

**Département d'Architecture**



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de :  
**MASTER ACADEMIQUE**

Filière :  
**ARCHITECTURE**

Spécialité :  
**ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT URBAIN**

Présenté par :  
**Dina TITI**  
**Wafia HAFSAOUI**

**THEME :**

**L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LES AMBIANCES  
MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES  
Cas d'étude : Tassoust – Jijel**

Date de la Soutenance : 25/05/2018

Composition du Jury :

Said GRIMES  
Ammar BOUCHAIR  
Ouarda GUESSOUM

MAA, Université Mohamed Seddik Benyahia, Jijel, Président du jury  
Pr, Université Mohamed Seddik Benyahia, Jijel, Directeur de mémoire  
MAA, Université Mohamed Seddik Benyahia, Jijel, Membre du Jury

## *Remerciements*

*Louanges à DIEU qui nous a donné le courage, la volonté et la santé d'entamer et d'achever ce travail.*

*Un merci plein d'émotions et de respect à celui sans qui ce travail n'aurait vu le jour, «Pr. BOUCHAIR Ammar », pour sa qualité d'encadrement exceptionnelle, sa rigueur, sa disponibilité et sa patience pendant la préparation de ce mémoire, ainsi que la liberté de penser qu'il nous a transmis.*

*Nos vifs remerciements à tous les enseignants qui nous ont guidés, orienté et transmis leurs savoirs durant les cinq années de notre formation.*

*Et d'une voix pleine de reconnaissance, nous remercions les membres du jury qui nous ont honorées pour juger et évaluer notre modeste travail.*

*Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidées et soutenues de près ou de loin.*

*Merci*

## *Dédicace*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime qu'on remercie en exprimant la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence.*

*Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné la force et le courage de finir ce modeste travail, que je dédie :*

*A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation, son affection, ....  
À ma mère « FATIMA ZAHRA »*

*A celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands hommes ... à mon père « ABDENNOUR »*

*A ma chère grande sœur : AMEL et son mari AHMED et leurs plus beaux petits enfants ADEM et ANIS que j'aime beaucoup*

*A mes sœurs jumelles ILHEM et ASSIA, et son mari MAROUANE*

*A ma très chère sœur SOUHILA et son mari SOFIANE*

*A ma petite et adorable sœur LYDIA, en lui souhaitant tout le succès et le bonheur*

*Vous avez été pour moi une source d'inspiration avec vos bénédictions, conseils et l'amour inestimable que vous porter à mon égard. Soyez fiers de votre sœur.*

*A tous mes oncles et tantes, cousins et cousines et toute ma famille TITI*

*A mon binôme WAFIA, avec qui j'ai pu passer une année agréable pleine de souvenirs et d'aventures inoubliables.*

*A tous mes chères amis chacun par son prénom qui m'ont toujours aidées et soutenue.*

*A tous mes collègue d'architectures promotion 2018 de l'université de Jijel, je vous souhaite une vie pleine de bonheur.*

*Pour vous tous,*

*Merci.*

*DINA*

## *Dédicace*

*En tout premier lieu je remercie DIEU pour toute la puissance, la force, et la patience de pouvoir élaborer terminé et réussir ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*À mes très chers parents FARHET et NACERA, sources des plus forts encouragements, des plus précieux soutiens et la lumière de mon chemin. Votre sacrifice et votre dévouement m'ont été de la plus grande efficacité.*

*À mon adorable sœur SOUMIA son mari ABDRAZEK, les bougies de ma vie mes neveux KHALIL et BASSEM.*

*À mes très chers frères : AHMED et HAROUN.*

*À mon chère binôme Dina avec qui j'ai passé des moments inoubliables tout au long de mon cursus*

*À toutes mes tantes pour leurs soutiens et encouragements tout au long de mes études, mes cousins, cousines NADIA et YASMINE et toute ma famille.*

*À tous les membres de ma famille HAFSAOUI*

*À mes collègues AMIRA et BESMA c'était un honneur de travailler avec vous.*

*À toute mes collègues d'architecture promotion 2018 de l'université de Jijel.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*À tous ceux que j'aime,*

*Merci.*

*WAFIA*

# TABLE DES MATIERES

---

Table des matières .....	I
Liste des figures .....	VIII

## INTRODUCTION GENERALE

Préambule .....	1
Intérêt du thème .....	1
Problématique.....	1
Hypothèses de recherche .....	2
Objectifs de l'étude.....	3
Méthodologie d'approche.....	3
Structure du mémoire .....	3

## CHAPITRE I : CONCEPTS ET TERMINOLOGIES LIEES A LA VEGETATION ET AU MICROCLIMAT

Introduction .....	5
I.1 Notions générales sur la végétation.....	5
I.1.1 La ville durable .....	5
I.1.2 L'environnement .....	5
I.1.3 L'écosystème .....	5
I.1.4 La biodiversité.....	5
I.1.5 Le paysage et les espaces verts.....	5
I.1.6 La végétation .....	6
I.1.7 La canopée.....	6
I.1.8 La gestion durable .....	6
I.1.9 L'architecture bioclimatique .....	6
I.1.10 L'éco conception .....	6
I.1.11 La phénologie .....	7
I.1.12 Les toitures végétalisées .....	7
I.1.13 Les murs et façades végétalisées.....	7
I.2 Notions générales sur le microclimat.....	7
I.2.1 Le climat .....	7
I.2.2 Le microclimat .....	7

## TABLE DES MATIERES

---

<b>I.2.3 Le facteur météorologique</b> .....	7
<b>I.2.4 Le confort thermique</b> .....	7
<b>I.2.5 L'évapotranspiration</b> .....	8
<b>I.2.6 L'indice Foliaire</b> .....	8
<b>I.2.7 L'ilot de chaleur urbain</b> .....	8
<b>I.2.8 L'effet de serre</b> .....	8
<b>I.2.9 L'albédo</b> .....	8
<b>I.2.10 La chaleur sensible</b> .....	8
<b>I.2.11 La chaleur latente</b> .....	8
<b>Conclusion</b> .....	8

## **CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE**

<b>Introduction</b> .....	9
<b>II.1 Les espaces verts</b> .....	9
<b>II.1.1 Définition du concept espace vert</b> .....	9
<b>II.1.2 Fonction des espaces verts</b> .....	9
<b>II.1.3 Les catégories d'espaces verts</b> .....	10
II.1.3.1 Les jardins.....	10
II.1.3.2 Les squares .....	10
II.1.3.3 Les parcs .....	10
<b>II.1.4 La typologie des dispositifs végétaux</b> .....	10
II.1.4.1 Les toitures végétalisées .....	10
II.1.4.2 Les façades végétalisées .....	11
<b>II.1.5 Les composantes de l'espace vert</b> .....	12
II.1.5.1 Les arbres et les arbustes .....	12
II.1.5.2 Les haies .....	13
II.1.5.3 Les plantations d'alignement.....	14
II.1.5.4 Les grands terrains gazonnés .....	15
<b>II.1.6 Les normes d'espace vert dans le monde</b> .....	15
<b>II.1.7 La gestion des espaces verts en Algérie</b> .....	15
II.1.7.1 Les normes indicatives d'aménagement.....	15
II.1.7.1 Les normes indicatives pour la réalisation d'espace vert en Algérie .....	16
<b>II.2 La végétation</b> .....	16

## TABLE DES MATIERES

---

<b>II.2.1 Définition de la végétation</b> .....	16
<b>II.2.2 Le rôle des arbres et de la végétation</b> .....	17
<b>II.2.3 Types de végétale urbain</b> .....	17
II.2.3.1 Végétal grimpant .....	17
II.2.3.2 La pelouse et les végétaux couvrants .....	17
II.2.3.3 L'arbre urbain.....	18
<b>II.2.4 Type de végétation selon le feuillage</b> .....	18
II.2.4.1 Végétaux à feuillage caduques .....	18
II.2.4.2 Végétaux à feuillages semi persistants .....	19
II.2.4.3 Végétaux à feuillages persistants.....	19
<b>II.2.5 La végétation dans la ville</b> .....	19
II.2.5.1 Dimension symbolique et esthétique.....	19
II.2.5.2 Dimension structurelle et composition urbaine .....	20
II.2.5.3 L'utilisation des arbres dans le projet.....	22
<b>Conclusion</b> .....	24

## CHAPITRE III : LE MICROCLIMAT ET LES AMBIANCES MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES

<b>Introduction</b> .....	25
<b>III.1 Définition du microclimat</b> .....	25
<b>III.2 Types de microclimat</b> .....	25
<b>III.3 Paramètres climatiques</b> .....	26
III.3.1 La température .....	26
III.3.2 L'humidité.....	26
III.3.3 Le vent.....	27
III.3.3.1 Les vents régionaux connus .....	27
<b>III.4 Les différents éléments qui influencent le microclimat</b> .....	28
III.4.1 L'influence de l'eau sur le microclimat .....	28
III.4.2 L'influence du relief sur le microclimat.....	29
III.4.3 L'influence des constructions sur le microclimat .....	29
III.4.4 L'influence de la végétation sur le microclimat.....	30
<b>Conclusion</b> .....	31

