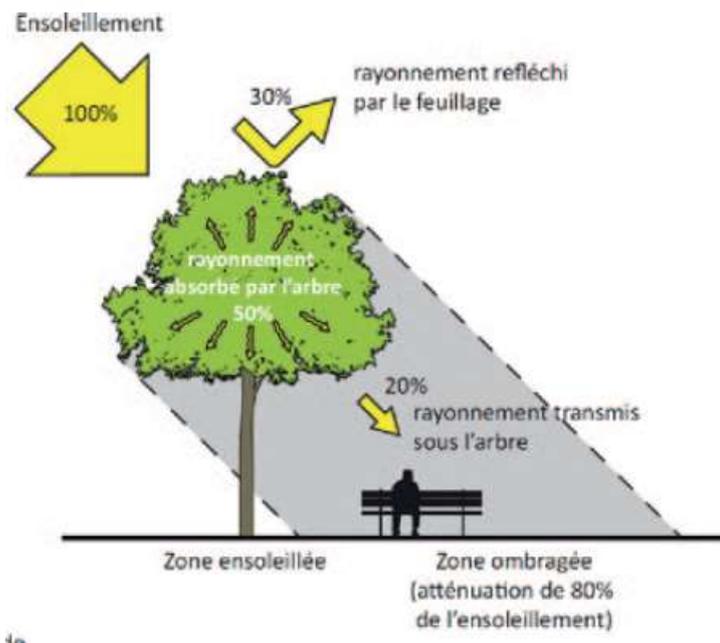


Figure II-17 : absorbent la plupart des radiations solaires par les feuilles

Source : note de l'Agence de Développement et de l'Urbanisme de l'Agglomération

<sup>63</sup> Cabanel, J., Stefulesco, C: L'urbanisme végétal. Edition I.D.F diffusion, 1993

Pendant l'été, les arbres à feuillage caduques peuvent ombrager les bâtiments du rayonnement solaire direct non désiré et réduire son utilisation d'énergie de refroidissement tout en permettant ses gains solaires en hiver. De ce fait, la portée d'ombre par des arbres dépend des espèces. Ceux avec des couches minces et claires interceptent entre 60% et 80% de lumière du soleil ; ceux avec des couches denses épaisses arrêtent jusqu'à 98%. Une grande partie du rayonnement intercepté de cette façon est absorbée par l'arbre dans la transpiration et la photosynthèse, bien qu'un faible taux de 10% à 25% soit réfléchi de nouveau dans l'espace.<sup>64</sup>

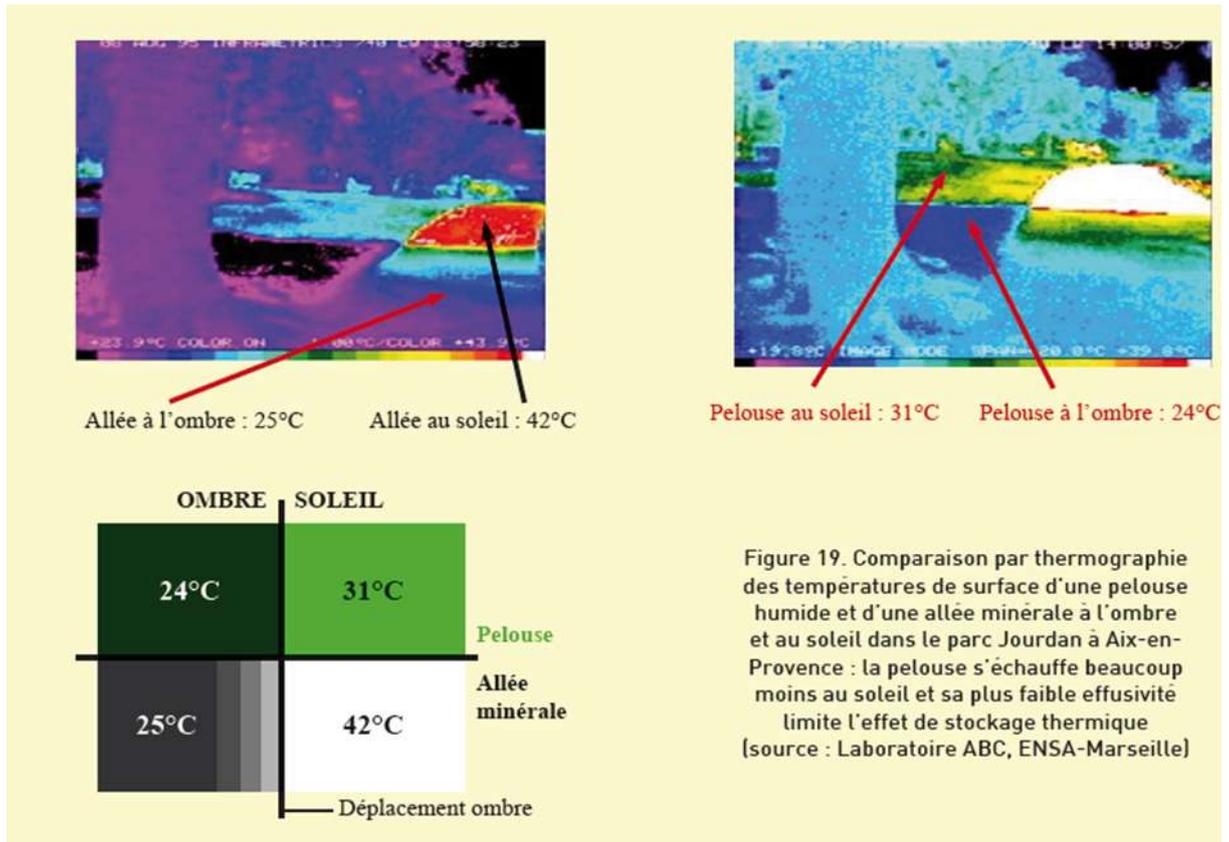


Figure II-18 : effet de l'ombre des arbres sur la température de l'air ambiant

Source : Laboratoire ABC, ENSA-Marseille

La figure ci-dessous, révèle les différences de températures enregistrées, entre une pelouse et une allée minérale, lorsqu'elles sont exposées au soleil et une deuxième fois sous l'effet de l'ombre d'un arbre. En effet les écarts de température sont plus importantes au niveau de trottoir minérale, qui à atteint une amplitude de 17°C, pendant que la différence enregistré au niveau de la pelouse, en zone ombragé et zone exposé à atteint les 7°C, et cela revient à l'absorbassions de la pelouse de la majorité de rayonnement solaire.

<sup>64</sup> BENHALIL Karima, impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment, université Mentouri Constantine, 2008, P 80

### II.7.4. Les échanges radiatifs en présence de la végétation :

Les échanges radiatifs sont importants dans la vie de l'arbre. En effet, le rayonnement solaire est la principale source d'énergie. Une fois converti en chaleur, il dirige les principaux échanges et certains processus comme la transpiration, déterminant ainsi la température des tissus. Les feuilles absorbent la plupart des radiations solaires qui les atteignent. Une petite partie de cette énergie est transformée en énergie chimique lors de la photosynthèse<sup>65</sup>.

La densité d'un feuillage détermine une plus ou moins grande perméabilité à la lumière, et aux rayonnements de grande longueur d'onde. Cette densité varie de façon sensible suivant l'espèce considérée, la configuration de son développement (élagage, taille ...) et la saison.

En tenant compte de ces différents paramètres, on peut considérer que les arbres urbains peuvent constituer trois types d'écran : un écran opaque (conifères), un écran semi-transparent (arbres à feuilles caduques) et un écran transparent (certains arbres fruitiers ou certaines espèces de pins)<sup>66</sup>.

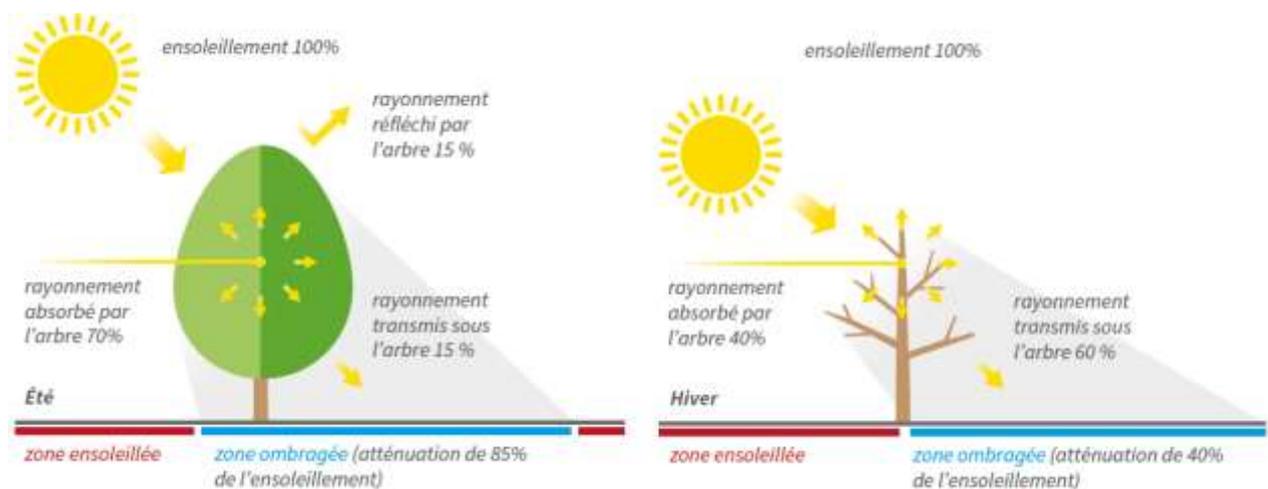


Figure II-19 : Absorption de rayonnement solaire par le feuillage des arbres

Source : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville

<sup>65</sup> On peut rappeler brièvement que la photosynthèse est le processus de conversion d'énergie radiative en énergie chimique, transportable et réutilisable. Elle repose sur la transformation de dioxydes de carbone et d'hydrogène, à faible énergie potentielle chimique, en hydrates de carbone à énergie potentielle chimique élevée (la respiration peut être considérée dans une certaine mesure comme la réaction inverse de la photosynthèse, l'énergie libérée étant sous forme chimique et non radiative).

<sup>66</sup> MURET, J. P. et al. (1987). Les espaces urbains – concevoir, réaliser, gérer. Paris : édition du Moniteur, P364

Les propriétés radiatives des feuilles montrent une dépendance vis-à-vis de la longueur d'onde. L'albédo d'une feuille d'arbre est supérieur à celui de l'ensemble du couvert végétal. La feuille réfléchit une partie du rayonnement incident qu'elle reçoit vers l'atmosphère, elle en diffuse une partie de façon sélective (moins de 10 % des UV) ; elle retransmet surtout les jaunes et les verts [0.5 à 0.6  $\mu\text{m}$ ] (plus de 10 %) et les infrarouges [0.7 à 1.1  $\mu\text{m}$ ] (plus de 50 %). Cette retransmission sélective selon les longueurs d'onde explique la dominante verte que l'œil perçoit de la forêt. Les feuilles absorbent 90 % des UV et une grande partie des infrarouges<sup>67</sup>.

## **II.8.Jardin régulateur thermique en période estivale dans le milieu urbain :**

«Et si c'était le végétal qui ordonnait l'urbanisation ? Et si c'était le jardin qui générerait la ville, qui lui permettait de fonctionner ? ...Planter un arbre est un geste aux conséquences importantes... Dans la ville, les dispositions végétales résultent non pas du hasard, mais d'une véritable culture urbaine... Le végétal est une composante de l'art urbain ou, si l'on préfère, de l'urbanisme entendu dans son sens initial.<sup>68</sup> »

L'impact des jardins urbains sur la température et le confort thermique, principalement en période estivale, est un sujet d'intérêt croissant notamment dans une optique de réchauffement climatique qui annonce des vagues de chaleur plus nombreuses, alors que la température en ville est déjà plus élevée que la normale non urbaine.

### **II.8.1.Amélioration de confort thermique par la végétation :**

Les recherches montrent que les surfaces vertes réduiraient la température ambiante, engendrant ainsi un effet de rafraîchissement. En effet une progression de 10 % des surfaces vertes de Manchester (Royaume-Uni) contrecarrerait sans peine l'augmentation de 4 °C prévue d'ici 80 ans, on pourra noter que 25 % des arbres urbains au Royaume-Uni sont situés dans des jardins<sup>69</sup>.

Le principal mécanisme impliqué dans ce refroidissement est l'évapotranspiration, principalement celle effectuée par les arbres : chaque arbre offrirait un rafraîchissement moyen de 270 kWh par jour, niveau variant par spécimen et par espèce, en termes plus imagés, compare le potentiel rafraîchissant d'un arbre à celui de 5 climatiseurs fonctionnant 20 heures par jour, en période chaude et sèche. Cependant L'évapotranspiration est conditionnée par la disponibilité en eau pour la végétation — plus de 400 litres quotidiens pour un grand arbre<sup>70</sup>.

<sup>67</sup> ESCOURROU, G. (1981). Climat et environnement, Les facteurs locaux du climat. Paris : Masson, 182 p.

<sup>68</sup> STEFULESCO, C. (1993). L'urbanisme végétal. Paris : I.D.F., 323 p.

<sup>69</sup> Julien RUELLE , Jardins privés bruxellois : de leurs impacts environnementaux à leur intégration dans le maillage vert régional, Université Libre de Bruxelles, 2012 , 45p .

<sup>70</sup> Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29, 293-301p.

En outre l'urbanisation tendait à diminuer le niveau des nappes phréatiques par une dynamique d'imperméabilisation et de compaction des sols, ce à quoi il convient d'ajouter l'influence des changements climatiques, dont on s'attend à ce qu'ils provoquent des vagues de sécheresse plus intenses (GIEC, 2008). Dans ces conditions, il est difficile de se prononcer sur le bon fonctionnement de l'évapotranspiration à plus ou moins long terme, si l'imperméabilisation et les changements climatiques suivent leurs cours<sup>71</sup>.

Un autre bénéfice, lié encore une fois aux arbres, est l'ombrage qu'ils procurent. On estime que l'ombrage seul permet un substantielles d'économies d'énergie utilisée pour la climatisation des bâtiments : ce seul facteur naturel comble un quart des besoins de refroidissement, et induit 26 à 47 % d'économies d'énergie.

Les surfaces gazonnées jouent également un rôle dans la modération des températures, cette action est liée à la réduction de la chaleur latente par évapotranspiration et à l'accroissement de l'albédo, c'est-à-dire le pouvoir réfléchissant des surfaces, supérieur avec de l'herbe qu'avec des roches sombres. La différence de température entre une surface gazonnée et une surface rocheuse allait jusqu'à 4 °C, occasionnant une économie d'énergie de climatisation de 20 à 30 %<sup>72</sup>.

Il faut noter aussi que la végétation absorbe et réfléchit une partie de rayonnement solaire, elle limite les rayons solaires reçue par le sol et le bâti et leur température de surface, évitant ainsi l'accumulation de la chaleur et sa rémission en nocturne.

Les jardins et les parcs, ont un effet sur le confort thermique dans les ambiances extérieurs de milieu urbain qui varient fortement en fonction de nombreux paramètres (taille, position, stock d'eau des sols, densité de la végétation).l'intensité de rafraichissement augmente avec la taille de parc, un parc plus arboré est plus frais pendant l'après-midi, cela est dû à l'effet de l'ombre des arbres. Tandis que un parc gazonné est plus frais pendant la nuit ; la circulation de l'air frais dégagé est faciliter par la diversité de la végétation (pelouse, arbuste, arbre). Les jardins rafraichissent les rues avoisinantes situés à l'abri du vent. Les grands espaces verts en amont des vents dominant rafraichissent l'air en période estivale, cet effet est ressenti à une distance égale à la largeur du jardin<sup>73</sup>.

---

<sup>71</sup> Cameron, R.W.F., Blanusa, T., Taylor, J.E., Salisbury, A., Halstead, A.J., Henricot, B., & Thompson, K. (2012). The domestic garden — Its contribution to urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11. 129-137.

<sup>72</sup> Julien RUELLE , Jardins privés bruxellois : de leurs impacts environnementaux à leur intégration dans le maillage vert régional, Université Libre de Bruxelles, 2012 , 46p

<sup>73</sup> MUSY M.(coord) .2014 : une ville verte, les rôle de végétale en ville .Ed :Quae, 200p.

### II.8.2.impact de la végétation sur l'économie d'énergie :

Akbari (1997), à travers sa recherche, a mesuré les économies d'énergie de refroidissement substantiel dans deux maisons à Sacramento en Californie à travers une simulation. En effet, les résultats relèvent que l'ombre des arbres sur les deux maisons mesurées a nettement réduit les températures de surface extérieures et la vitesse du vent et a généré des économies d'énergie de refroidissement saisonnier de 30%, correspondant à une économie quotidienne moyenne de 3.6 et 4.8 kWh/j. Les économies de la demande maximale pour les mêmes maisons étaient 0.6 et 0.8kW (environ une économie de 27% dans une maison et 42% dans l'autre)<sup>74</sup>.

En outre, le même auteur, dans son expérience à Los Angeles a traité l'effet d'ombre des arbres urbains et les avantages significatifs dans la réduction de la demande de climatisation du bâtiment, dans l'amélioration du confort et de la qualité d'air en abaissant la température ambiante et en réduisant la formation du smog urbain. De ce fait, l'économie liée à ces avantages change par région climatique et peut être jusqu'à 200\$ par arbre.

En Floride, Parker<sup>75</sup>(1987) a mesuré les économies d'énergie de refroidissement à travers un aménagement bien projeté et a constaté que les arbres et les arbustes correctement localisés autour d'un bâtiment ont réduit l'utilisation quotidienne de l'électricité de climatisation de 50%.

A Chicago, plus de 75% des ménages consomment de l'électricité pour la Climatisation en été. Selon de premières simulations sur ordinateur, trois arbres de 7,6 m autour d'une nouvelle habitation bien isolée permettraient de réduire les dépenses de chauffage et de refroidissement de 8% par an, par rapport au même édifice sans arbres. Les économies annuelles obtenues grâce aux arbres se répartiraient comme suit: réduction des besoins de refroidissement en été assignable à l'ombre (37%); diminution des besoins de refroidissement en été dû à la baisse de la température par évapotranspiration (42%); réduction des besoins de chauffage en hiver due à la diminution de la vitesse des vents (21%)<sup>76</sup>.

Dans les régions froides, l'avantage principal des plantes autour d'un bâtiment est d'avoir la capacité d'abaisser la vitesse du vent. En effet, dans un climat froid, le vent diminue l'efficacité énergétique de 50%. Une étude a démontré qu'en protégeant une maison contre le vent, la réduction du « facteur de vent froid » était de 75% et celle de la demande de chauffage était de 25%.

<sup>74</sup>AKBARI.H et al "Peak power and cooling energy savings of shade trees" Energy and Buildings, vol 25, USA 1997. pp: 139-148.

<sup>75</sup>PARKERJ.H : "The use of shrubs in energy conservation plantings" Landscape journal 6, 1987. pp132-139

<sup>76</sup>NOWAK.D.J et MCPHERSON.E.G : « Comment quantifier l'incidence arbres: le projet de Chicago concernant les effets des espaces boisés urbains sur le climat » Etas-unis, 1993.

## II.9. autre bénéfice des jardins au milieu urbain :

Pour un bon équilibre architectural de l'espace urbain, les jardins constituent des éléments essentiels de la qualité de cadre de vie en ville, et apportent plusieurs bénéfices à la qualité de vie des citoyens ainsi que l'image de la ville.

### II.9.1. Rôle esthétique :

*« Pour le bonheur, la sauvegarde du monde, il est plus essentiel de le végétaliser que de le minéraliser. Planter est plus urgent que bâtir. L'homme a un besoin plus vital d'arbres, de plantes et d'herbe que de béton, de pierres et de bitumes »<sup>77</sup>*

Dans les jardins, la végétation permet d'embellir la ville, d'introduire des jeux de lumière, des couleurs, des jeux de fleurissements, jeux de texture, donc elle est utilisée pour orner l'environnement urbain. Grâce aux plantes, les espaces verts peuvent être une satisfaction visuelle, une simulation intellectuelle et peuvent surtout créer un contraste avec l'environnement bâti, la verdure valorise les paysages urbains. Les plantes suscitent l'attention et nous attirent en raison de la grande diversité.

### II.9.2. Préservation de la biodiversité :

La diversité biologique ou la biodiversité correspond à la variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris entre autres, les écosystèmes terrestres et marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie, cela comprend la diversité au sein des espèces et entre les espèces.

L'urbanisation provoque une baisse de la biodiversité, en particulier par l'imperméabilisation et la pollution qu'elle engendre ; elle conduit à la dégradation et la dispersion des habitats et perturbe les déplacements quotidiens et saisonniers, et la dispersion des espèces, les lumières artificielles nocturnes, le bruit peuvent constituer des barrières<sup>78</sup>.

Les espaces verts, au milieu urbain constituent un refuge pour la biodiversité de la faune et la flore en ville en servant d'habitat, de protection ou en fournissant un approvisionnement en nourriture. Ils participent au maintien de la continuité des corridors écologiques verts et bleus, menacés par la fragmentation des territoires naturels. Les fermes urbaines sont d'ailleurs en plein essor aujourd'hui. Elles répondent au désir de nature, d'esthétisme et de ressource alimentaire du citoyen au sein même de son environnement.<sup>79</sup>

<sup>77</sup> VILMORIN C. (De) (1976), *La politique d'espaces verts*, Paris, Centre de Recherche Sur L'Urbanisme, p19.

<sup>46</sup> [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville.1p

<sup>79</sup> Emilie Redon. Modélisation de la végétation urbaine comme régulateur thermique. Climatologie. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2017. 20P

### II.9.3. Isolation acoustique :

D'un point de vue purement acoustique la diminution de la propagation sonore par la végétation est plus due à la distance que l'écran végétale induit entre la source et le récepteur qu'un effet d'écran. Néanmoins, l'effet de la végétation sur la perception sonore est indéniable, la végétation d'un espace influe sur la qualité de l'ambiance sonore, la présence de l'eau en mouvement dans les jardins et parcs génère un son qui peut être qualifié agréable au même temps permet de masquer les sons désagréable de la ville.<sup>80</sup>

Diverses études ont démontré l'effet des plantes comme amortisseurs de bruit et des différentes nuisances sonores. D'ailleurs, les arbres sont les plus efficaces à réduire les fréquences auxquelles l'oreille humaine est la plus sensible, l'atténuation peut varier de 1.5 à 30 décibel par 100 m selon le type de végétation (densité et forme du feuillage)<sup>81</sup>.

D'autre part, une autre étude a estimé qu'une bande de terrain boisé peut abaisser les niveaux de bruit de 6 à 8 DB par 30m. En effet, cette baisse est importante si on retient qu'une diminution de 12 DB correspond à un fléchissement de la sensation sonore de l'ordre de 50%, une réduction qui peut être obtenue grâce aux arbres avec de larges feuilles. De même, l'atténuation des bruits aériens et d'impact est fortement améliorée par la présence de ces végétaux.

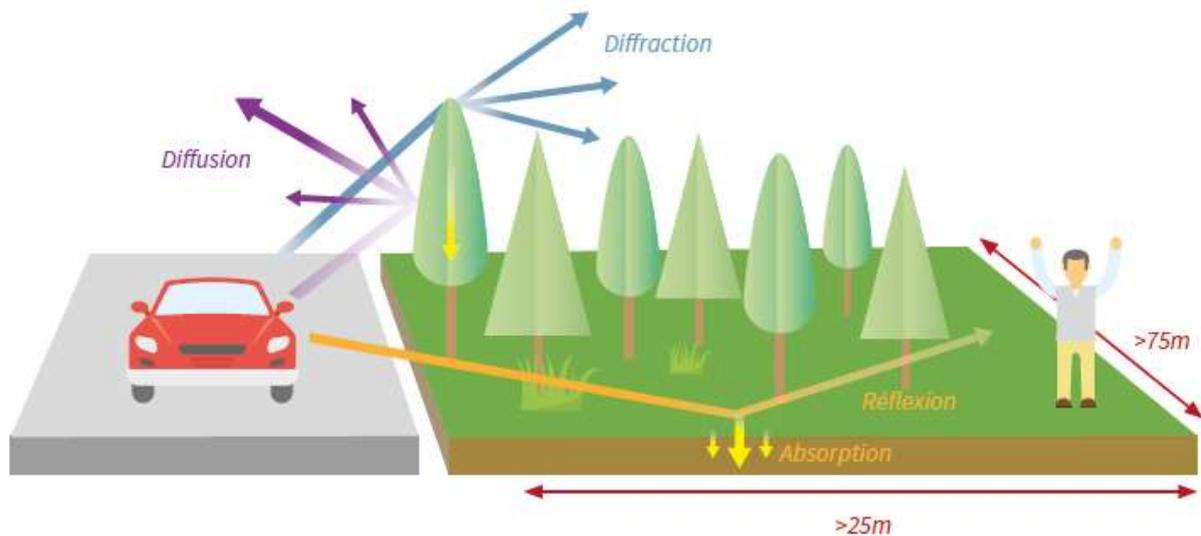


Figure II-20 : l'atténuation de bruit par la présence d'une bande boisée  
Source : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville

<sup>80</sup> [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville.32p

<sup>81</sup> COPPIN. M.J, et RICHARDS. I.G : « *Use of Vegetation in Civil Engineering* ». Construction Industry research and Information Association, Butterworths, London, 1990

#### **II.9.4. Amélioration de la santé physique et morale :**

« Les espaces verts favorisent l'équilibre psychique des individus résident en ville en maintenant, dans un contexte de vie urbaine, la présence d'une certaine proportion d'éléments naturels »<sup>82</sup>

Les espaces végétalisés, qu'ils soient publics ou privés, créent une ambiance dont la perception par les habitants et usagers est souvent positive. Toutes les formes de végétalisation en ville sont en général appréciées pour leur esthétisme. Les plantes ont un effet bénéfique sur le stress, la santé mentale et le bien-être, elles aident à recouvrer plus vite la santé en cas de convalescence. Les parcs et les coulées vertes encouragent aussi à l'exercice physique. Ils sont des lieux de rencontre, de partage et d'activités de loisir renforçant la cohésion sociale.

Les écrins de verdure ont également un rôle pédagogique dans la transmission de connaissances sur la biodiversité et la sensibilisation à propos de sa sauvegarde. En effet On observe une moindre criminalité dans les quartiers où la végétation est abondante.<sup>83</sup>

#### **II.11. Les jardins comme prolongement de l'habitat dans la ville :**

Le rapport entre l'homme et l'espace vert a toujours existé. Comme il est dicté dans toutes les religions. Le jardin apparaît avec Adam et Eve ; ils sont nés dans le jardin d'Eden. Une nostalgie inguérissable guette l'homme, il cherche à retrouver ce lieu " magnifiquement beau" dont il a été chassé. Au cours des siècles, il réussit à réaliser le jardin, inspiré du Paradis, œuvre du créateur. L'attachement de l'homme à l'espace vert peut être expliqué à travers la diversification des fonctions des jardins : à savoir, physique, sociologique et psychique. De nombreux mouvements; écologiste, naturaliste ont confirmé que la jardin on ville est une réponse aux effets néfastes de la ville moderne<sup>84</sup>.