## TABLE DES MATIERES

---

### CHAPITRE IV: LA VEGETATION ET SON EFFET SUR LE MICROCLIMAT

<b>Introduction</b> .....	32
<b>IV.1 Effet de la végétation sur les différents confort</b> .....	32
<b>IV.1.1 Confort thermique</b> .....	32
IV.1.1.1 Effet d'écran thermique .....	32
IV.1.1.2 Effet d'humidification de l'air ambiant.....	33
<b>IV.1.2 Confort acoustique</b> .....	33
<b>IV.1.3 Confort visuel</b> .....	34
<b>IV.1.4 Confort olfactif</b> .....	34
IV.1.4.1 Effet d'oxygénation de l'air ambiant .....	34
IV.1.4.2 Effet de fixation des poussières .....	35
<b>IV.2 Effets microclimatiques de la végétation urbaine</b> .....	35
<b>IV.2.1 A l'échelle de la ville</b> .....	35
<b>IV.2.2 Les parcs</b> .....	36
<b>IV.2.3 Les squares</b> .....	37
<b>IV.2.4 Les rues et l'arbre d'alignement</b> .....	37
<b>IV.3 La végétation en tant qu'éléments de régulation du microclimat</b> .....	38
<b>IV.3.1 L'évapotranspiration</b> .....	38
<b>IV.3.2 Température de l'air</b> .....	39
<b>IV.3.3 Température du sol</b> .....	40
IV.3.3.1 L'indice Foliaire .....	41
<b>IV.3.4 Le rafraîchissement de l'air</b> .....	42
IV.3.4.1 Brise de mer et brise de terre .....	42
<b>IV.3.5 Pouvoir réfrigérant de l'arbre urbain</b> .....	43
IV.3.5.1 Les Treillis .....	43
IV.3.5.2 Les pelouses .....	43
<b>IV.3.6 Effet d'ombrage du végétal urbain</b> .....	44
<b>IV.3.7 Effet aéraulique du végétal urbain</b> .....	45
IV.3.7.1 Effet du vent sur le végétal .....	45
➤ Vent et effet de refroidissement .....	45
➤ Effets mécaniques .....	45
➤ Vent et développement des arbres.....	45

## TABLE DES MATIERES

---

IV.3.7.2 Effet du végétal sur le vent .....	45
➤ Effets globaux .....	45
➤ Effet de brise vent .....	46
<b>IV.4 Les impacts sur l'effet de serre.....</b>	<b>47</b>
<b>IV.5 Effet sur les bâtiments .....</b>	<b>47</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>48</b>

### CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

<b>Introduction .....</b>	<b>49</b>
<b>V.1 Présentation de la wilaya de Jijel .....</b>	<b>49</b>
<b>V.2 Présentation de l'agglomération secondaire de Tassoust .....</b>	<b>49</b>
<b>V.2.1 Situation .....</b>	<b>49</b>
<b>V.2.2 Limites .....</b>	<b>50</b>
<b>V.2.3 Accessibilité.....</b>	<b>51</b>
<b>V.2.4 Topographie.....</b>	<b>51</b>
<b>V.3 Présentation du cas d'étude.....</b>	<b>52</b>
<b>V.3.1 Critère de choix .....</b>	<b>52</b>
<b>V.3.2 Situation .....</b>	<b>52</b>
<b>V.3.3 Limites .....</b>	<b>53</b>
<b>V.3.4 Accessibilité.....</b>	<b>53</b>
<b>V.3.5 Topographie.....</b>	<b>53</b>
<b>V.3.6 Vents et ensoleillement.....</b>	<b>54</b>
<b>V.3.7 Espèces végétaux existant au niveau du quartier étudié .....</b>	<b>54</b>
<b>V.3.8 Microclimat de Jijel .....</b>	<b>55</b>
V.3.8.1 Température de l'air .....	55
V.3.8.1 L'humidité de l'air.....	56
V.3.8.1 Le vent.....	56
V.3.8.1 Les précipitations .....	57
<b>V.3.9 Microclimat de Jijel (Période du 21 juin 2017) .....</b>	<b>58</b>
V.3.9.1 Température, humidité, point de rosée.....	58
V.3.9.2 Le vent.....	58
V.3.9.3 Les précipitations .....	59

## TABLE DES MATIERES

---

<b>Conclusion</b> .....	60
-------------------------	----

### CHAPITRE VI : METHODES ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

<b>Introduction</b> .....	61
<b>VI.1 Présentation de l'outil de simulation</b> .....	61
<b>VI.1.1 Description du logiciel</b> .....	61
<b>VI.1.2 Schéma de base du logiciel et ses fonctions</b> .....	62
➤ Les entrées (inputs) .....	62
➤ Les sorties (outputs) .....	62
<b>VI.2 Simulation du cas choisi</b> .....	65
<b>VI.2.1 Présentation des trois scenarios</b> .....	65
➤ Scenario « A » .....	66
➤ Scenario « B » .....	67
➤ Scenario « C » .....	68
<b>VI.2.2 Surface et matériaux utilisées</b> .....	69
<b>Conclusion</b> .....	69

### CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

<b>Introduction</b> .....	70
<b>VII.1 Résultats de la simulation des scénarios « A », « B » et « C » (Journée du 21/06/2017)</b> .....	70
<b>VII.1.1 Variations des températures horaires de l'air extérieur</b> .....	70
➤ Scénario "A" étude d'état de fait.....	70
➤ Comparaison de la température de l'aire à 15h00 entre les deux scénarios « A » et « B » : (la première disposition) .....	71
➤ Comparaison de la température de l'aire à 15h00 entre les deux scénarios « A » et « C » : (la deuxième disposition) .....	73
<b>VII.1.2 Variations des humidités relatives de l'air extérieur</b> .....	76
➤ Comparaison des humidités relatives de l'air entre les trois scénarios « A », « B » et « C ».....	76
<b>VII.1.3 Variations de la vitesse du vent de l'air extérieur</b> .....	82
<b>Conclusion</b> .....	87

## TABLE DES MATIERES

---

CONCLUSION GENERALE ..... 88

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ..... 89

ملخص

Abstract

Résumé

# LISTES DES FIGURES

---

## CHAPITRE II :

Figure II.1 : Mur et façade végétale .....	12
Figure II.2 : La silhouette des arbres et des arbustes : essai de classification.....	13
Figure II.3 : Les supports des plantes grimpantes .....	13
Figure II.4: Ornotesando, Tokyo, Green Screen, Mur vegetal: Cloture organique.....	14
Figure II.5 : Plantation d'arbres dans la place : Charles de Galle Etoile Paris-France .....	14
Figure II.6 : Les plantes en bac .....	15
Figure II.7 : Parc du champ de Mars Paris – France .....	15
Figure II.8 : Les végétaux couvrants .....	17
Figure II.9 : Les arbres d'alignements .....	18
Figure II.10 : La vigne.....	18
Figure II.11 : Le figuier.....	18
Figure II.12 : Le troène d'Europe.....	19
Figure II.13 : Le houx .....	19
Figure II.14 : L'olivier .....	19
Figure II.15 : Un arbre à différentes saisons .....	20
Figure II.16 : Dimensions de neufs arbres communs.....	21
Figure II.17 : Modification de l'espace grâce à l'emplacement entre les arbres .....	22
Figure II.18 : Modification de l'espace grâce à la forme des arbres .....	22

## CHAPITRE III :

Figure III.1 : Les forces agissant sur le vent .....	26
Figure III.2 : Le cycle de l'eau .....	27
Figure III.3 : Ombrage par une treille .....	29
Figure III.4 : Aspect saisonnier de la végétation.....	29

## CHAPITRE IV:

Figure IV.1 : Schéma montrant le role de la végétation sur les variations de la température..	31
Figure IV.2 : Valeur du coefficient d'absorption (a) pour des laques cellulosiques.....	32
Figure IV.3 : Rafraichissement de l'air ambiant par la végétation .....	32
Figure IV.4 : Exemple de diminuiion de la pollution sonore .....	33
Figure IV.5 : Vues sur des jardins.....	33

## LISTES DES FIGURES

---

Figure IV.6 : A) Thermographie de la ville de Rotterdam (Landsat ETM, résolution 60 m) ; le code couleur est tel que les zones en rouge sont plus chaudes que les zones en bleu ; B) relation entre la température de surface et le pourcentage de surface végétalisée sur chaque pixel de 1×1 km considéré .....	35
Figure IV.7 : Arbres d’alignement à Paris .....	37
Figure IV.8 : Le transfère de l’eau du sol vers l’atmosphère, ce qui rafraîchit l’air .....	37
Figure IV.9 : Section schématique d’une portion de feuille .....	38
Figure IV.10 : Effet de refroidissement par évapotranspiration en fonction du taux de surfaces évapotranspirantes dans la ville.....	39
Figure IV.11 : Transmission solaire .....	40
Figure IV.12 : Brise de mer et de terre.....	42
Figure IV.13 : L'effet de la pelouse sur la température .....	43
Figure IV.14 : Effet de brise vent, distance de protection.....	45
Figure IV.15: Protection des espaces extérieurs par la végétation.....	45