De très nombreuses études s'accordent sur l'importance singulière des jardins et espaces verts quant à la santé physique et mentale des populations urbaines. Les bénéfices personnels proviennent avant tout de l'interaction directe avec la nature dans ces espaces les bienfaits sont d'ailleurs d'autant plus grands que la biodiversité des lieux est importante, relation valable peu importe l'échelle, y compris dans les jardins, et peuvent résulter également d'une simple vue sur la nature, au travers d'une fenêtre.

---

<sup>82</sup> LESSARD, G et BOULFROY.E. Les rôles de l'arbre en ville. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie de Sainte-Foy, Québec. 2008.

<sup>83</sup> Emilie Redon. Modélisation de la végétation urbaine comme régulateur thermique. Climatologie. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2017. 16p .

<sup>84</sup> Benhassine Touam , les squares de constantine; image(s) et pratique. Université Mentouri, Constantine 2009 ,20p.

Les jardins constituent le prolongement de la vie d'intérieur et servent de réceptacle de secteurs multiples aspirants des citoyens qui cherchent à être en osmose avec leur ville. Les jardins publics assurent les fonctions suivantes:

- La satisfaction des besoins sensoriels et psychologiques, la variété qui combat l'ennui, la rêverie, la découverte, la promenade, le sentiment de « chez soi », la reconnaissance des lieux et des symboles de la vie collective et de l'histoire et les « ambiances ».
- Les relations sociales spontanées et libres, les rencontres programmées ou dues au hasard, les échanges d'informations, la sécurité, l'attente, la flânerie, les communications sous toutes les formes, l'éducation et l'apprentissage.

La liste des apports sanitaires des jardins est longue, on cite, en vrac: une récupération plus rapide après des problèmes de santé, une longévité accrue, une diminution du stress et de la fatigue mentale, de plus grandes opportunités de réflexion, etc.

Ces bénéfices semblent surtout profiter aux personnes âgées, qui sont progressivement déconnectées de la société, plus encore en contexte urbain. Au niveau des bénéfices sociétaux, sont admis: la diminution de la criminalité, l'augmentation du sentiment de sécurité, l'augmentation des interactions sociales, l'augmentation générale de satisfaction du voisinage.

Enfin, rappelons que la relation à la nature, vécue notamment au travers des jardins, est particulièrement importante dans l'éducation à l'environnement et la conscientisation aux problématiques globales liées, notamment, à la perte de biodiversité.

## **II.11. Conclusion :**

Indépendamment des avantages esthétiques significatifs des jardins, il y a lieu de retenir les nombreux avantages que peut avoir la végétation sous ses diverses formes dans le milieu urbain. Pour que les citoyens puissent apprécier les jardins au milieu urbain, il doit y avoir certaines qualités, la plus importante est la présence d'un microclimat confortable et cela peut exister grâce au végétal.

En effet, les plantes régulent les excès climatiques grâce à plusieurs facteurs : l'ombre, l'évapotranspiration, l'humidification, etc. . L'impact de la végétation est observé sur la température de l'air enregistrée (valeurs journalières faibles aux points proches de la végétation) sur le taux d'humidité relative sur la vitesse de l'air, .L'effet modérateur de l'îlot de chaleur créé par la végétation existante dans les jardins est faite d'arbres, de la pelouse, plantes grimpantes.

En été pour réduire les risques d'échauffement des surfaces minérales il faut en assurant l'ombrage au sol, par la création d'ombre et d'humidification de l'air, cela peut se faire avec des arbres ou de diverse végétaux qui jouent la fonction d'enveloppe thermique ce qui limite l'échauffement des surfaces minérales dus au rayonnement solaire.

Les plantes contribuent à la réduction de l'effet de serre, filtrent certains polluants, participent à la réduction des bruits urbains et améliorent la qualité d'air. L'efficacité de ces plantes dépend de la morphologie des feuilles. Ces propriétés doivent être choisies suivant plusieurs critères d'adaptation à savoir : la densité, l'épaisseur, la forme, la position, le type, l'âge, la saison et le climat.

**CHAPITRE III :**  
**CAS ETUDE :**  
**LE JARDIN DE BEYROUTH A**  
**ALGER**

### III.1.Introduction :

Dans le premier chapitre de ce travail nous avons abordé les rapports entre la forme urbaine et son environnement climatique, nous avons vu comment l'urbanisation effrénée contribue à la création de malaise au sein de l'environnement climatique de la ville, et ce par la formation de microclimat, avec des caractéristiques spécifiques qui diffèrent de l'espace périurbain, le microclimat urbain se caractérise principalement par la pollution atmosphérique et la formation des îlots de chaleur urbain (ICU) qui ont des impacts négatifs sur le sentiment de confort et la santé des citoyens.

Le deuxième chapitre de ce mémoire traite de l'apport de la nature en ville, la nature en ville constitue une stratégie sans regret, pour lutter contre les problèmes climatiques de milieu urbain, cette dernière se manifeste principalement par les jardins qui constituent des îlots de fraîcheur, des régulateurs thermiques, des modérateurs des températures et ce par le biais des processus de photosynthèse et de l'évapotranspiration qui sont propres à la végétation.

Ce présent chapitre sera consacré à l'étude d'un jardin de la ville d'Alger, ce jardin est le jardin de Beyrouth ex Mont-Riant, dans ce chapitre nous allons vérifier à travers l'analyse de ce jardin et son impact sur son environnement immédiat, les hypothèses émises dans le début de cette recherche, et pour ce faire nous avons procédé à un questionnaire qui aborde l'appréciation des gens des jardins visités.

### III.2.Présentation du contexte de cas d'étude : la ville d'Alger

*« Alger était l'une des plus belles baies avec ses collines en cirque sur la mer (...). À certains endroits de la rue Michelet, on voit Alger et l'on est ébloui, spectacle de plus en plus rare : mer, casbah, collines pleines des arbres les plus beaux. Les jardins d'Alger sont demeurés sur les hautes collines : quels beaux palmiers, quelle senteur, la nuit, les oranges !<sup>85</sup> ».*

La ville d'Alger se situe sur le littoral méditerranéen à 36°43 latitude Nord et 3°15 longitude Est, elle s'enfonce dans les terres par une large baie. Alger est la plus grande ville de l'Algérie de par son urbanisation (la surface urbanisée est de : 809,22 Km<sup>2</sup>) et le nombre de ses habitants (2 947 466 habitants, qui représente 7,31% de la population nationale)<sup>86</sup>, avec une densité de 3 642 habitants/Km<sup>2</sup>, son paysage urbain est marqué par la présence de plusieurs espaces verts publics (la forêt de Bâïnem, le jardin d'essais, les jardins du boulevard KHEMISTI...etc.). De nos jours, ces espaces sont sollicités pour constituer l'image de la ville, la renouer avec la nature, résoudre les problèmes environnementaux, dont elle souffre, et surtout pour répondre aux besoins et à la demande des citoyens.

La ville doit une bonne part de son attrait, à côté de sa richesse, aux qualités exceptionnelles de son site naturel (de par : sa topographie, la forme de sa baie, ...etc.), mais elle apparaît, en même temps, comme une ville extrêmement minérale où les espaces verts publics sont fragmentés en enclaves vertes infimes, créés à l'époque coloniale, pour la plupart d'entre eux, ou rejetés dans les périphéries.

<sup>85</sup> Le Corbusier. « Louanges à l'Algérie ». Journal général des travaux publics et du bâtiment. N° 592. Cité dans : ROSSI, Catherine. « Jardins d'Alger ». Éditions Dalimen. Alger. 2012. P.312.

<sup>86</sup>(R.G.P.H) 2008. N°496 par l'Office National des Statistiques (O.N.S).

Malgré cela, la ville d'Alger entretient une relation toute particulière avec la nature. Elle possède un ensemble d'espaces verts publics intimement liés à sa topographie. Du fait de son organisation, dans laquelle se mêlent lieux bâtis et espaces naturels, la ville d'Alger est en réalité propice à la réalisation d'une étude sur les espaces verts publics urbains.



Figure III-01 Vue aérienne sur la baie d'Alger.

Source : Google maps.

### III.2.1. Climat de la ville d'Alger :

L'Algérie est comprise entre 18° et 38° de latitude Nord, et entre 9° de longitude Ouest et 12° de longitude Est. Grâce à cette grande étendue et la diversité du paysage algérien, plusieurs zones climatiques se trouvent dans l'Algérie variant du type méditerranéen au type saharien.

La ville d'Alger située au nord du pays elle est touchée par le climat Méditerranéen caractérisé par :

- **Les températures :** La ville d'Alger est influencée par un climat Méditerranéen, avec un été sec et chaud, et un hiver doux et pluvieux. Les températures présentent de forts contrastes entre l'hiver et l'été. Avec une température maximale de 31°C dans le mois d'août, et de 6°C dans le mois de janvier en hiver

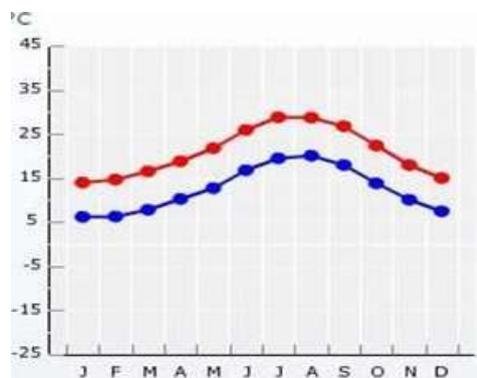


Figure III-02 : Histogramme de température maximale mensuelle Source : ONM 2014

- **Ensoleillement** : Selon l'office national météorologique ONM, Alger est caractérisée par un été ensoleillé avec 11 heures d'ensoleillement par jour pour le mois de juillet et uniquement 4 heures pour le mois de décembre.

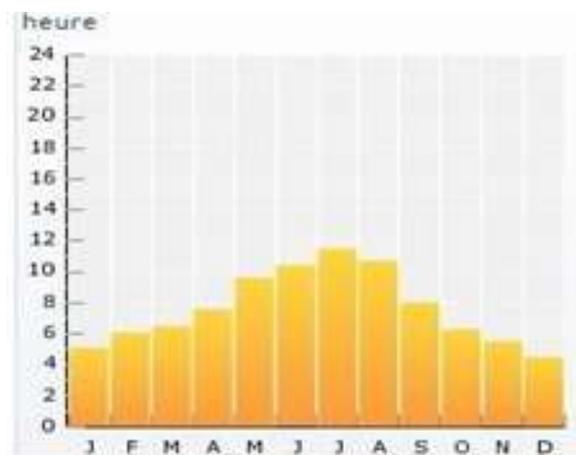


Figure III-03 : Heures d'ensoleillement mensuelles

Source : ONM 2014

- **Les précipitations** : La répartition annuelle d'Alger est marquée par une période courte de sécheresse dans le mois de Juillet et août, durant laquelle les précipitations sont très faibles et souvent sous forme d'orage. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Alger qu'elles ne le sont en été. La période pluvieuse s'étend du mois de novembre au mois d'avril. Le mois de décembre étant le mois le plus pluvieux avec une quantité moyenne de 113mm et le mois de juillet est le plus sec avec une valeur moyenne de 2 mm. (Source : ONM, 2014.)

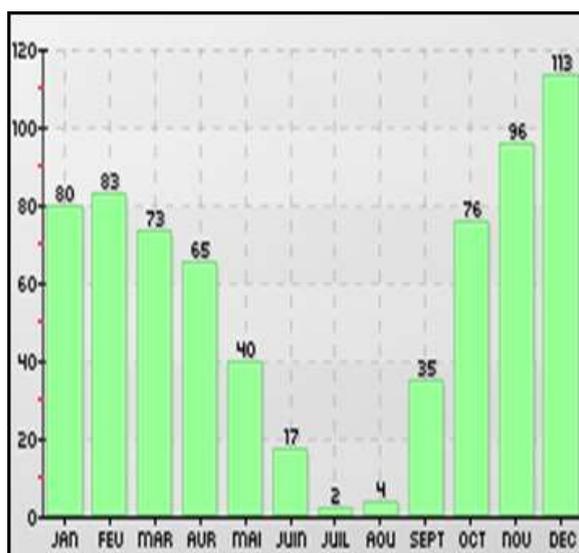


Figure III-04 : Quantité de précipitations par mois.

Source : ONM, 2014.

- **Le régime des vents** : Selon les études du laboratoire d'étude maritime LEM (2007), les vents du secteur Nord – Est sont les plus fréquents. Les vents sont mieux marqués en été, leur vitesse se répartit entre 1 et 30 nœuds. Les vents du secteur Sud – Ouest soufflent principalement en hiver, la vitesse de ces vents est de 6 à 10 nœuds. (LEM, 2007.)

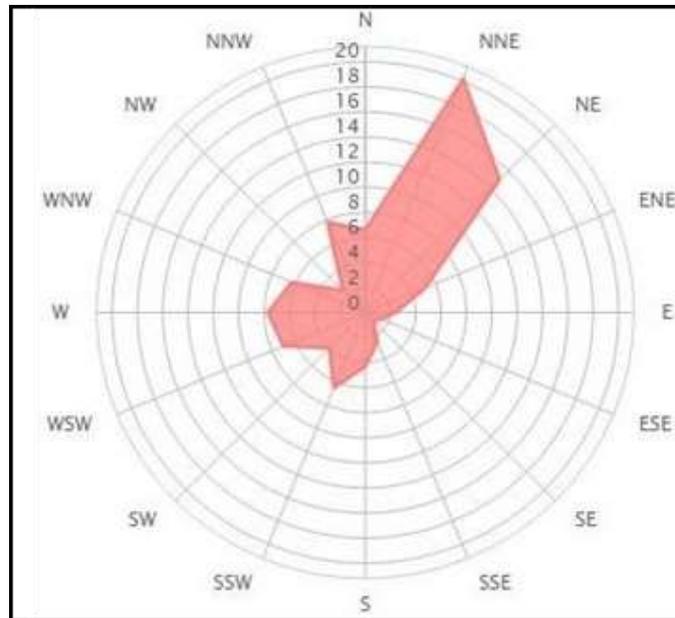


Figure III-05 : Rose des vents d'Alger.

Source : LEM, 2007.

- **L'humidité** : La valeur moyenne de l'humidité dépasse les 50% pour tous les mois de l'année et varie entre un maximum de 80 % au mois de Décembre, Janvier, Février et un minimum de 69 % au mois de Juillet. (Température weather, 2009.)

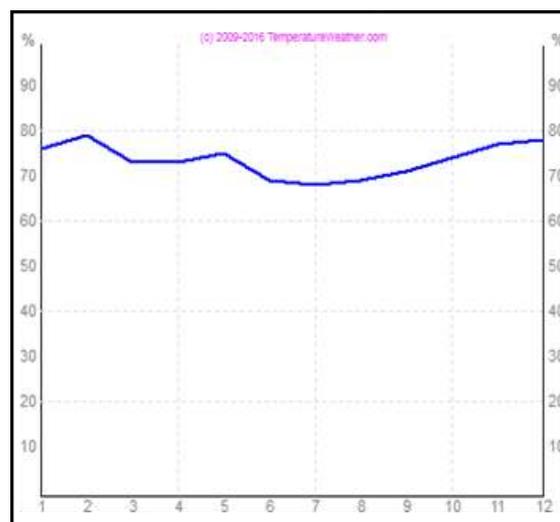


Figure III-06 : Histogramme de la variation de l'humide par mois.

(Source : Température weather, 2009.)

### III.2.2. Structuration des jardins au sein de la ville d'Alger :

Le couvert végétal de la ville d'Alger, comme c'est le cas pour presque toutes les autres villes algériennes, subit des dégradations quotidiennes sous l'effet de l'urbanisation et du manque d'entretien. Même si le nombre des jardins à Alger-centre est très limité, ils ne sont pas isolés et font partie du grand mouvement qui offre aux citoyens des espaces verts publics de grande qualité.

A cause de la topographie spécifique de la ville d'Alger, cette dernière a été dotée de petits parcs, de squares et de coulées vertes, qui s'intègrent plus facilement dans les terrains en pente, « Les parcs, de la Liberté (Ex-parc de Galland) et de Beyrouth (Ex-Mont Riant) ont été implantés sur des versants offrant un aménagement spécifique à étages ». Les coulées vertes concernent les boulevards KHEMISTI (Ex-Laferrière) et TALEB Abderrahmane (Ex-Guillemin), occupant l'emplacement des anciens remparts Sud et Nord-Est.

Les espaces verts publics à Alger se caractérisent par une végétation peu dense et généralement dégradée. Ces espaces verts sont en majorité hérités de la période coloniale, dont la création date de la fin XIX<sup>ème</sup> et début du XX<sup>ème</sup> siècle. Le couvert Végétal se compose principalement de : parcs, jardins, places, squares et voies plantées (alignements). Leur mode de répartition dans le tissu urbain, s'intègre harmonieusement avec le bâti en adoptant des figures diverses et variées selon la topographie du terrain.



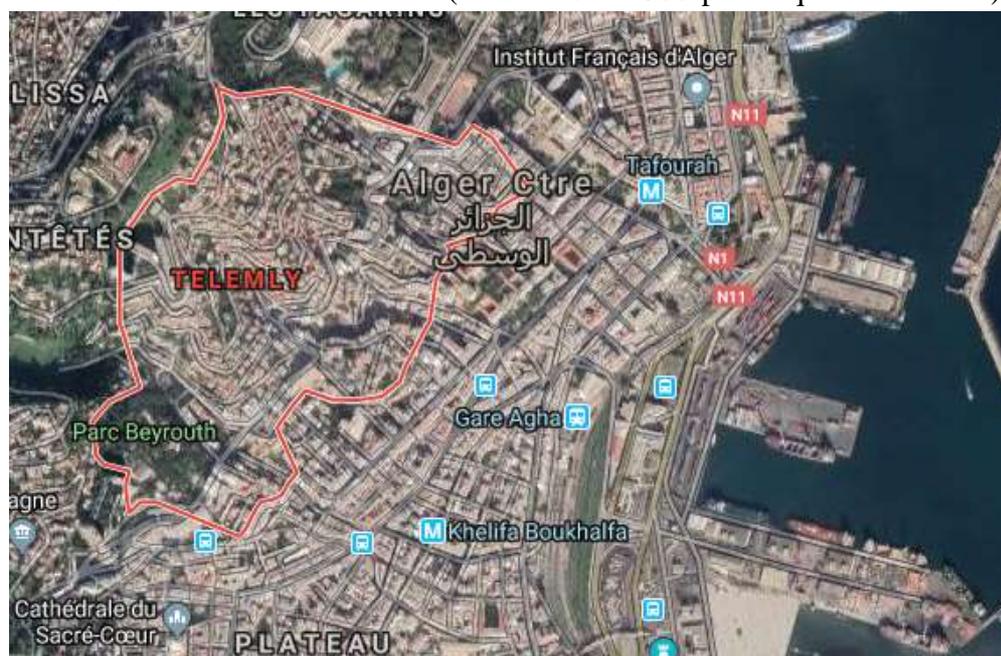
Figure III-07 : Carte des parcs historiques de la ville d'Alger  
Source : Arte et Charpentier. « Vies de Villes ». Numéro Hors Série n°3 – Juillet 2012.

<sup>88</sup>M'SELLEME Houda, Le confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique, cas des lieux de travail à Biskra, thèse de magistère, Université de Biskra, 2007.CH : IV, p : 137

*Jardin de liberté**jardin de Beyrouth**Jardins du boulevard Khemisti**Figure III-08 : Exemple des jardins de la ville d'Alger*

### III.2.3. Caractéristiques de tissu urbain de Télémly :

Le boulevard du Télémly rebaptisé boulevard Salah-Bouakouir puis boulevard Krim-Belkacem après l'Indépendance constituait, au début du XXe siècle, une jolie promenade. Ce chemin ombragé, long et sinueux permettait aux flâneurs d'admirer la magnifique baie d'Alger. Le boulevard du Télémly était aussi appelé le chemin des Aqueducs car il suivait en partie le tracé des conduites turques restaurées et améliorées, et qui servaient à l'adduction des eaux. A partir des années 1950, le Télémly commença à subir des transformations. Plusieurs grands immeubles avec une vue imprenable sur la baie d'Alger y seront érigés. L'immeuble dit Pont Burdeau, réalisé par l'architecte L. Pierre Marie en 1952, selon une application de l'idée des immeubles viaducs conçue par Le Corbusier, a été construit sur le ravin Burdeau. D'autres immeubles émergent du sol à la même époque : l'immeuble Algeria, l'immeuble Lafayette, l'immeuble des Fonctionnaires et ceux de l'Aréohabitat (construits en 1955 par Miquel et Bourlier)<sup>87</sup>.

*Figure III-09 : Délimitation du quartier de Télémly**Source : Google map .*

<sup>87</sup> biladi.skyrock.com

### III.3.Présentation de cas d'étude : jardin de Beyrouth (Ex Mont Riant)

Le jardin de Beyrouth se situe à Télémly, Au niveau du boulevard Krim Belkacem, le jardin est entouré par une grille en fer forgée et elle s'ouvre sur une grande esplanade encadrée par les deux volées d'un escalier monumental (sa largeur est de trois mètres), qui s'unifient et distribuent les promenades par les paliers de repos. La conception du jardin tire parti de la topographie du site et très peu de terrassement ont été réalisés, tous les parcours et les rampes gravitent lentement sur la pente à part l'escalier monumental qui traverse le parc. En plus de la fonction principale de jardin comme espace de détente et de promenade, le jardin contient aussi :

- Une garderie d'enfants ;
- Une école primaire ;
- Une salle de gymnastique ;
- Et un musée de l'enfance.

#### III.3.1.Situation :

Le jardin de Beyrouth se trouve à Télémly, il donne dans sa partie inférieure sur le boulevard Karim Belkacem. Il a été créé dans le cadre du projet de la réalisation de la promenade suivant l'aqueduc du Télémly initié par le conseil municipal.



Figure III-10 : Situation de jardin de Beyrouth

Source : Google map

### III.3.2. Aperçue historique sur le jardin de Beyrouth : Ex Mont -Riant

Son emplacement était à l'époque ottomane « un Djennan » avec sa maison mauresque et ses jardins composés d'oliviers, de bosquets de pins et de clairières jonchées d'iris et de jasmins. Cette colline fut léguée 1936 par une Algéroise à la municipalité d'Alger. C'est en voulant construire une promenade sur l'ancien aqueduc du Telemly, aujourd'hui boulevard Krim Belkacem, que l'on a pensé à en faire un jardin. Un escalier monumental large de trois mètres lui donne une stature royale. Des haies de buis délimitent des parterres jonchés de primevères et d'iris. On y recense plus de soixante variétés d'arbres. La porte d'entrée au niveau du Telemly s'ouvre sur une stèle encadrée par deux volets d'escaliers qui s'unifient pour distribuer des promenades par paliers de repos.



*Figure III-11 : Entrée principale du jardin de Beyrouth de côté de boulevard Krim Belkacem*

*Source : Google Maps*

### III .3.3. Accès au jardin :

Les accès principaux se trouvent sur la rue Krim Belkacem au milieu de jardin elle s'ouvre par une barrière en ferronnerie sur un large escalier qui mène à nu espace de repos.

Entrée principale mécanique se trouve sur la rue Krim Belkacem

Accès secondaire piétonne supérieure de l'école primaire

### III.3.4. Morphologie du jardin :

La morphologie du jardin tire parti de la topographie en pente du site. Très peu de terrassement ont été réalisés, tous les parcours et les rampes gravitent lentement sur la pente à part l'escalier monumental qui traverse le parc. Le jardin est structuré autour de deux volées de l'escalier monumental, qui s'unifient et distribuent les promenades par les paliers de repos, les espace sont organisés selon un

axe matérialisé par les escaliers selon une pente moyenne qui est le résultat de la topographie de terrain. La faible ondulation du terrain de jardin crée une rupture avec le paysage urbain dense de proximité. À l'intérieur du parc de Beyrouth, plusieurs itinéraires sont possibles et une large gamme de choix est offerte aux usagers qui varient entre les marches ou les rampes en pente douce.

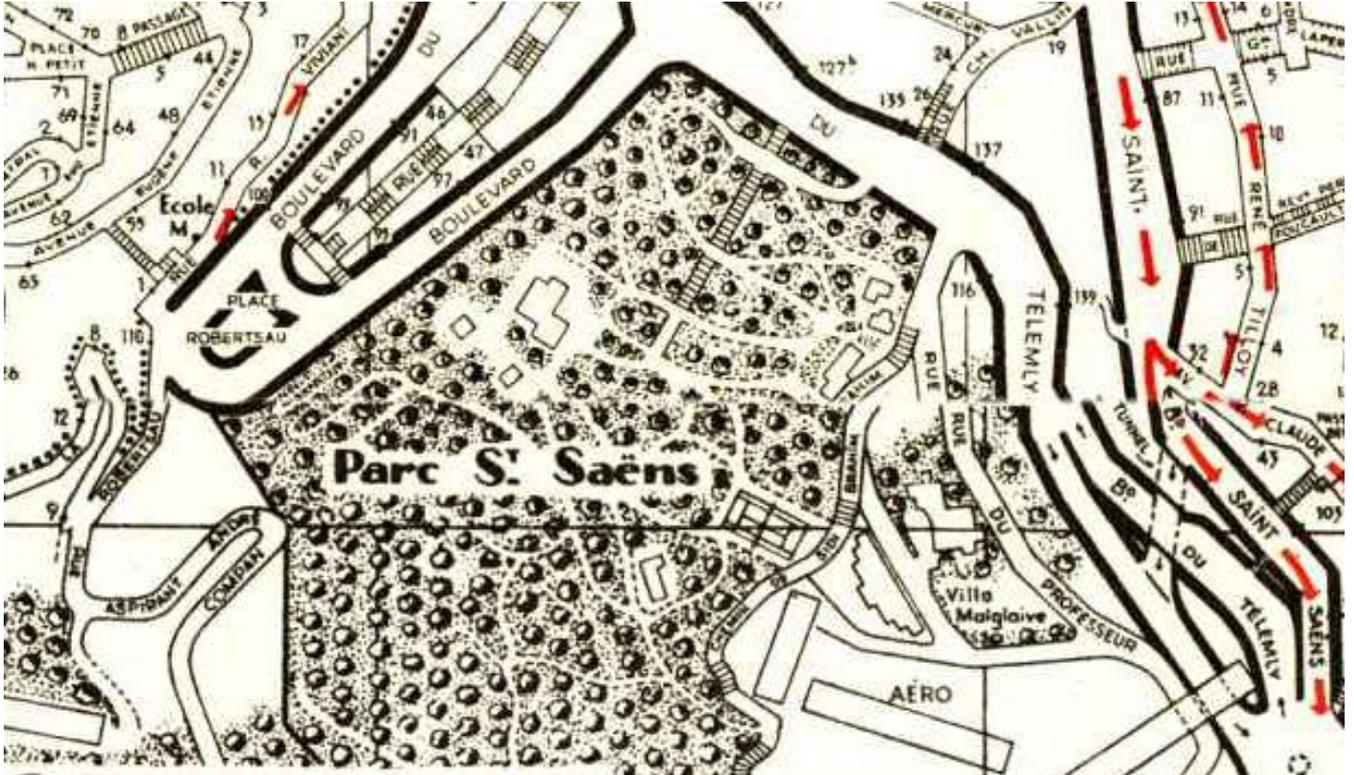


Figure III-12 : Morphologie de jardin de Beyrouth

Source : [http://alger-\\_parc\\_saint\\_saens\\_montage\\_vrillon.htm](http://alger-_parc_saint_saens_montage_vrillon.htm)

#### III.4.composition de jardin :

Le jardin est constitué de deux composantes distinctes ; minérales et végétales :

**III.4.1.Partie minérale** : la partie minérale de jardin est constitué de :

Les allées et les cheminements

L'escalier monumental

Les rampes courbées.