## CHAPITRE V :

Figure V.1 : Situation géographique de la wilaya de Jijel .....	48
Figure V.2 : Situation de l’AS Tassoust.....	49
Figure V.3 : Limites de l’AS Tassoust .....	49
Figure V.4 : Accessibilité de l’AS Tassoust .....	50
Figure V.5 : Coupes topographique de l’AS Tassoust .....	50
Figure V.6 : Situation du cas d’étude : Plans .....	51
Figure V.7 : Situation du cas d’étude : Vues.....	51
Figure V.8 : Accessibilité du cas d’étude.....	52
Figure V.9 : Coupes topographique du cas d’étude .....	52
Figure V.10 : Etude de l’ensoleillement et des vents.....	53
Figure V.11 : Moyennes mensuelles des températures pour la période 2007.....	54
Figure V.12 : Moyennes mensuelle de l’humidité absolue pour la pour la période 2007 .....	55
Figure V.13 : La vitesse annuelle des vents.....	55
Figure V.14 : Carte Pluviométrique de la Wilaya de Jijel (ANRH, 1996.....	56
Figure V.15 : Moyennes mensuelle de la température, l’humidité, point de rosée absolue pour la du 21 juin période 2017.....	57
Figure V.16 : La vitesse annuelle des vents pour la du 21 juin période 2017.....	57
Figure V.17 : Pluviométrie et pression de la mer pour la du 21 juin période 2017 .....	57

## LISTES DES FIGURES

---

### CHAPITRE VI :

Figure VI.1 : Fichiers nécessaires pour débiter une simulation avec ENVI-met 3.1 .....	60
Figure VI.2 : La fenêtre du fichier éditeur (area input file editor .IN).....	62
Figure VI.3 : La fenêtre du fichier configuration (.CF) .....	62
Figure VI.4 : les matériaux des surfaces utilisés .....	67
Figure VI.5 : Acer campestre (arbre caduque).....	67
Figure VI.6 : Larix decidua (arbre persistant).....	67
Figure VI.7 : Grass texture .....	67

### CHAPITRE VII :

Figure VII.1 : Parcours des températures de l'air à 15h (21/06/2017) au niveau du Scénario « A » .....	68
Figure VII.2 : Parcours des températures de l'air à 15h (21/06/2017) au niveau des deux scénarios. a) scénario « A », b) scénario « B » .....	70
Figure VII.3 : Parcours des températures de l'air à 15h du 21/06/2017 au niveau des deux scénarios. a) scénario « A », b) scénario « C » .....	72
Figure VII.4 : L'impact de la végétation sur la température de l'air .....	74
Figure VII.5 : Parcours des humidités relatives de l'air à 15h (21/06/2017) au niveau des trois scénarios. a) Scénario « A », b) Scénario « B », c) Scénario « C » .....	76
Figure VII.6 : L'impact de la végétation sur l'humidité .....	77
Figure VII.7 : Comparaison entre les parcours des humidités relatives à 09h et 14h. a) scénario « B » a 09h, b) scénario « B » à 14h .....	78
Figure VII.8 : Comparaison entre les températures de l'air à 09h et 14. a) scénario « B » à 09h, b) scénario « B » à 14h.....	79
Figure VII.9 : Comparaison entre les parcours des vitesses du vent à 14h (21/06/2017). a) Scénario « A », b) Scénario « B » .....	81
Figure VII.10 : le parcours de vitesse du vent selon à 14h (21/06/2017) au niveau du scénario « B » .....	82
Figure VII.11 : L'impact de la végétation sur la vitesse du vent .....	83
Figure VII.12 : Comparaison entre les parcours des vitesses du vent à 14h (21/06/2017). a) Scénario « A », b) Scénario « B » .....	84

# INTRODUCTION GENERALE

---

## **Préambule :**

Chaque élément, matériau et composant, participe dans le sens d'une bonne ou d'une mauvaise performance vis-à-vis du confort de l'utilisateur et des dépenses énergétiques. Parmi ces composants, la végétation a retenu notre attention, car elle fait partie de notre environnement. Hormis les valeurs symboliques, culturelles et affectives qui lui sont attachées, le végétal peut jouer un rôle de régulation des excès climatiques (ombrage en été, protection contre les vents forts, humidification de l'air, etc.), à proximité ou dans les bâtiments. Les plantes contribuent au confort et à la qualité des ambiances dans l'habitat. Ce rôle potentiel pose un certain nombre de questions au concepteur (architecte ou aménageur). Le végétal est un élément vivant, sa mise en œuvre doit tenir compte des exigences d'adaptation et d'évolution dans le temps et dans l'espace [1].

En effet, l'objectif de ce mémoire est de définir les défis à affronter, les objectifs à atteindre, ainsi que les connaissances théoriques, techniques et technologiques qui pourraient examiner les interactions entre la végétation et dans l'optique d'un contrôle microclimatique dans un espace méditerranéen côtier veiller au confort des habitants.

## **Intérêt du thème :**

Le constat de la responsabilité humaine sur le changement climatique est largement partagé, et un besoin de plus en plus urgent se fait sentir quant à la mise en place de stratégies d'aménagement du territoire et d'intégration de tous les enjeux de développement durable dans les projets urbains. Mais malheureusement, Les villes algériennes continuent à se développer, moins d'espace végétal sont détruits au détriment de l'urbanisation. Ce qui nécessite une bonne connaissance d'aménagement urbain durable basée sur une reconquête des espaces verts du végétal urbain et de son usage enrichit la panoplie d'outils d'aide à la décision pour le contrôle microclimatique dans les zones côtières. Ce travail s'intéresse à développer l'apport du végétal sur le microclimat urbain au niveau des espaces extérieurs.

## **Problématique :**

Il y a un fort intérêt public pour la qualité des espaces urbains qui peuvent contribuer à la qualité de vie dans la ville. Les principaux problèmes dont souffre la ville contemporaine se résument en :

- Formation d'îlot de chaleur;
- Pollution atmosphérique;
- Désertification des quartiers due à la diminution progressive des espaces verts;

## INTRODUCTION GENERALE

---

- Présence d'obstacles imposants (immeubles, etc.) qui influencent négativement sur la ventilation des espaces, ainsi que l'effet radiatif et thermique ;
- Faible capacité thermique ;
- Faible albédo et forte absorption des surfaces extérieures;
- Augmentation de la chaleur provenant de sources anthropiques (activités humaines) ;
- Augmentation du taux d'humidité dans les zones côtières.

Tous ces problèmes devront être pris en considération pour la conception de nouveaux espaces urbains afin d'atteindre le niveau de confort souhaitable dans les espaces extérieurs, et aussi d'améliorer la qualité de vie de ses habitants et leur offrir un environnement sain, confortable et durable. Ce confort est en relation avec les aspects physiques de l'espace urbain et les paramètres climatiques qui changent en fonction de la structure, de la typologie et de la morphologie urbaine ainsi que certaines composantes de l'espace notamment la structure verte (la végétation et les espaces verts).

Partant de ce constat, une question principale est soulevée :

**A quelle mesure l'introduction de la végétation dans un espace crée-t-elle un microclimat favorable?**

En d'autre terme :

- ✓ **Est-ce que la présence de la végétation a un effet sur le confort extérieur? Et Comment les caractéristiques constitutives des végétaux (le type, la densité, l'emplacement ect) influent sur les ambiances extérieures?**

### **Hypothèses de recherche :**

La réponse sur les questions soulevées en haut nécessite à émettre les hypothèses suivantes:

- ✓ La végétation peut jouer un rôle primordial pour améliorer les conditions microclimatiques urbains. Elle peut permettre l'ombrage de grande surface, améliorer la qualité de l'air et la réduction de la température de l'air environnant et l'humidité relative. En outre, Les feuilles peuvent être un filtre efficace pour rafraîchir le climat urbain ;
- ✓ L'impact des arbres peut varier selon leur disposition et leurs caractéristiques (La proximité, le type, la densité des arbres implantés et la superficie des espaces végétalisés) peut influencer considérablement sur le microclimat urbain extérieur : ombrage et protection contre le vent mais aussi effet de refroidissement dû à l'évapotranspiration.

# INTRODUCTION GENERALE

---

## Objectifs de l'étude :

En liaison toujours avec les hypothèses posées, nous avons fixé les objectifs suivants:

- ✓ Mettre en évidence l'effet de la végétation sur l'amélioration des ambiances microclimatiques ;
- ✓ Trouver la stratégie adéquate et faisable pour introduire la végétation dans l'espace extérieur comme élément améliorant le confort thermique dans les espaces extérieurs;
- ✓ Chercher une conception optimale de la végétation qui s'adapte à notre région et définir les formes de végétation plantées en ville (pelouses, arbres, arbustes, etc.) ainsi que leurs tailles et leurs emplacements dans le milieu urbain. Il faut prendre en considération, quant à l'implantation des arbres dans un quartier.

## Méthodologie d'approche :

- ✚ **Approche théorique** : Une phase exploratoire basée sur un état de l'art exhaustive et une recherche bibliographique et documentaire de divers sources a été menée pour tirer des leçons, des concepts et des théories et mettre en évidence les différents critères.
- ✚ **Approche opérationnelle** : Comprenant la simulation à l'aide d'un logiciel informatique ENVI-met (version 3.1 Beta 4) a permis de proposer et étudier différents proposition. Les techniques d'ENVI-met ont été utilisées pour l'analyse et l'interprétation des résultats à l'aide des graphes de ce logiciel.

## Structure du mémoire :

Le présent mémoire comporte deux parties avec des chapitres précédés par une introduction générale et succédé par une conclusion générale.

Dans l'introduction générale, le sujet dans sa forme problématique est présenté. Les objectifs de l'étude, les hypothèses sont judicieusement introduits.

- ✚ **La première partie** aborde le cadre théorique de l'étude liée au thème de la végétation et le microclimat. Elle comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre explique des notions générales, Concepts et termes liés à la végétation et au microclimat ;
- Le deuxième chapitre traite la végétation et son importance dans un espace urbain ;
- Le troisième chapitre aborde l'ensemble des connaissances sur le microclimat ;
- Le quatrième chapitre traite la végétation et son effet sur l'ambiance microclimatique.

## INTRODUCTION GENERALE

---

✚ **La deuxième partie** se compose de deux chapitres :

- Le cinquième chapitre concerne l'analyse de cas d'études ;
- Le sixième chapitre présente la méthode utilisée dans l'investigation en présentant les trois scénarios détaillés ;
- Le dernier chapitre présente une interprétation des résultats obtenus à travers la simulation.

Enfin, la conclusion générale inclut à son tour des recommandations en rapport avec l'intégration du paramètre végétation dans la conception des espaces extérieurs des espaces urbain.

## Résumé :

Le présent travail est d'étudier le rôle de la structure verte sur les ambiances microclimatique dans les espaces urbains pendant la période estivale. L'objet d'étude est un espace situé à Tassoust à l'Est de la ville de Jijel. La simulation numérique à l'aide du logiciel "ENVI-met" et des observations in-situ ont été utilisé comme méthodes d'investigation. Les résultats de cette étude ont montré l'influence de la végétation sur les conditions microclimatiques et le confort qui dépendent de la présence quantitative de la végétation dans l'espace de la place. Certains paramètres comme le type d'arbres, la densité du couvert végétale, le positionnement de ces arbres dans l'espace et les uns par rapport aux autres ont une influence importante. Cette étude permet de tirer des règles et de recommandations d'aide à la conception des aménagements urbains en utilisant des arbres.

**Mot clé :** Envi-met, végétation, microclimat, Jijel, urbain, confort.

## Abstract :

The present work is to study the role of the green structure on microclimatic environments in urban spaces during the summer period. The object of study is a space located in Tassoust east of the city of Jijel. Numerical simulation using the ENVI-met software and in-situ observations were used as investigation methods. The results of this study showed the influence of vegetation on microclimatic conditions and comfort that depend on the quantitative presence of vegetation in the space of the place. Certain parameters such as the type of trees, the density of the vegetation cover, the positioning of these trees in space and with respect to each other have a significant influence. This study draws rules and recommendations to help design urban developments using trees.

**Key words :** Envi-met, vegetation, microclimate, Jijel, urban, comfort,

## ملخص:

يتمثل العمل الحالي في دراسة دور البنية الخضراء على البيئات الميكرومناخية في الأماكن الحضرية خلال فترة الصيف. موضوع الدراسة عبارة عن مساحة تقع في تاسوست شرق مدينة جيجل. تم استخدام المحاكاة الرقمية باستخدام برنامج ENVI-met و الملاحظات في الموقع كطرق تحقيق. أظهرت نتائج هذه الدراسة تأثير الغطاء النباتي على الظروف المناخية والراحة التي تعتمد على الوجود الكمي للنباتات في المكان. هناك معاملات معينة مثل نوع الأشجار، وكثافة الغطاء النباتي، وتحديد مواقع هذه الأشجار في الفضاء، وفيما يتعلق ببعضها البعض لها تأثير كبير. تتيح هذه الدراسة إمكانية وضع القواعد والتوصيات للمساعدة في تصميم مشاريع التطوير الحضري باستخدام الأشجار.

**الكلمات المفتاحية:** Envi-met ، النباتات ، الميكرومناخية ، جيجل ، الحضرية ، الراحة.

# **CHAPITRE I : CONCEPTS ET TERMINOLOGIES LIEES AU THEME**

---

## **Introduction :**

Le contexte théorique est une étape importante dans le processus d'élaboration du mémoire de recherche. Les concepts, les définitions et la terminologie liés à notre thème sont indispensables pour bien orienter notre axe de recherche et développer la problématique d'une manière précise. Dans ce chapitre des notions sur la végétation, le microclimat, la durabilité, l'éco-conception ainsi que les avis et les critiques existantes sur le sujet sont abordés.

## **I.1 Notions générales sur la végétation :**

### **I.1.1 La ville durable :**

Une ville durable est une ville capable de se maintenir dans le temps en gardant une identité et son dynamisme, capable d'offrir une qualité de vie en tous lieux dans une mixité sociale et fonctionnelle, capable enfin de se réapproprier un projet politique, à la recherche d'un équilibre sur le plan écologique et sociale vis-à-vis du territoire et de la planète [2].

### **I.1.2 L'environnement :**

L'environnement est défini comme; l'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à ses besoins, ou encore comme l'ensemble des conditions naturelles (physique; chimique, biologique) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines [3].

### **I.1.3 L'écosystème :**

Introduit en 1935 par Tansley, le concept d'écosystème ne résulte pas simplement de l'application à l'écologie d'une "théorie générale des systèmes" mais s'inscrit dans l'histoire propre de l'écologie et de la biogéographie. Les débats théoriques auxquels il donne lieu mettent en jeu, dès l'origine, une série de rapports entre l'homme et la nature, entre le vivant et le non vivant, entre l'unité et la multiplicité [4].

### **I.1.4 La biodiversité :**

Selon la convention sur la diversité biologique (Rio de Janeiro, 1992) : la diversité biologique est la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie, cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes [5].

### **I.1.5 Le paysage et les espaces verts :**

Espaces collectifs publics plantés et engazonnés dans les lotissements et les accompagnements de voirie [6].

## **CHAPITRE I : CONCEPTS ET TERMINOLOGIES LIEES AU THEME**

---

### **I.1.6 La végétation :**

La végétation est l'ensemble des plantes qui poussent en un lieu donné selon leur nature. De la notion de végétation découlent les notions connexes de tapis végétal, de paysage végétal, de type de végétation et de formation végétale. On distingue la végétation naturelle composée de plantes sauvages dites spontanées de la végétation artificialisée composée de plantes cultivées. On considère ce qui pousse sur une surface donnée de sol, ou dans un milieu aquatique. On parle aussi de "couverture végétale" ou de "paysage végétal".

### **I.1.7 La Canopée :**

Ecosystème situé au niveau de l'étage supérieur de la forêt en contact direct avec l'atmosphère. La canopée est un environnement qui présente une biodiversité et une productivité biologique très riche. La canopée est la couche de feuilles la plus haute de la forêt, celle qui capte le maximum de rayonnement lumineux ; c'est une couche fermée ayant le rôle d'un capteur solaire qui fait fonctionner tout l'écosystème forestier, des branches les plus hautes jusqu'à la pointe des racines dans le sol.

### **I.1.8 La gestion durable :**

La gestion durable est une expression interdépendante du développement durable, elle consiste à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles dans le souci de satisfaire les besoins actuels sans compromettre ceux des futures générations. En d'autres termes, c'est l'utilisation par biosphère par l'homme de manière à ce que les générations actuelles tirent le maximum d'avantage des ressources vivantes tant en assurant leur pérennité pour pouvoir satisfaire aux besoins de générations futures [7].

### **I.1.9 L'architecture bioclimatique :**

L'architecture bioclimatique est l'architecture la plus ancienne : utilisation de matériaux locaux, volonté de se protéger des contraintes climatiques, recours à des systèmes ingénieux pour améliorer le confort, habitations troglodytes ou vernaculaires, etc. L'architecture bioclimatique utilise le potentiel local (climats, matériaux, main-d'œuvre, etc.) pour recréer un climat intérieur respectant le confort de chacun en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu. Elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat [8].

### **I.1.10 L'éco conception :**

C'est la prise en compte et la réduction (dès la conception ou lors d'une re-conception de produits) de l'impact sur l'environnement, c'est une démarche préventive qui se caractérise par une approche globale avec la prise en compte de tout le cycle de vie du produit (depuis l'extraction de matière première jusqu'à son élimination en fin de vie) et de tous les critères

## **CHAPITRE I : CONCEPTS ET TERMINOLOGIES LIEES AU THEME**

---

environnementaux (consommations de matières premières, d'eau et d'énergie ,rejets dans l'eau et dans l'aire, production de déchet, etc.) [3].

### **I.1.11 La phénologie:**

Est l'étude scientifique de l'influence du climat sur les variations biologiques des végétaux : pousse des feuilles, floraison, coloration et chute des feuilles [9].

### **I.1.12 Les toitures végétalisées :**

Également surnommée "écotoit" ou "toit vert", le concept de toiture végétalisée est souvent utilisé pour la construction des bâtiments durables ou de type HQE. Tout écotoit, qu'il soit plat ou à pente, est conçu au-dessus d'un substrat végétalisé, a chaque toit, sa pente, sa technique de végétalisation, ses types de plantes. C'est ce support de culture qui va assurer l'épanouissement des plantes [10].

### **I.1.13 Les murs et façades végétalisées :**

Le mur végétal est une paroi qui s'élève parallèlement aux murs du bâtiment à protéger. Selon son orientation et sa composition, le mur vert servira à la fois d'écran contre les vents dominants, les intempéries, le bruit, l'ensoleillement mais également la pollution. Ils peuvent servir de refuge pour les oiseaux, les invertébrés ou les mammifères, mais ils semblent également pouvoir jouer un rôle en matière de microclimat et de qualité de l'air [11].

## **I.2 Notions générales sur le microclimat :**

### **I.2.1 Le climat :**

C'est l'ensemble des conditions atmosphériques qui rendent un lieu de la surface terrestre plus ou moins habitable pour l'homme, les animaux et les plantes [12].

### **I.2.2 Le microclimat :**

Le microclimat désigne généralement des conditions climatiques limitées à une région géographique très restreinte, significativement distinctes du climat général de la zone où se situe cette région [13].