La clôture : d'une grille constituée d'un léger barreaudage

Les espaces de jeux



Figure III-13 : L'escalier monumental du jardin  
Source : <http://algerie2007noprobleme.skyrock>



Figure III-14 : Air de jeux de jardin  
Source : <http://www.reseau-euromed>.



Figure III-15 : revêtement des allés, cheminement et escalier du jardin  
Source : <http://www.reseau-euromed>.

#### III.4.2. Partie végétale :

Le parc de Beyrouth est marqué par la silhouette imposante de ses beaux grands arbres et de sa végétation très dense et variée, on peut distinguer plusieurs types de végétation au sien de jardin :

- Les pelouses répartissent en plusieurs unités paysagères distinctes délimitées par des allées dessinant des rampes courbées. Elles s'occupent des surfaces importantes devant l'entrée et dans le reste du jardin, des fleurs qui sont bien choisis et composé entre elle d'une façon harmonieuse
- Les arbres : il y a dans ce jardin des espèces diverses avec des grands arbres tels chêne le pin, oliviers
- Les palmiers : la plupart d'eux sont d'une taille moyenne et d'espèces différentes
- Arbustes : ils suivent le schéma de la circulation
- Les fleur : elles sont bien choisies et composées entre elle d'une façon harmonieuse



Figure III-16 : chêne

Source : <http://www.reseau-euromed>



Figure III-17 : Palmier

Source : <http://www.reseau-euromed>

#### III.4.3. Densité de la végétation :

La densité de la végétation au sein de jardin de Beyrouth est importante, car le paysage naturel de jardin crée un sentiment fort de se trouver dans un buisson. De plus le traitement et le choix des arbres permettent d'hierarchiser les différentes parties, ou l'entrée est la partie apprivoisée, mais en pénétrant plus dans le jardin l'aspect sauvage grandit en même temps que la densité des arbres augmente. Le parc de Beyrouth est marqué par la silhouette imposante de ses beaux grands arbres et de sa végétation très dense et variée, à la base des arbres monumentales. Il y a dans ce jardin des espèces diverses avec des grands arbres tels que chêne de pin, des palmiers d'une taille moyenne et des espèces différentes, des arbustes qui suivent le chemin de la circulation.

#### III.5. Questionnaire :

L'une des techniques de collecte des données humaines reste incontestablement le questionnaire, dont la simplicité en fait une technique d'usage très courant. Ce dernier est une technique d'interrogation individuelle, standardisée, composée d'une suite de questions présentées dans un ordre prédéfini.

Le questionnaire est une technique directe d'investigation scientifique utilisée au près d'individus, qui permet de les interroger de façon directive et de faire un prélèvement quantitatif en vue de trouver des relations mathématiques et de faire des comparaisons chiffrées<sup>88</sup>.

Dans ce travail nous avons fait recours à la méthode d'investigation par questionnaire et ce dans le but de connaître l'impact réelle de l'existence de jardin au milieu urbain sur microclimat au sein et autour du jardin et son influence sur la qualité de l'air et les relations sociales entre les citadins et ceux à travers l'appréciation personnelle des gens.

<sup>88</sup>M.Ongers, 1992, *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*, casbah université, 381p.

### III.5.1. Conception du questionnaire :

L'objectif de ce questionnaire est de connaître l'appréciation réelle de jardin par les citadins et son impact sur son environnement climatique immédiat, durant les différentes saisons de l'année et spécialement en période estivale, qui constitue le moment de l'année où les températures des villes de sud de la méditerranée connaissent des hausses remarquables provoquant ainsi un malaise et une absence de confort au niveau des ambiances extérieures, il faut noter aussi que cet inconfort est accentué par le phénomène de l'îlot de chaleur urbain.

La conception de ce questionnaire s'articule autour de douze questions, et chaque une d'elle possède des propositions parmi laquelle les personnes interrogées peuvent choisir les réponses qui leur conviennent. Nous avons procédé à un questionnaire constitué de douze questions, dont le modèle est joint ci-dessous. Le questionnaire concerne les moments de l'année et de la journée où les jardins sont plus fréquentés, à travers ce dernier nous cherchons à connaître l'impact du jardin sur son environnement immédiat, son rôle dans la dimension sociale de cet espace et son rôle dans le tissage des relations sociales entre les habitants d'un quartier par exemple et le renforcement de sentiments d'appartenance.

### III.5.2. Modèle du questionnaire :

Questionnaire sur le jardin :

1. Votre tranche d'âge est de :
 

<input type="checkbox"/> 15 à 35 ans	<input type="checkbox"/> 35 à 45 ans	<input type="checkbox"/> 45 à 60 ans	<input type="checkbox"/> plus de 60 ans
--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---
  
2. Dans quelle saison fréquentez-vous plus les jardins :
 

<input type="checkbox"/> Automne	<input type="checkbox"/> Hiver	<input type="checkbox"/> Printemps	<input type="checkbox"/> Été
----------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	------------------------------
  
3. A quel moment de la journée aimerez-vous visiter un jardin :
 

<input type="checkbox"/> entre 8h et 12H	<input type="checkbox"/> entre 12h et 16H	<input type="checkbox"/> entre 16h et 20h
--	---	---
  
4. Qu'est-ce que représente pour vous le jardin au milieu urbain :
 

<input type="checkbox"/> un espace de rafraîchissement	<input type="checkbox"/> un lieu de détente	<input type="checkbox"/> un moyen de tissage des liens sociaux
--	---	--
  
5. Comment visitez-vous le jardin :
 

<input type="checkbox"/> Accompagner	<input type="checkbox"/> seul
--------------------------------------	-------------------------------

- 
6. Pensez-vous que l'existence d'un jardin au sein du quartier joue un rôle positif dans le renforcement des lieux sociaux entre les habitants :
- Oui  Non
7. Sentez-vous la différence de température entre les espaces extérieurs situés à proximité d'un jardin et les autres espaces de la ville :
- Oui  Non
8. En période estivale, les ambiances extérieures situées en voisinage d'un jardin sont-elles plus fraîches que les autres espaces de milieu urbain :
- Oui  Non
9. Sentez-vous la différence dans la qualité de l'air entre le jardin et les autres espaces de la ville :
- Oui l'air est plus pur dans un jardin  Non je ne sens pas la différence
10. En période estivale, comment qualifier vous les températures ambiantes au sein de jardin :
- Agréable  peu agréable  supportable  insupportable
11. Qu'est-ce que vous appréciez dans le jardin :
- La quantité d'arbre  l'aménagement de jardin  le point d'eau
12. Qu'apporte le jardin au milieu urbain pour la ville :
- De la nature en ville  un meilleur air à respirer  un espace moins bétonné  
 Un lieu plus calme

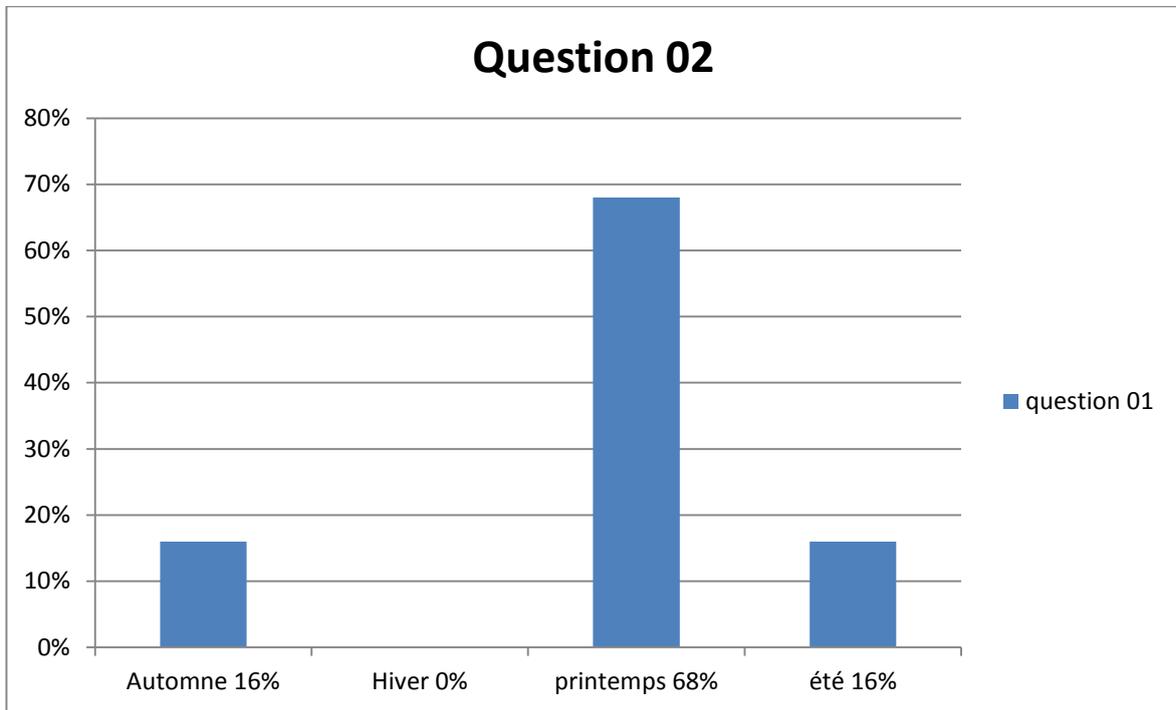
### III.5.3. Présentation de l'échantillon :

L'échantillon est composé de vingt (20) étudiants en architecture Master II de l'université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, dont la tranche d'âge varie entre 15 et 35 ans.

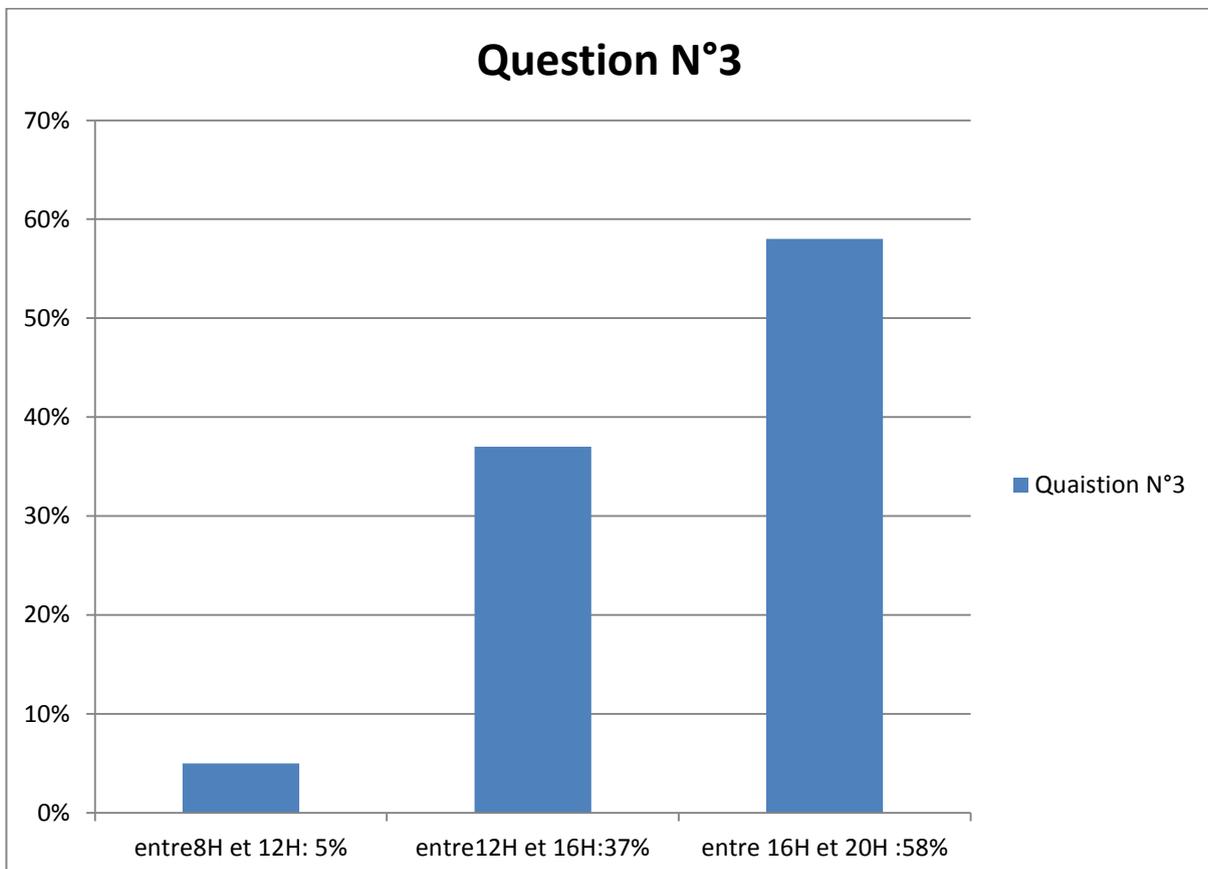
### III.4.4. Résultats :