### **I.2.3 Le facteur météorologique :**

Vents, précipitations, température ou rayonnement.

### **I.2.4 Le confort thermique :**

Il peut être résumé comme interaction permanente entre le métabolisme (activité : production d'énergie), la tenue vestimentaire (isolement thermique), la température d'air, la température radiante de l'environnement et la vitesse d'air (données climatiques) [14].

## **CHAPITRE I : CONCEPTS ET TERMINOLOGIES LIEES AU THEME**

---

### **I.2.5 L'évapotranspiration :**

Est le phénomène combiné de perte en eau par évaporation directe et par transpiration. 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 et enlevée à la surface [13].

### **I.2.6 L'indice Foliaire :**

Qui est le rapport entre la surface de toute les feuilles du couvert végétal et la surface du sol sous-jacente, dont une seule des deux faces de la feuille doit être considéré l'ors que celle-ci est plane pour une aiguille de conifère on prend la moitié de la surface totale [13].

### **I.2.7 L'ilot de chaleur urbain :**

Est l'écart de température maximum entre la ville et la campagne environnante [15].

### **I.2.8 L'effet de serre :**

Est un phénomène naturel qui permet à la Terre d'avoir une température moyenne viable 15°C, contre -18°C si cet effet n'existait pas. L'énergie solaire qui parvient au sol réchauffe la Terre qui émet dans l'infrarouge. Les gaz présents dans l'atmosphère piègent une partie de ces rayons infrarouges ce qui réchauffe la surface et les basses couches de l'atmosphère [9].

### **I.2.9 L'albédo :**

Pouvoir réfléchissant d'une surface, soit le rapport de l'énergie lumineuse réfléchie à l'énergie lumineuse incidente.

### **I.2.10 La chaleur sensible :**

Est échangée sans transition de phase physique, entre plusieurs corps formant un système isolé.

### **I.2.11 La chaleur latente :**

Est absorbée lors d'un changement de phase (ici, de l'eau liquide à la vapeur d'eau).

## **Conclusion :**

D'après ce qu'on a cité comme concepts et termes liée au thème, nous pouvons conclure que les variables et des effets très divers interagissent, créant des climats spécifiques à une ville ou à un quartier. Ces phénomènes agissent à différentes échelles dues à la présence d'un arbre.

### **Introduction :**

La nature en ville est une thématique de plus en plus souvent mise en avant par les sphères politiques, citoyennes et de recherche. Elle reprend des enjeux globaux, dont le climat et la biodiversité, mais aussi la croissance de l'urbanisation dans le monde. Elle embrasse ainsi des questions écologiques, climatologiques et sociales, comme les trames vertes, les îlots de chaleurs urbains, ou la qualité de vie [16].

L'appréciation du confort dépend de plusieurs paramètres essentiels comme la température, les mouvements de l'air, le taux d'humidité, etc. Pour y parvenir à ce confort, on utilise des moyens artificiels, comme on peut utiliser un moyen plus écologique entre autre "la végétation". Ce chapitre traite la végétation et son importance dans un espace urbain.

### **II.1 Les espaces verts :**

#### **II.1.1 Définition du concept espace vert :**

Il s'agit d'aménager des espaces naturels de respiration, de détente et de loisirs à destination des urbains. Les espaces verts répondent également à d'autres fonctions : ils peuvent être des espaces de production, tels les forêts ou agriculture, de préservation des ressources naturelles et humaines, d'ouverture pour la détente, l'oxygénation ou les loisirs.

Ils sont nécessaires à la ville en tant que purificateur de l'atmosphère et aérateur du tissu urbain. Indispensable à la vie de l'homme, par leur influence bénéfique sur la santé physique et morale, ils sont lieux privilégiés des citoyens, car ils répondent à leurs besoins de détente, de repos, et de promenade [17].

#### **II.1.2 fonction des espaces verts :**

Les fonctions des espaces verts ont des relations avec le groupe d'habitations, l'unité de voisinage, le quartier, à la ville et même à la campagne environnante. Ces fonctions sont des :

- Fonction structurante, du développement urbain, à des échelles différentes ;
- Fonction de protection contre la pollution et les nuisances urbaines et industrielles.
- Fonction de loisir de plein air ;
- C'est un outil d'aménagement précieux : elle crée des espaces, sert de réducteur d'échelle entre des espace plat et des volumes importants, découpe l'espace en sous-espaces, sert de barrière ou d'élément de repérage à l'aide de beaux arbres, par exemple ;
- Ses qualités esthétiques transcendent les rôles étriqués d'enjoliveur ou de cache-misère. Elle apporte des couleurs et fourni des éléments dynamiques et paisibles [17].

## **CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE**

---

### **II.1.3 Les catégories d'espaces verts :**

On peut retenir, pour établir un classement des espaces verts urbains, certains critères tenant à la localisation (urbaine, suburbaine, préurbaine, etc.), au degré d'aménagement (aménagé, peu ou pas aménagé, etc.), au degré d'ouverture au public (ouvert, fermé, payant, gratuit, etc.), au type de gestionnaire, à la distance à la résidence, aux types d'utilisateurs (enfants, adolescents, personnes âgées, etc.).

La notion d'espace vert recouvre une grande diversité d'aménagements, il peut s'agir de jardins publics, aires de jeux d'enfants, parcs d'animaux, jardins botaniques, circuits de promenade, stades, terrains de sport, jardins familiaux [18].

#### **II.1.3.1 Les jardins :**

Le jardin est un espace de terrain habituellement clos, et qui comprend les jardins privés et les jardins publics. Selon leur utilité, on distingue divers types de jardins :

- Le jardin verger composé des arbres fruitiers ;
- Le jardin potager : lieu de production de légumes (potager du roi du château) ;
- Le jardin d'agrément, composé des allées pour les promenades, des bassins pour baignards estivaux, les pelouses et les pergolas [19].

#### **II.1.3.2 Les squares :**

Un square est généralement une petite place urbaine occupée par un jardin public. Les squares ont été usuellement constitués en détruisant un îlot d'habitation. Ils composent avec les jardins publics, les parcs et les avenues plantées, un maillage de verdure dans les villes. Cependant, le terme « square » peut également aussi bien désigner un jardin public clôturé, même si celui-ci n'est pas inséré au sein d'une place publique (le square Jean -XXIII ou le square du Vert-Galant sur l'île de la cité à Paris), qu'une petite place arborée [19].

#### **II.1.3.3 Les parcs :**

Les parcs de quartier peuvent s'organiser autour d'un plan d'eau ou d'un massif boisé préexistant. Composés en majorité d'espace créés (pelouses, boisements, aires de jeux), ils offrent un lieu de repos, de détente et de pratique d'activités récréatives [19].

### **II.1.4 La typologie des dispositifs végétaux :**

#### **II.1.4.1 Les toitures végétalisées :**

Le principe de la toiture végétale existe depuis la préhistoire. Il consiste à recouvrir d'un substrat végétalisé un toit plat ou à faible pente (jusqu'à 35° et rarement plus, au-delà, on parlera de mur végétalisé). Depuis une dizaine d'années, on assiste à un renouveau des produits d'allègement de la terre végétale qui, combiné avec une plus grande maîtrise de la culture hors sol et avec des avancées de l'horticulture, a permis un essor des terrasses vertes. Selon

## CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE

l'épaisseur de substrat et le degré d'arrosage souhaité, on pourra faire une plantation de type extensive, semi-extensive ou intensive [20].

Tableau 1 : Tableau comparatif des types de toitures végétalisées.

Type de toit	Extensive	Semi-extensive	Intensive
<b>Illustration</b>			
<b>Utilisation</b>	Toitures écologiques	Jardin / toitures écologiques	Jardins et parcs
<b>Type de végétation</b>	Mousse, herbe et plantes grasses	Herbe, plante grasses et buissons	Gazon, plantes vivaces, buissons et arbres
<b>Epaisseur du substrat</b>	60-200 mm	120-250 mm	150-400 mm
<b>Charge</b>	60-150 kg/m <sup>2</sup>	120-200 kg/m <sup>2</sup>	180-500 kg/m <sup>2</sup>
<b>Irrigation</b>	Non	Périodiquement	Régulièrement
<b>Maintenance</b>	Faible	Périodiquement	Intense
<b>Coût</b>	Faible	Moyen	Elevé

(Source : Med Bouattour, F.A., *LA VEGETALISATION DES BATIMENTS*. 2009)

### II.1.4.2. Les façades végétalisées :

Les façades végétalisées sont construites à partir de plantes grimpantes qui peuvent se diviser en deux catégories :

- Les plantes ligneuses qui se soutiennent elles-mêmes en se palissant contre un mur comme par exemple les rosiers grimpants;
- Les plantes grimpantes qui ont besoin d'un support tel que les arbrisseaux à tiges flexibles ; qui ont leurs propre système de fixation tel que : des racines crampons comme le lierre, la bignone ou l'hortensia grimpant des ventouses comme la vigne vierge des vrilles comme une autre vigne vierge [21].



**Figure II.1 : Mur et façade végétale**

(Source : <http://www.adivet.net/>)

### **II.1.5 Les composantes de l'espace vert :**

L'aménagement des espaces verts publics sera différent d'un espace à l'autre suivant le type de végétation qui sera introduite, dont les plus importants sont :

#### **II.1.5.1 Les arbres et les arbustes :**

Eléments constitutifs des espaces verts, les arbres présentent certaines caractéristiques qui permettent d'établir des critères de classification. Ces critères sont utiles à connaître pour mener à bien les travaux de création comme ceux d'entretien.