Les graphes ci-dessous représentent les résultats du questionnaire :

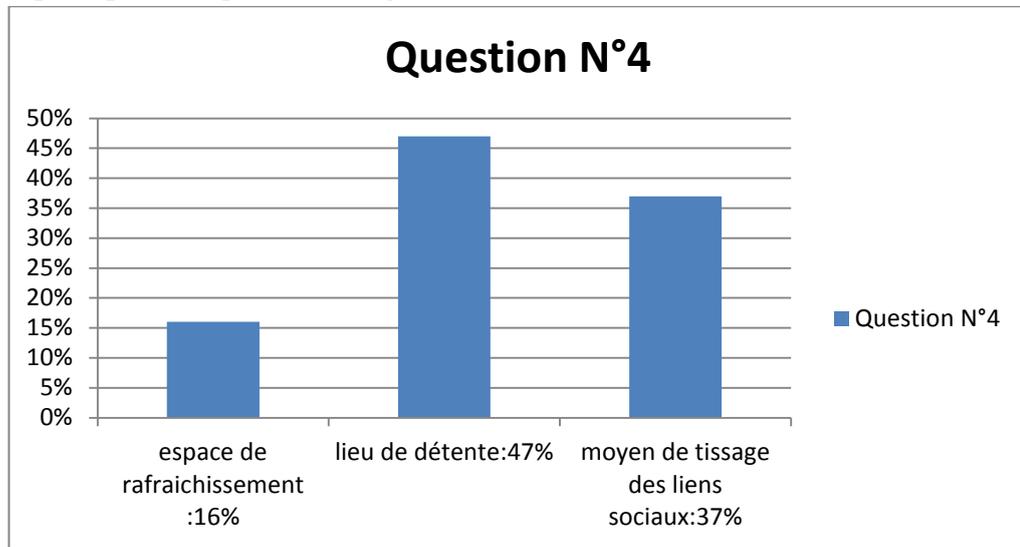
02. Dans quelle saison fréquentez-vous plus les jardins :



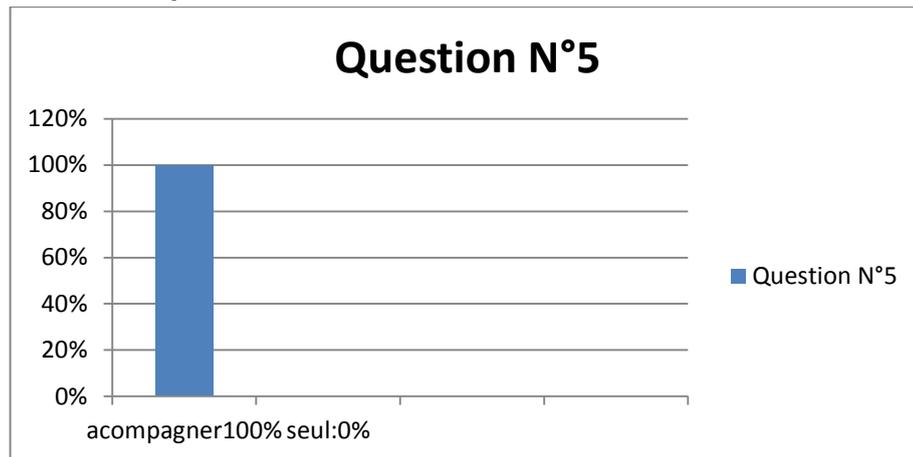
03. A quel moment de la journée aimez-vous visiter un jardin :



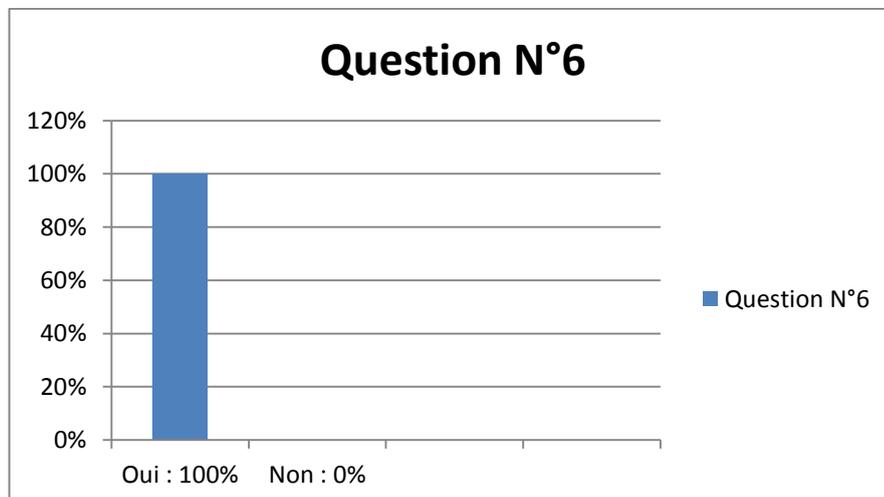
04. Qu'est-ce que représente pour vous le jardin au milieu urbain :



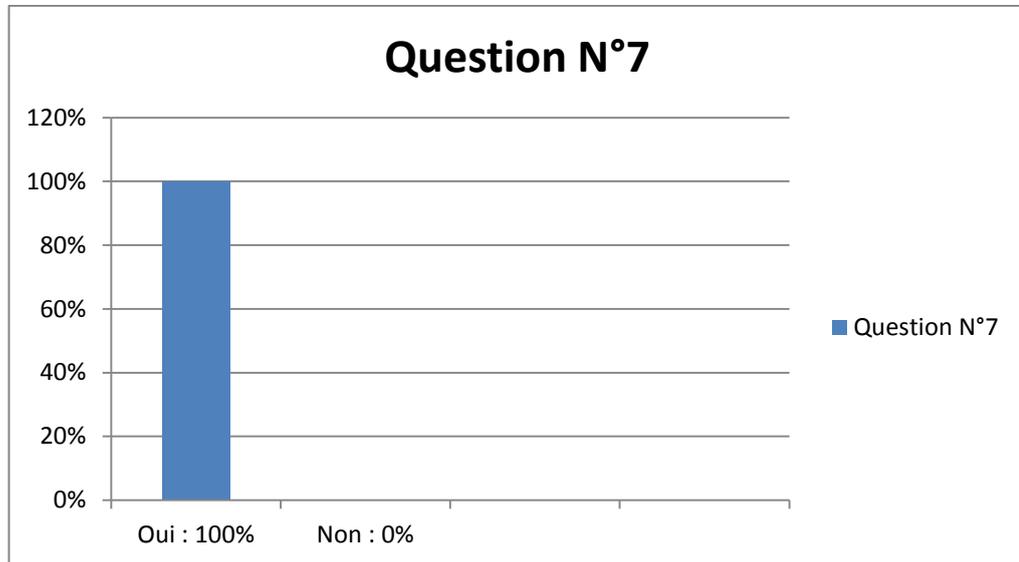
05. Comment visitez-vous le jardin :



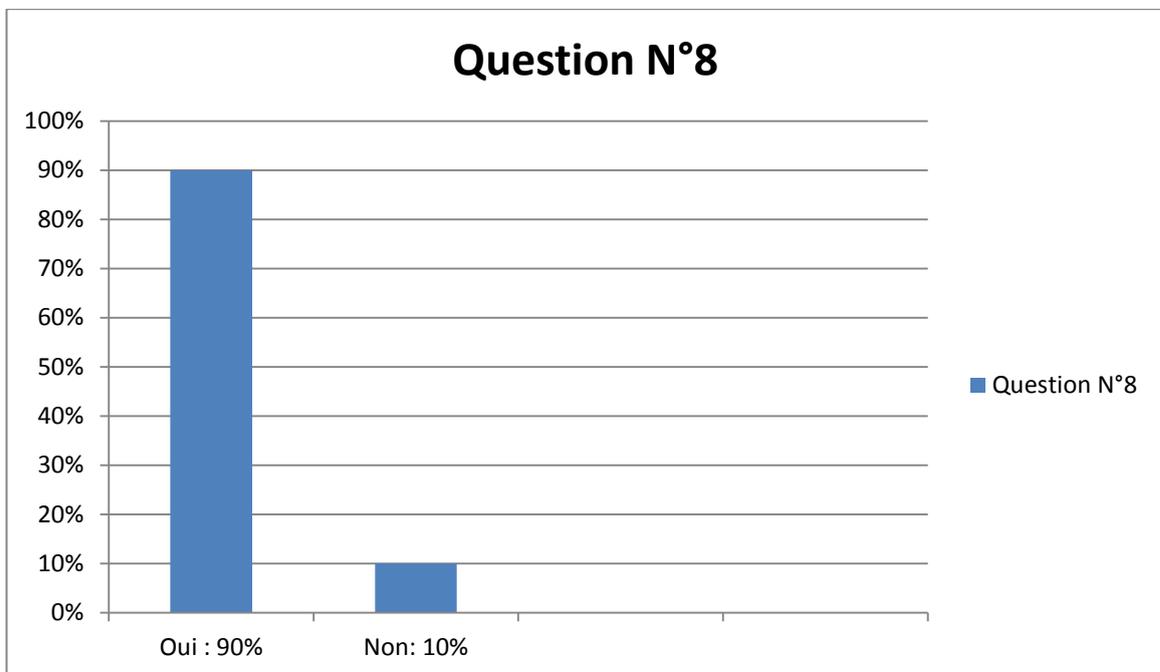
06. Pensez-vous que l'existence d'un jardin au sein du quartier joue un rôle positif dans le renforcement des lieux sociaux entre les habitants :



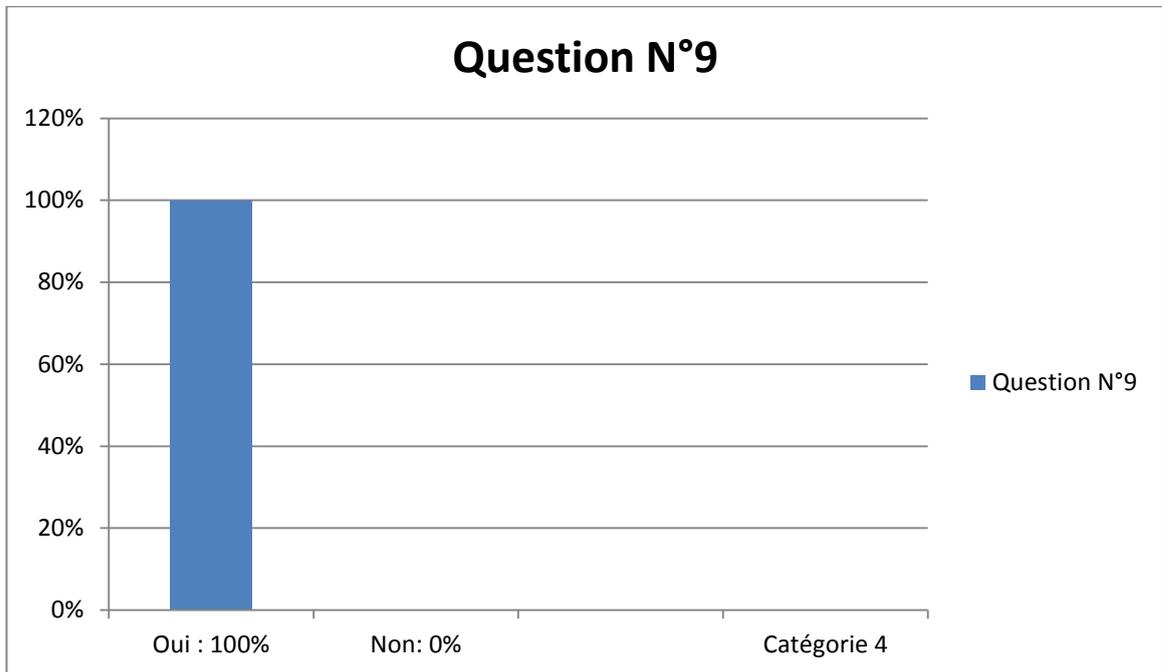
07. Sentez-vous la différence de température entre les espaces extérieurs situés à proximité d'un jardin et les autres espaces de la ville :