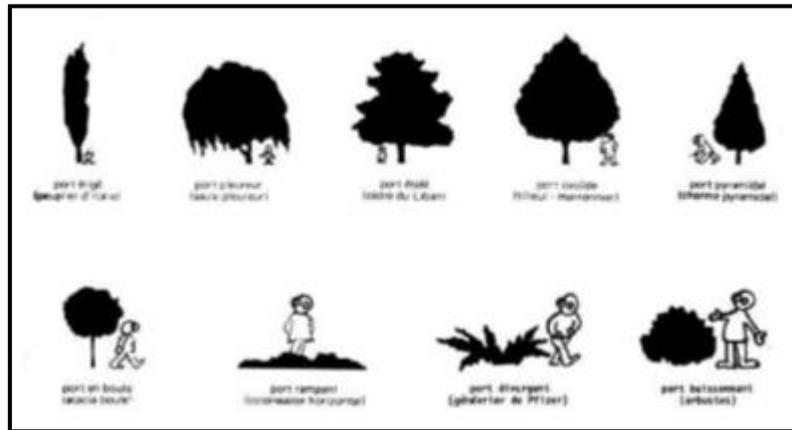


Figure II.2: La silhouette des arbres et des arbustes : essai de classification

(Source : J-P-Muret, Y-M-Allain, M-L-Sabrie, Les espaces urbains : concevoir, réaliser, gérer, Ed. Le Moniteur. Paris 1987, p.165.)

### II.1.5.2 Les haies :

Parmi les fleurs ou végétaux à floraison que l'on peut développer en milieu urbain, il faut rendre aux plantes grimpantes ou sarmenteuses la place qu'il leur revient. On distingue habituellement trois types d'usage pour ces végétaux :

- On peut tapisser des parois minérales surtout lorsque l'on veut masquer ou verdifier des surfaces qui ne sont pas agréables au regard ;
- Dans les parcs, jardins ou petits squares, on peut également faire grimper de la végétation sur des pergolas ou des treilles ;
- En couverture de sol, on peut remplacer le gazon, dans les zones difficilement accessibles, par des plantes tapissantes [22].

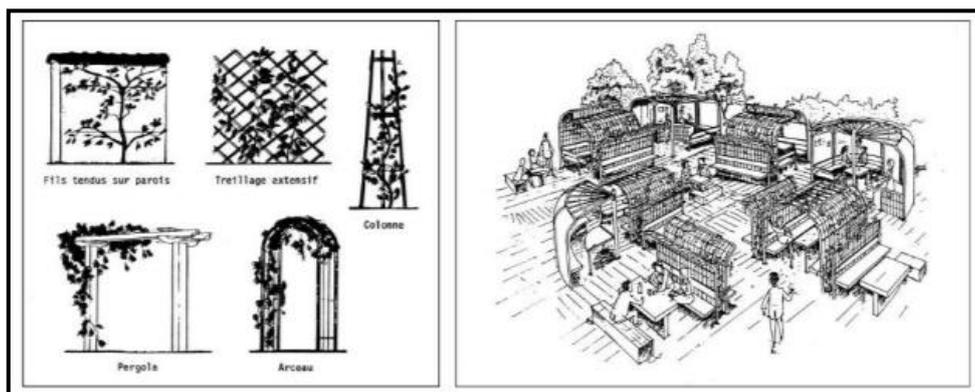


Figure II.3 : Les supports des plantes grimpantes

(Source : J-P-Muret, Y-M-Allain, M-L-Sabrie, Les espaces urbains : concevoir, réaliser, gérer, 188-189)

Les haies correspondent aussi à des écrans de verdure destinés à protéger, limiter ou séparer. Ainsi définie, la haie peut avantageusement remplacer des clôtures ou murs dans l'espace urbain.



**Figure II.4 : Ornotesando, Tokyo, Japon 2003. Green Screen, Mur vegetal: Cloture organique**  
(Source : Aldo Aymonino, Valerio Paolo Mosco, Espacepublic contemporain., ED. Skira. 2006, p368)

### **II.1.5.3 Les plantations d'alignement :**

Les arbres alignés le long des rues et avenues doivent présenter des caractéristiques essentielles à leur survie dans l'environnement urbain : de vigueur proportionnée à l'espace disponible (retraité dans les rues), l'arbre des rues a une silhouette droite, régulière, avec des ramifications bien équilibrées. Il est important également de choisir des espèces dont le bois n'est pas cassant et dont les racines ne peuvent pas détériorer les trottoirs et les canalisations. On préférera les arbres à petites feuilles qui sont facilement éparpillées par le vent, qui ne forment pas de tapis glissant sur les chaussées et trottoirs [22].



**Figure II.5 : Plantation d'arbres dans la place : Charles de Galle Etoile Paris-France**  
(Sources : Wikipedia)



Figure II.6 : Les plantes en bac

(Sources : Michael.S, paysages contemporains, Ed. Phaidon. 2005, p215)

### II.1.5.4 Les grands terrains gazonnés :

Le gazon, la pelouse avec les arbres et les fleurs, l'enherbement est le troisième élément constitutif des espaces verts urbains. Le terme d'enherbement, peu utilisé, comprend le gazon, la pelouse et la prairie [22].



Figure II.7 : Parc du champ de Mars Paris - France

(Sources : Michael.S, paysages contemporains, Ed. Phaidon. 2005, p215)

### II.1.6 Les normes d'espace vert dans le monde :

Les normes internationales en matière d'espaces verts sont de : 10m<sup>2</sup> pour chaque habitant, qui sont subdivisée en : 1.5 m<sup>2</sup> pour les jardins d'enfant, 4.5m<sup>2</sup> pour les parcs et jardins d'agrément, 4m<sup>2</sup> pour les terrains de sport [23].

### II.1.7 La gestion des espaces verts en Algérie :

#### II.1.7.1 Les normes indicatives d'aménagement :

En Algérie, la protection de l'environnement n'était régie par aucune loi. Ce vide juridique fût comblé par la promulgation de plusieurs textes et loi et décrets parmi lesquels nous pouvons

## **CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE**

---

citer la circulaire interministérielle du 31 octobre 1984 fixant les normes minimales indicatives pour la réalisation d'espaces verts en Algérie.

### **II.1.7.2 Les normes indicatives pour la réalisation d'espace vert en Algérie :**

- Espaces verts inter quartiers (squares, jardins publics) : 4 m<sup>2</sup>/habitant ;
- Espaces verts d'accompagnement pour les ensembles d'habitations : 6.80 m<sup>2</sup>/habitant ;
- Espaces verts résidentiels plantés : 1.80 m<sup>2</sup>/habitant ;
- Aires de jeux :
  - o Jardin d'enfant pour enfants de moins de 4ans : 0.2 m<sup>2</sup>/habitant ;
  - o Jardin d'enfant pour enfants de 4-10 ans : 0.8 m<sup>2</sup>/habitant ;
  - o Aires sablées pour jeux libres : 0.50 m<sup>2</sup>/habitant ;
  - o Plaines de jeux pour enfant au-dessus de 10 ans : 3 m<sup>2</sup>/habitant ;
  - o Espaces libres homogènes de rencontre sous forme de placettes, allées de promenade, boulevards : 0.5 m<sup>2</sup>/habitant.
- Arbres d'alignement sur la voie publique :
  - o A l'intérieur des agglomérations : prévoir l'espacement d'un arbre tous les 5m ;
  - o Sur les voies à grandes circulation : prévoir l'espacement d'un arbre tous les 10m.
- Espaces verts situés autour des édifices publics et à l'intérieur des structures à vocation socio-économiques et culturelles dont les zones industrielles : 10 m<sup>2</sup>/habitant.

Ces types d'espaces verts doivent bénéficier d'une grande attention de la part des autorités concernées par leur mise en valeur et leur réalisation concrète. Globalement, d'après ces chiffres indicatifs, la situation actuelle des espaces verts en Algérie est loin de répondre à la demande des habitants compte tenu la forte croissance urbaine observée ces dernières décennies. Elle demeure préoccupante à ces types d'espaces qui sont nettement insuffisantes [23].

## **II.2 La végétation :**

### **II.2.1 Définition de la végétation :**

La végétation est l'ensemble des plantes qui poussent en un lieu donné selon leur nature. De la notion de végétation découlent les notions connexes de tapis végétal, de paysage végétal, de type de végétation et de formation végétale.

On distingue la végétation naturelle composée de plantes sauvages dites spontanées de la végétation artificialisée composée de plantes cultivées. Ce qui pousse sur une surface donnée de sol, ou dans un milieu aquatique. On parle aussi de "couverture végétale" ou de "paysage végétal" [4].

## CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE

### II.2.2 Le rôle des arbres et de la végétation :

La végétation joue un rôle important dans l'évolution du climat de la ville, elle est également efficace dans le contrôle du microclimat. Elles refroidissent l'environnement quand ils absorbent le rayonnement pour la photosynthèse dans les variations saisonnières et diurnes. Ils sont utiles pour l'ombrage dans les bâtiments et du sol pour réduire le gain de chaleur et de rayonnement réfléchi. La végétation crée également différents modèles de flux d'air en provoquant des différences mineures de la pression, et peut donc être utilisé pour diriger ou dévier les vents dominants [24].