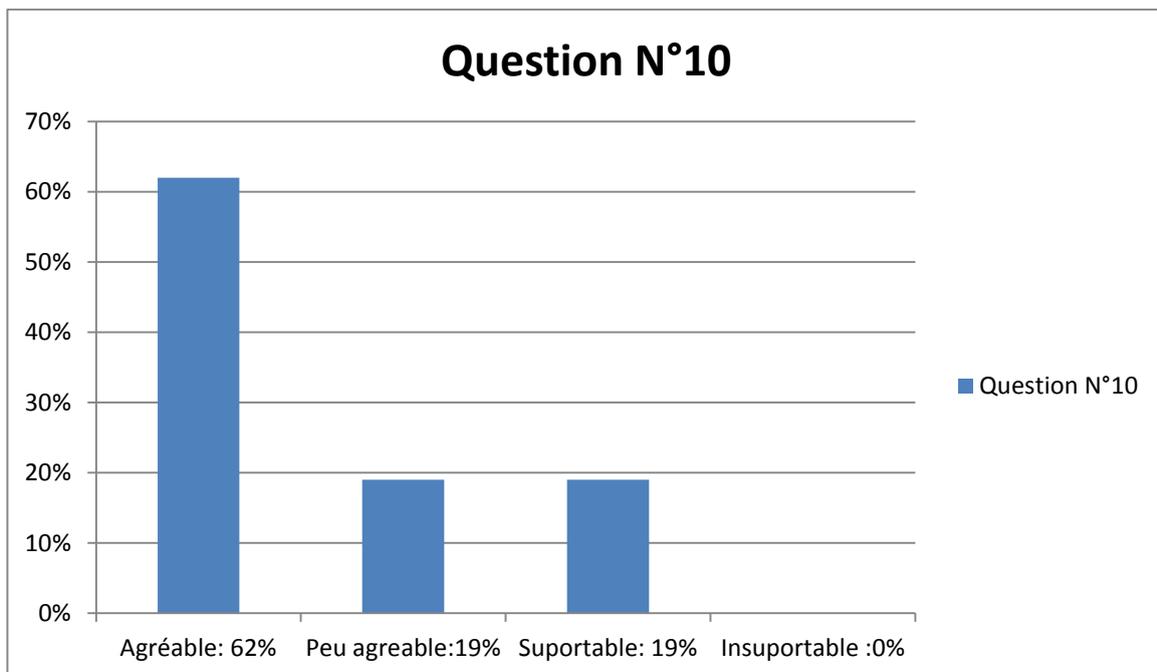
08. En période estivale, les ambiances extérieures situées en voisinage d'un jardin sont-elles plus fraîches que les autres espaces de milieu urbain :



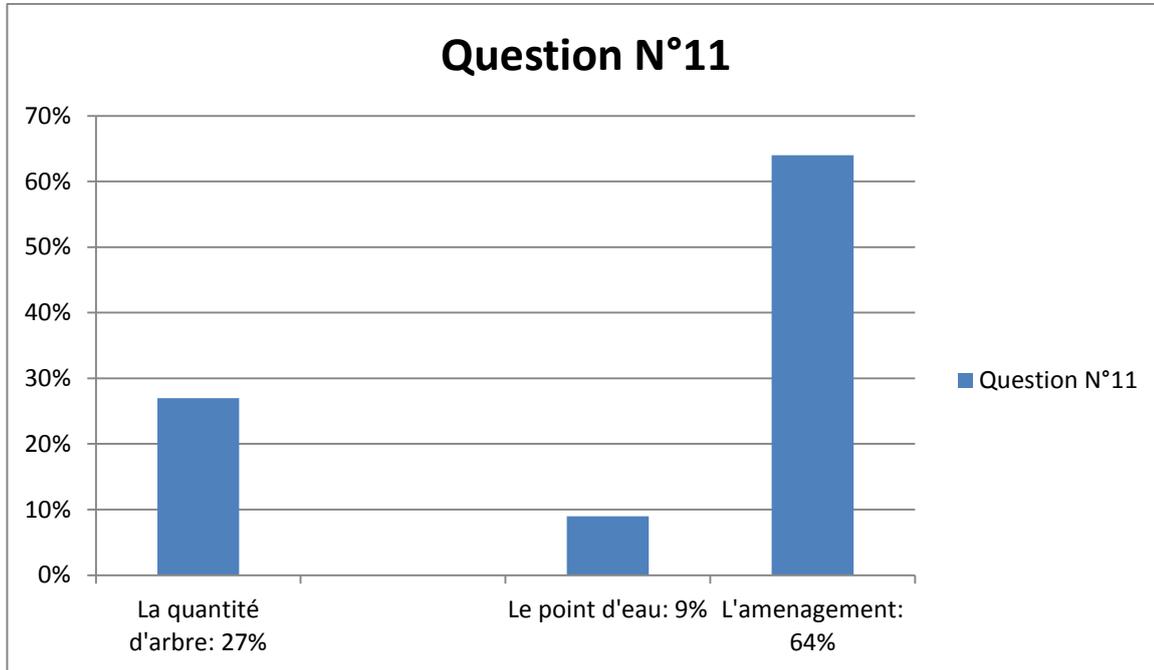
09. Sentez-vous la différence dans la qualité de l'air entre le jardin et les autres espaces de la ville :



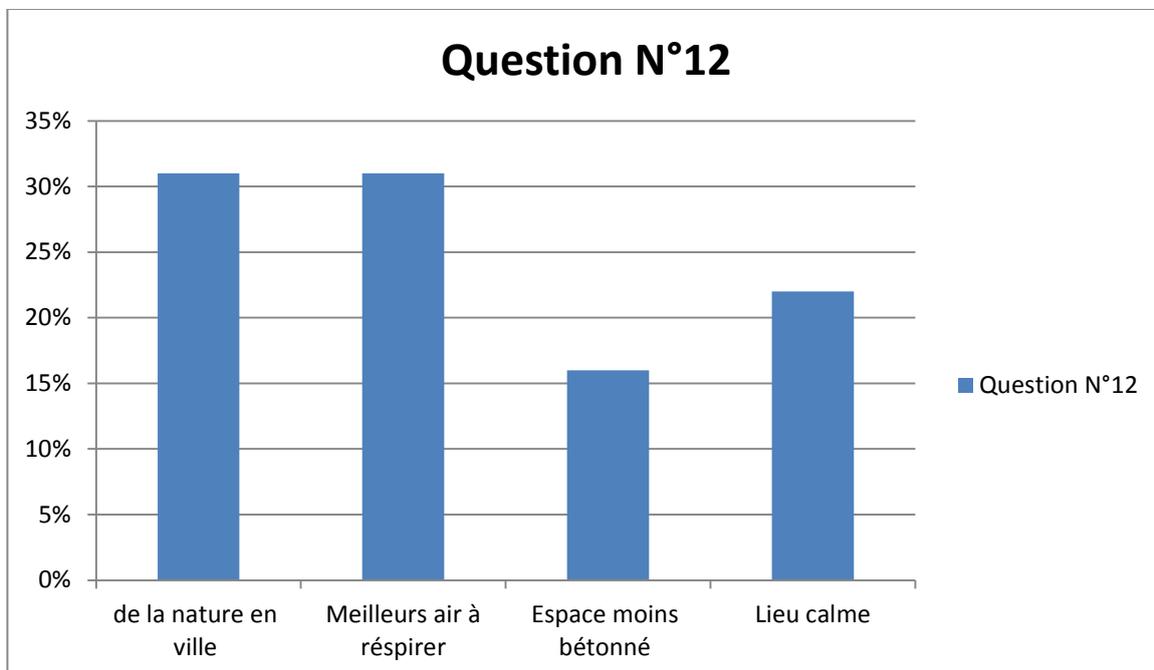
10. En période estivale, comment qualifier vous les températures ambiantes au sein de jardin :



11. Qu'est-ce que vous appréciez dans le jardin :



12. Qu'apporte le jardin au milieu urbain pour la ville :



### III.6.3. Interprétation des résultats :

Les résultats du questionnaire relèvent que 68% des étudiants préfèrent visiter les jardins à la saison de printemps, et c'est en raison que la saison de printemps est le moment de l'année où les végétations est les plantes fleurissent et cela est accompagné avec des températures agréables qui incitent les gens à sortir et promener, tend-dis que 16% des étudiants préfèrent le visiter de manière équitable à la saison d'automne et d'été. D'après les résultats du questionnaire les jardins sont peut apprécier à la saison d'hiver, car 0% des étudiants fréquentent les jardins à la saison d'hiver, cela peut être expliqué par les conditions climatiques défavorable, caractérisé par la baisses des températures et la présence du vent et de la pluie qui cause des désagréments.

Concernant les moments de la journée où les jardins sont plus visités, les résultats relèvent que 58% des étudiants visite les jardins entre 16h et 20h, en effet c'est le moment de la journée où les rayons du soleil sont moins intenses par rapport au reste de la journée et le soleil s'approche du coucher, tant dis que 37% des étudiants fréquentent les jardins entre 12h et 16h ; les gens durant cette période de la journée est spécialement à la saison d'été peuvent bénéficier de l'air frais des jardins est des températures moins importante qui sont due principalement à l'effet d'ombre des arbres. Un faible pourcentage des étudiants qui est de 5% préfèrent visiter le jardin entre 08h et 12h.

Pour 37% des étudiants le jardin représente un moyen de tissage des liens sociaux, tend dis que le jardin représente pour 47% des étudiants un espace de détente, et représente pour 16% des étudiants un espaces de rafraichissement.

100% des étudiants visitent les jardins accompagnés, et 100% des étudiants s'accordent sur le fait que l'existence d'un jardin au sein du quartier joue un rôle positif dans le renforcement des lieux sociaux entre les habitants.

100% des étudiants affirment sur le fait qu'il existe une différence remarquable de température entre les espaces extérieures situés à proximité d'un jardin et les autres espaces de la ville. De même que 90 % des étudiants ont déclaré que les ambiances extérieures situées en voisinage d'un jardin sont plus fraîches que les autres espaces de milieu urbain, cela est dû à l'effet de la végétation présente dans le jardin.

100% des étudiants sentent la différence dans la qualité de l'air entre le jardin et les autres espaces de la ville et qualifient l'air des jardins de plus pur et de moins pollué. D'après les résultats du questionnaire 62% des étudiants qualifient les températures ambiantes en période estivale au sein de jardin de température agréable, tend- dis que 19% les qualifient de supportable et peu agréable équitablement.

L'aménagement de jardin est apprécié par 64% des étudiants, la quantité d'arbre est appréciée par 27% des étudiants, tend dis que 9% apprécié les point et jet d'eau présent dans les jardins. Concernant l'apport du jardin au milieu urbain, selon le point de vu des étudiants les résultats ont relevé que 31% des étudiants considèrent le jardin comme un espace qui permet d'introduire la nature dans le milieu artificielle que constitue la ville, le même pourcentage représente la catégorie des étudiants qui voient le jardin comme un espace où on peut respirer un

air pur et échapper à la pollution de la ville , 22% des étudiants regardent au jardin comme un endroit calme loin de bruit de la machine de la ville , 16% des étudiants regardent au jardin comme un espace moins bétonné ou on peut sentir la terre et apprécier la verdure .

### **Conclusion :**

Les résultats du questionnaire, montre l'envergure de l'importance de l'existence du jardin au milieu urbain, et son effet modérateur et régulateur de la chaleur en ville , qui est ressenti par al plus pars des personnes interrogées, son oublie que la majeure partie des étudiant qualifient les températures au sein du jardin d'agréable , et s'accordent sur le rôle positif de ce dernier dans le tissage des relations sociales.

### **III.7. Recommandations :**

Le milieu urbain constitue un milieu difficile qui affecte la population humaine et sa santé. En effet, nombreux sont les facteurs de stress auxquels elle y est confrontée, on y trouve par exemple des concentrations importantes de polluants atmosphériques, mais aussi parfois des températures accablantes. L'introduction des espaces vers au milieu urbain pour atténuer certaines agressions environnementales ou psychologiques constitue une voie a priori intéressante.

Les résultats de notre recherche ont montré que les jardins constituent une stratégie sans regret pour lutter contre la situation d'inconfort de milieu urbain, par conséquent la lecture des points précédents nous permet de brosser un portrait plus précis du jardin idéal, c'est-à-dire un ensemble de pratiques et de choix de structures et composantes du jardin qui maximise ses impacts positifs au milieu urbain à savoir :

- L'ombrage naturel de la végétation dans le jardin doit de préférence être plus important en été qu'en hiver, afin de profiter des apports d'énergie solaire hivernaux et d'encourager les gens pour fréquenter les jardins en cette saison. Pour des climats tempérés, comme le climat méditerranéen, il est donc conseillé d'opter pour des plantations à feuilles caduques, avec peu de branches, pour avoir un ombrage minimal en hiver, mais un feuillage dense, pour la raison inverse en été.
- Préserver un nombre important d'arbres adultes, qui sont les éléments les plus performants pour le stockage du carbone, épurer l'air, infiltrer l'eau, réduire l'effet d'îlot de chaleur par évapotranspiration.
- Laisser la nature agir, ce n'est pas se retrouver avec un jardin « forêt vierge ». Au contraire il est possible de faire harmonieusement cohabiter un coin nature et un espace plus aménagé. La flore indigène a de nombreux atouts pour le jardin. Ces espèces locales sont bien adaptées au climat et au sol. les végétaux indigènes nourrissent le sol et ré-enrichissent le milieu, limitant ainsi l'usage d'engrais chimiques. Ils permettent également de limiter le ruissellement des eaux de pluie qui entraîne le lessivage des terres, défavorable pour le sol.

- Plantez une haie en alternative à la clôture de jardin, alternatives à la clôture en béton ou en bois, les branches d'une haie dense de feuilles dissimulent très bien le jardin, tout en laissant passer la lumière et en coupant le vent.
- Arrosez les plantations du jardin au bon moment, la plupart du temps, la pluviosité dans nos régions suffit. Arrosez de préférence le soir afin d'éviter les pertes par évaporation : pour la même efficacité, vous économiserez jusqu'à 50% d'eau. Évitez d'arroser par grand vent : il provoque évaporation et dessèchement.
- Favoriser les engrais verts, le meilleur engrais naturel est le compost, il est aussi intéressant de cultiver des plantes qui permettent d'améliorer la qualité et la fertilité du sol. On les appelle « engrais verts » car elles peuvent fixer l'azote de l'air, absorber les nitrates, et étouffer les herbes indésirables.

#### IV. Conclusion générale:

L'effet de la ville sur le climat a été considéré à une échelle qualifiée de microclimatique. L'examen des modifications du climat à travers les différents niveaux scalaires a permis de situer l'espace extérieur urbain à une échelle microclimatique et saisir les éléments intervenant dans la caractérisation de l'ambiance climatique à ce niveau spatial.

L'apparition de l'îlot de chaleur est la manifestation climatique la plus connue de l'influence du milieu urbain sur son climat. La pollution atmosphérique, l'albédo, les rejets thermiques anthropiques, l'imperméabilisation des sols et la géométrie de la ville, sont autant de facteurs qui aggravent la situation d'inconfort au milieu urbain spécialement en période estivale, augmentant ainsi les risques sanitaires des populations urbaines. C'est dans ce contexte qu'intervient le jardin dans la régulation et la modération du microclimat de la ville.

Le jardin est une portion du paysage. Un espace limité, qui garde des caractéristiques globalement naturelles et qui s'insère dans son environnement, et qui exerce influence sur son environnement qu'est la ville. Le jardin est un élément essentiel de l'esthétique et de l'amélioration du cadre de vie en raison des avantages qu'ils procurent et des fonctions qu'ils génèrent: ce qui en fait un poumon qui alimente les villes en air pur.

L'impact de la végétation des jardins est observé sur la température de l'air, sur le taux d'humidité relative et sur la vitesse de l'air des ambiances extérieures des espaces au sien du jardin et des espaces environnant, l'effet modérateur de l'îlot de chaleur crée par la végétation existante grâce au processus de l'évapotranspiration et l'effet d'ombre, fait par les d'arbres.

Les jardins sont devenus une composante incontournable de la vie dans la ville. De fait de leurs qualités esthétiques et de leur impact positif sur la santé des habitants, les jardins jouent également un rôle social et récréatif de tout premier plan.

## Bibliographie :

### Livres :

- Amos Rapoport : Pour une anthropologie de la maison. Edition Dunod, 1972
- ALPHAND.A et BARON.E. L'art des jardins : parcs, jardins, promenades. Editeur, Rothschild. Paris. 1885
- AKBARI.H et al "Peak power and cooling energy savings of shade trees" Energy and Buildings, vol 25, USA 1997. p 139, p148.
- Albert lévy, 2005. P123.
- BERNATZKY.A : « *The contribution of trees and green spaces to a town climate* » Energy and Buildings, vol 25 (1982), pp 139 – 148.
- Cabanel, J., Stefulesco, C: L'urbanisme végétal. Edition I.D.F diffusion, 1993
- Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p07, p 121, P11
- Cabanel, J., Stefulesco, C: L'urbanisme végétal. I.D.F diffusion, 1993
- CABANEL, J. In Stefulesco, C (1993). L'urbanisme végétal. Paris : I.D.F., 323 p. (avant-propos, p 9
- CHOY, F et MERLIN, P, (2010) Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement. Paris : Presses ; Université de France
- COPPIN. M.J, et RICHARDS. I.G : « *Use of Vegetation in Civil Engineering* ». Construction Industry research and Information Association, Butterworths, London, 1990
- ESCOURROU, G. (1983). Le climat et l'environnement, les facteurs locaux du climat, Masson, Paris
- ESCOURROU, G. (1981). Climat et environnement, Les facteurs locaux du climat. Paris : Masson, 182 p.
- Fanger P.O.: Thermal comfort. Copenhagen. Danish Technical Press, 1970.
- GIVONI Baruch, L'homme, l'architecture et le climat. Editions du Moniteur; Paris, 1978, p :21
- Guyot, G. : Climatologie de l'environnement : Cours et exercices corrigé. 2ème ed. Paris: Dunod, 1999
- Hoffmann, J. B.: Ambiances climatisées et confort thermique. In: Proc. of COSTIC, 1994.
- Hervé Brunon. Histoire de l'art des jardins, dossier pédagogique, La Ferme Ornée de Carrouges, 2014, n°37, P, 19
- IZARD.J.L et GUYOT.A : "Archi bio" Ed Parenthèses 1979, p 34.
- LESSARD, G et BOULFROY.E. Les rôles de l'arbre en ville. Centre collégial de transfert de technologie en foresterie de Sainte-Foy, Québec. 2008.
- Jean-Luc, Thierry Gelgon. op. cit. p14, p02, P59
- LANDESBURG, the urban climate, academic press, 1981. p257
- Le Corbusier. « **Louanges à l'Algérie** ». Journal général des travaux publics et du bâtiment. N° 592. Cité dans : ROSSI, Catherine. « Jardins d'Alger ». Éditions Dalimen. Alger. 2012. P.312

- MURET, J. P. et al. (1987). Les espaces urbains – concevoir, réaliser, gérer. Paris : édition du Moniteur, P364
- MUSY M.(coord) .2014 : une ville verte, les rôle de végétale en ville .Ed :Quae, 200p.  
M.Ongers, 1992, *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*, casbah université, 381p.
- NOWAK.D.J et MCPHERSON.E.G : « *Comment quantifier l'incidence arbres: le projet de Chicago concernant les effets des espaces boisés urbains sur le climat* » Etas-unis, 1993.
- PECHERE. R .*Grammaire des jardins, secret de métier*. Edition : Racine. Bruxelles, 2002.
- PARKERJ.H : “*The use of shrubs in energy concervation plantings*” Landscape journal 6, 1987. pp132-139
- OKE, T.R. (1987). Boundary layer climates, Sec Edition, Methuen, London and New and New York
- Stewart, I. et Oke. T. (2010). Thermal differentiation of Local Climate Zones using tem perature
- STEFULESCO, C. (1993). L'urbanisme végétal. Paris : I.D.F., 323 p.
- Voogt, J.A. (2002). Urban Heat Island. Encyclopedia of global environmental change,
- VILMORIN C. (De) (1976), *La politique d'espaces verts*, Paris, Centre de Recherche Sur L'Urbanisme, p19.

### Mémoires et Thèses :

- ALIOUCHE Maria et OUBADI Kanza , Amélioration du Microclimat Urbain- Cas Des Quartiers « Hihi El Meki et Ghdiri Abd EL kader. A La Ville d'Oum El Bouaghi ; faculté des sciences de la terre et d'architecture département d'architecture ; université larbi ben m'hidi d'oum el bouaghi ; p52 ;
- **Benzerzour Mohamed**, Transformations Urbaines et Variations du Microclimat: Application au centre ancien de Nantes et proposition d'un indicateur « morpho-climatique », Thèse de doctorat, Spécialité : *sciences pour l'ingénieur*, Ecole polytechnique de l'université de Nantes, 2004.
- BENHALIL Karima, impact de la végétation grimpante sur le confort hygrothermique estival du bâtiment, université Mentouri Constantine, 2008, P 80
- BALLOUT Amor, le rôle de la végétation et l'eau dans la création d'un microclimat urbain, 2010, Université Mentouri de Constantine.P95.P102 , P77
- Benhassine Touam , les squares de constantine; image(s) et pratique. Université Mentouri, Constantine 2009 ,20p.

- Emilie Redon. Modélisation de la végétation urbaine comme régulateur thermique. Climatologie. Université Paul Sabatier - Toulouse III, 2017. P20
- JULIEN Bouyer, modélisation et simulation des microclimats urbains, étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments, Energie électrique, Université de Nantes , 2009
- J.A , Himstra .S, de Vries et J.H, spijker , Wageningen université research, P3
- Mohamed DJAAFRI ; forme urbaine, climat et énergie quels indicateurs et quels outils ?, mémoire pour l'obtention de grade de magistère , EPAU 2014 .P 77 ; P 82, P106
- M'SELLEM Houda, Le confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique, cas des lieux de travail à Biskra, thèse de magistère, Université de Biskra, 2007.CH : IV, p : 137
- Philippe Anquez et Alicia Herlem, 2011, les ilots de chaleurs dans la région métropolitaine de Montréal, P6
- RUELLE Julien, jardins privés Bruxellois, université libre de Bruxelles, 2012, P46 P47.
- Trottier A, 2008, toitures végétales, implantation de toit vert en milieu institutionnel, P80.
- WONG Nyuk Hien: "The use of Urban Greenery to mitigate Urban Heat Island in Singapore" School of Design and Environment Department of Building, National University of Singapore, 2007

### **Sites Internet :**

- Microsoft Encarta 2009.
- [www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html](http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html) - 5k
- [http : www .éditions parenthèses.com](http://www.editions_parentheses.com) JEAN JAQUES TERRIN , villes est changement climatiques
- [http://www. Cnrm-game.fr /projet/ EPICEA](http://www.Cnrm-game.fr/projet/EPICEA)
- MOOC UVED CLIMAT – Impacts régionaux et adaptation au changement climatique - Les zones urbaines
- <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/fr/> 87 Le rapport Brundtland (1987) définit

- alors ce qu'est le développement durable : «répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations à venir de satisfaire les leurs. ». Le document est téléchargeable depuis le site : [http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/5/rapport\\_brundtland.pdf](http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/5/rapport_brundtland.pdf) 102
- Environnement Canada, 2011 , le SMOG : <http://www.ec.gc.ca/air/default.asp?lang>.
- Giguère M, 2009, mesure de lutte aux ilots de chaleur urbains, institue nationale de santé publique au Québec, P77 :[http://www.inspq.qc.ca/pdf/publication/988\\_mesuresilotsdechaleurs.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publication/988_mesuresilotsdechaleurs.pdf)
- Colombert, M., Diab, Y. et Salagnac, J-L. (2006). Climat urbain: de l'évolution des villes au changement climatique. Dans Les risques liés au temps et au climat. Actes du XIX colloque international de climatologie, 172-177.
- [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville.
- les espaces verts urbains, rapport ASTERES, pour le compte de l'union des entreprises de paysage, Mai 2016 LAM.M et al : « Résumé d'une étude de cas- Végétation sur la façade des constructions : -Bioshader- » Centre for Sustainability of the Built Environment university of Brighton 2004 [EN LIGNE] [www.durabuild.org](http://www.durabuild.org)  
[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr), aménagé avec la nature en ville.1p
- (R.G.P.H) 2008. N°496 par l'Office National des Statistiques (O.N.S).
- [biladi.skyrock.com](http://biladi.skyrock.com)
- [www.wikipédia.org](http://www.wikipédia.org)
- [www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html](http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html)
- [www.châteauversailles-spectacle.fr](http://www.châteauversailles-spectacle.fr)

## Liste des figures :

- *Figure I-01 : Les zones climatiques dans le monde*
  - *Figure I- 02 : Représentation des échelles climatiques et atmosphériques*
  - *Figure I- 03 : la couche limite urbaine et la canopée urbaine*
  - *Figure I-04 : définition de la canopée urbaine*
  - *Figure I-05:Evolution de la température moyenne à la surface de la terre*
  - *Figure I- 06 : Processus urbain de pollution de l'air*
  - *Figure I-07 : Enjeux de l'adaptation des villes aux changements climatiques*
  - *Figure I-08 : Exemple de variation de la température entre milieu urbain et rural pour une fin d'après-midi estivale*
  - *Figure I-09 : Facteurs influençant l'ICU.*
  - *Figure I-10 : Boucle d'amplification des ilots de chaleur urbains*
  - *Figure I-11 : Effet de la rugosité sur le vent*
  - *Figure n°I-12 : Les valeurs de l'albédo selon le type de surface*
  - *Figure I- 13 : Les différents types d'échanges thermiques*
- 
- *Figure II.01 : Dimensions de neufs arbres communs.*
  - *Figure II-02 : Dessin d'un jardin égyptien au temps des pharaons*
  - *Figure II-03 : Plan de Jardin Chahar-bag*
  - *Figure II-04 : Château de Versailles*
  - *Figure II-05: Parc de la Villette*
  - *Figure II-06 : Vision symbolique de l'arbre.*
  - *Figure II-07 : Un arbre à différentes saisons.*
  - *Figure II-8 : les principaux polluants au milieu urbain*
  - *Figure II-9 : Capture et stockage des polluants par la végétation*
  - *Figure II-10 : séquestration de carbone et émissions GES des arbres et émissions évitées de 06 villes des Etats-Unis*
  - *Figure II-11 : production de l'oxygène suite au processus de la photosynthèse*
  - *Figure II-12 : écart de température lié à la présence de la végétation*
  - *Figure II-13 : entendu de l'effet de rafraichissement selon l'échelle des espaces végétalisés*
  - *Figure II-14 : Section schématique d'une portion de feuille*
  - *Figure II.15 : refroidissement de l'air par évapotranspiration*
  - *Figure II-16 : Influence de la forme d'arbre par rapport à l'ombre*
  - *Figure II-17 : absorbent la plupart des radiations solaires par les feuilles*
  - *Figure II-18 : effet de l'ombre des arbres sur la température de l'air ambiant*
  - *Figure II-19 : Absorption de rayonnement solaire par le feuillage des arbres*
  - *Figure II-20 : l'atténuation de bruit par la présence d'une bande boisée*
- 
- *Figure III-01 Vue aérienne sur la baie d'Alger.*
  - *Figure III-02 : Histogramme de température maximale mensuelle*
  - *Figure III-03 : Heures d'ensoleillement mensuelles*

- *Figure III-04 : Quantité de précipitations par mois.*
- *Figure III-05 : Rose des vents d'Alger.*
- *Figure III-06 : Histogramme de la variation de l'humide par mois.*
- *Figure III-07 : Carte des parcs historiques de la ville d'Alger*
- *Figure III-08 : Exemple des jardins de la ville d'Alger*
- *Figure III-09 : Délimitation du quartier de Télémly*
- *Figure III-10 : Situation de jardin de Beyrouth*
- *Figure III-11 : Entrée principale du jardin de Beyrouth de côté de boulevard Krim Belkacem .*
- *Figure III-12 : Morphologie de jardin de Beyrouth*
- *Figure III-13 : L'escalier monumental du jardin*
- *Figure III-14 : Air de jeux de jardin*
- *Figure III-15 : revêtement des allés, cheminement et escalier du jardin*
- *Figure III-16 : chêne*
- *Figure III-17 : Palmier*