### II.2.3 Types de végétale urbain :

Nous estimons évident qu'aborder la question du végétal urbain, c'est faire appel à des connaissances provenant de diverses disciplines : climatologie, hydrologie, pédologie agronomie et physiologie végétale C'est dire la variété des préoccupations et les difficultés pour adapter ces connaissances aux besoins spécifiques du champ de l'urbanisme par le biais du microclimat où le végétal est appelé à jouer un rôle important.

Le végétal urbain peut se présenter essentiellement sous formes qui, correspondent aussi à trois échelles spatiales :

#### II.2.3.1 Végétal grimpant :

Il est plus fréquemment associé à l'architecture, et proportionné à l'échelle du bâtiment. Il peut être aussi utilisé dans les espaces urbains et constituer par exemple : un ombrage (treillis sur rue) sont effet microclimatique s'exerce sur un espace plus réduit en général à l'échelle du piéton.

#### II.2.3.2 La pelouse et les végétaux couvrants :

Ont le plus souvent, une fonction décorative, en remplaçant un revêtement minéral Leurs effets microclimatiques se limitent au contrôle des conditions de surface (il en va de même de végétaux grimpants couvrent des surfaces entières de façades des bâtiments).



Figure II.8 : Les végétaux couvrants

(Sources : M. A. Guyot, 1998)

## CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE

### II.2.3.3 L'arbre urbain :

L'arbre urbain peut à son tour être subdivisé en deux catégories :

- L'arbre en parc ou jardin ;
- L'arbre d'alignement.

Dans les deux cas, l'arbre est un élément vivant, source quantifiable de confort en région méditerranéenne, le choix des essences doit être fait avec soin une bonne connaissance de son usage enrichit la panoplie d'outils d'aide à la décision pour le contrôle des ambiances micro climatiques dans les projets : l'arbre urbain peut atteindre de grandes tailles (plus de 25 m de haut) "arboriculture urbaine". Il participe beaucoup au paysage urbain.



Figure II.9 : Les arbres d'alignements

(Sources : <http://www.abtreeworkers.be/>)

### II.2.4 Type de végétation selon le feuillage :

#### II.2.4.1 Végétaux à feuillage caduques :

Ces types de végétaux laissent tomber toute leurs feuilles et mettent plus d'énergie pour les faire repousser au printemps.



Figure II.10 : La vigne

(Sources : <http://www.abtreeworkers.be/>)



Figure II.11 : Le figier

(Sources : <http://www.abtreeworkers.be/>)

## CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE

### II.2.4.2 Végétaux à feuillages semi persistants :

Ces types de végétaux conservent une partie de leur feuillage en hiver.



**Figure II.12 : Le troène d'Europe**  
(Sources : <http://www.abtreeworkers.be/>)

### II.2.4.3 Végétaux à feuillages persistants :

Ce type de végétation reste vert toute l'année, et ne rythme plus les saisons, et préfèrent user un peu plus d'énergie pour protéger leurs feuilles du froid et du manque de soleil.



**Figure II.13 : Le houx**

(Sources : <http://www.abtreeworkers.be/>)



**Figure II.14 : L'olivier**

(Sources : <http://www.abtreeworkers.be/>)

### II.2.5 La végétation dans la ville :

Parmi les points qui intéressent notre étude on peut souligner, tout d'abord, les dimensions symboliques et esthétiques, puis, d'une manière assez générale, nous présentons les autres qualités de la végétation en contexte urbain. Ensuite, nous analysons les principes et les fonctions mis en œuvres en termes de composition de l'espace urbain [25].

#### II.2.5.1 Dimension symbolique et esthétique :

L'arbre a toujours été d'une grande richesse symbolique à travers les civilisations. C'est en effet, le symbole du cycle des saisons et donc de la vie. Les variations de couleurs, de formes, de textures et de densités sont autant d'éléments qui enrichissent le cadre de vie urbain et renvoient aux notions de paysage et de nature (Figure II.15). En effet, la placette de couleurs apportés aussi

## CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE

bien par les différentes essences d'arbres que par les nombreuses variétés de fleurs, égaye le quotidien et s'oppose ainsi aux surfaces grises et ternes des parois minérales ou métalliques [22].

Ainsi, une masse végétale joue un rôle psychologique ou esthétique en cachant les éléments désagréables, et mettant en valeur la lumière, en créant des jeux d'ombre et en assurant des transitions entre différentes zones. Les qualités esthétiques des végétaux dépassent alors 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 [25].



Figure II.15 : Un arbre à différentes saisons

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

### II.2.5.2 Dimension structurelle et composition urbaine :

La qualité architecturale et paysagère de la ville peut être reliée à la disposition de ses arbres. Parmi les différentes fonctions structurantes des arbres, on peut retenir que ceux-ci apportent le volume et la verticalité complémentaire à l'horizontalité des voies. En effet, les végétaux, même sans feuilles peuvent constituer des volumes comparables aux structures architecturales. Dans le paysage urbain, une grande variété d'arbre existe [25].

Une classification basée sur leur forme n'est pas évidente mais nous présentons ici celle proposée par Larue qui distingue neuf types de forme (Figure II.16) [26]. Les dimensions des arbres sont des paramètres importants à contrôler aussi bien en tant qu'impact sur l'occupation d'espace que sur l'ombre générée par ceux-ci. Il est nécessaire de prendre en considération ce point lorsque l'on souhaite intégrer des arbres en espace urbain.

Nous avons représenté à l'échelle (une flèche vaut 5 mètres) neufs arbres parmi les plus communs en indiquant les hauteurs maximales du tronc et l'arbre en entier à taille adulte

## CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE

(Figure II.16). Les dessins indiquent de plus l'image de l'arbre en été et en hiver. A partir de ces indications dimensionnelles, le profil des arbres peut être plus ou moins précisément tracé dans les logiciels de simulation ayant une interface graphique [25].

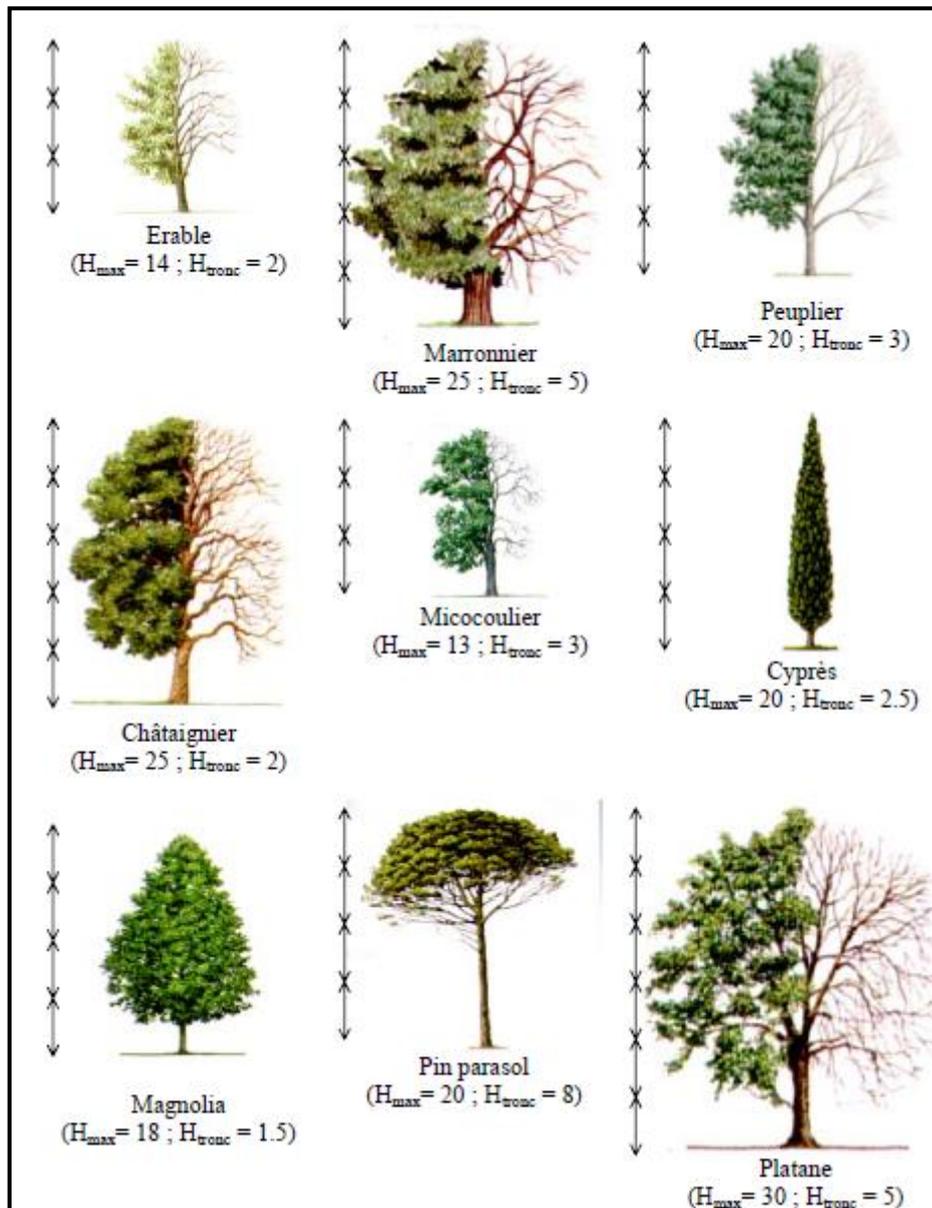


Figure II.16 : Dimensions de neuf arbres communs

(Source : Larue, 1996)

Le groupement et la composition des arbres entre eux ont parfois pour fonction de créer des effets spatiaux (Figure. II.17 et Figure. II.18). Ils sont fédérateurs et donnent une unité ou un caractère particulier à l'ensemble d'un quartier. Ainsi, à l'échelle urbaine, il peut y avoir continuité entre le végétal et le bâti dans la composition d'ensemble. Ils sont des outils d'aménagement précieux car ils sont susceptibles d'entraîner la création d'espaces, la réduction d'échelle entre espaces plats et volumes imposants, une division de l'espace en sous-espaces, des séparations et des repérages [27].

## CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE

La protection des espaces privés, du moins à un niveau visuel, est assurée parfois par des buissons, des haies ou tout autre système de barrières végétales. A l'opposé, la disposition d'écrans végétaux peut révéler des vues et des panoramas. Ainsi, la végétation sert de guide visuel et induit des phénomènes de masquage, de filtrage, de perspective, de perception modifiée. Elle met en valeur les symboles ou les éléments du décor, elle sert d'articulation, d'indicateur et elle peut moduler l'échelle de perception [28].

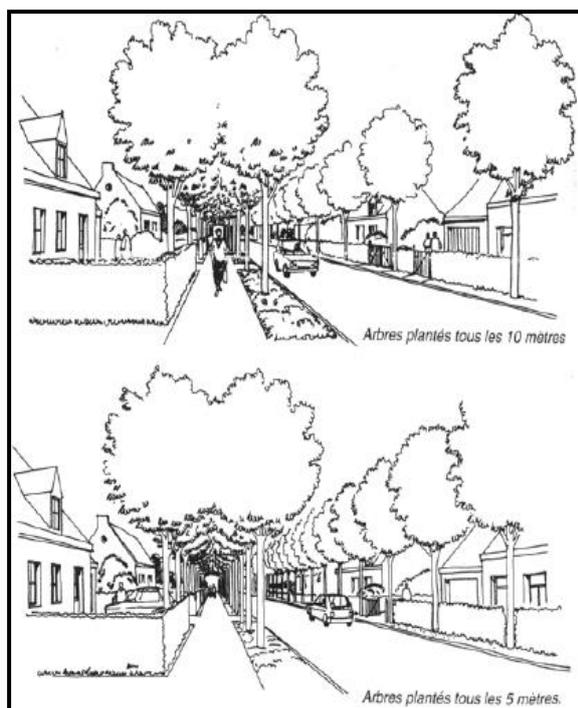


Figure II.17 : Modification de l'espace grâce à l'emplacement entre les arbres (Source : Laure, 1996)

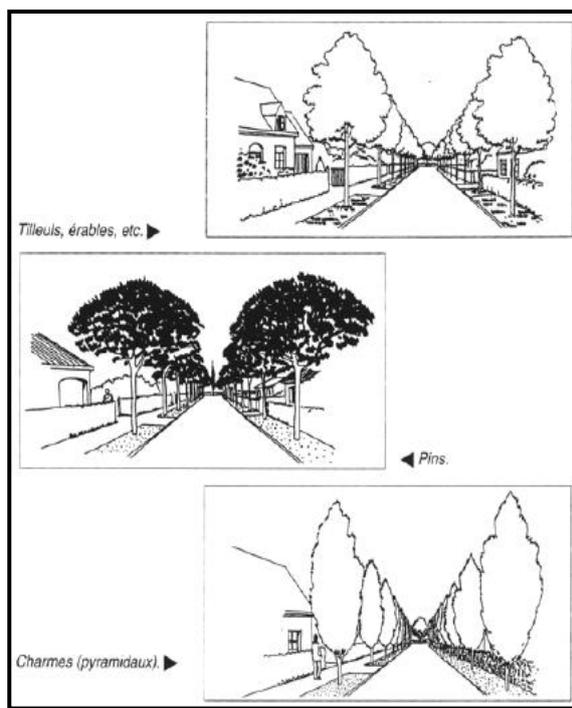


Figure II.18 : Modification de l'espace grâce à la forme des arbres (Source : Laure, 1996)

### II.2.5.3 L'utilisation des arbres dans le projet :

« Et si c'était le végétal qui ordonnait l'urbanisation ? Et si c'était le jardin qui générerait la ville, qui lui permettant 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. » [29].

L'agencement des arbres donne lieu à de multiples possibilités, de l'arbre isolé au centre d'une place, à l'allée plantée en alignement le long des boulevards. Les spécificités induites par l'arbre unique font appel à des notions comme celle du monument, de voue et de repère. En général, il domine un lieu par ses dimensions exceptionnelles et délimite un espace privilégié [30].

## CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE

Tableau 3 : Relation urbanisme-végétation.

<b>Dispositifs urbains</b>	<b>Types ou caractéristique</b>	<b>Végétation</b>
<b>Places</b>	Anciennes (dans les ensembles médiévaux)	Peu ou pas plantés des arbres monumentaux
	Classiques	Dépourvues de végétation à l'origine puis plantées
	A ordonnancement végétal	Dépourvues de végétation à l'origine puis plantées
	Places jardins squares	Ambiance de nature, lieux de dépaysement et de tranquillité
<b>Rues</b>	Voies de circulation d'une largeur inférieure à 20 m	Plantation latérale (espace privé). Végétation d'emprunt, traitement des clôtures, haies.
<b>Ruelles, cours, sentes</b>	Réseaux d'accès aux quartiers de faible densité	Végétation plus ou moins décidée, pergolas, plantes décoratives
<b>Boulevards</b>	Voies de circulation qui entourent partiellement la ville, le quartier	Lignes d'arbres
<b>Allées</b>	Espaces de cheminement linéaire	Lignes d'arbres
<b>Cours</b>	Espaces de forme rectangulaire, orientés vers un point de vue remarquable	Ordonnancement végétal et architecturé planté sur sa longueur de lignes d'arbres
<b>Quais, rives</b>	Espace à proximité de l'eau (rivière, fleuve, lac, océan)	Plantation d'alignement arbres isolés ou bosquet
<b>Jardins</b>	Classiques	Plantation régulière, symétrique
	Pittoresques	Rappel de la nature et de la campagne
<b>Espaces verts</b>	Formes d'occupation du sol qui s'accompagne de présence végétale	Surfaces plantées, espaces libres, ambiances végétales isolées de la circulation et de la ville, terre-pleins engazonnés, aires de jeux

(Source : Stefulesco, 1993)

## **CHAPITRE II : LA VEGETATION ENTRE THEORIE ET PRATIQUE**

---

### **Conclusion :**

La présence de la nature en ville s'est aujourd'hui imposée comme un facteur clé dans l'évaluation de la qualité de vie urbaine. Elle constitue un élément bénéfique pour notre environnement et intervient dans l'amélioration des conditions générales des populations urbaines par ses fonctions sociale, psychologique, paysagère, politique, etc.

# CHAPITRE III : LE MICROCLIMAT ET LES AMBIANCES MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES

---

## **Introduction :**

Le contrôle de l'environnement et la création de conditions favorables pour son confort et ses activités sont une préoccupation éternelle de l'homme. La conception de la maison reflète à travers les âges, les différentes solutions adaptées par l'homme pour lutter contre les difficultés climatiques. Il est de fait établi que l'architecture vernaculaire a toujours composé avec les éléments du climat. Beaucoup d'études concernant l'intégration climatique de l'architecture vernaculaire l'ont maintes fois démontré [31]. Ceci a conduit à une réduction de la conception du confort au seul aspect intérieur et une dissociation entre espace intérieur et espace extérieur. Afin de mieux saisir les causes et les conséquences de cette dissociation, nous entamons cette étude par un chapitre qui traite le microclimat urbain. Ainsi, nous présentons en premier lieu le phénomène "microclimat", ses types et les éléments qui le définissent.

## **III.1 Définition du microclimat :**

Le microclimat désigne généralement des conditions climatiques limitées à une région géographique très restreinte, significativement distinctes du climat général de la zone où se situe cette région. Un microclimat est le climat distinctif d'un secteur à petite échelle, comme un jardin, un parc, une vallée ou une partie d'une ville. Les variables météorologiques dans un microclimat, comme la température, la pluviométrie, le vent ou l'humidité, peuvent subtilement différer des conditions prévalant sur le secteur dans l'ensemble [13].

## **III.2 Types de microclimat :**

- Le climat d'une étendue limitée résultant de la modification du climat général sous l'effet de différences locales d'altitude et/ou d'exposition (exemple: pente ou ombres Portées), d'albédo ou de végétation, de présence/absence d'eau ou de vent, etc. ;
- Une série de variations climatiques à l'intérieur d'une très petite région ;
- Une modification du climat liée à la proximité d'une source de chaleur (terril en combustion, source hydrothermale, magma, etc.) ;
- Une modification liée à un milieu particulier (lisière forestière, lac, grotte, moraine, glaciaire, tourbière, névé, etc.) ;
- Sous un arbre, ou sous la canopée, le climat est très différent de ce qu'il est en l'absence d'arbre, en raison notamment de l'évapotranspiration et de l'ombre portée au

## **CHAPITRE III : LE MICROCLIMAT ET LES AMBIANCES MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES**

---

sol, par ailleurs enrichi en champignons qui en conservant plus d'eau dans le sol le maintien plus frais [13].

### **III.3 Paramètres climatiques: données de base pour une conception bioclimatique.**

#### **III.3.1 La température :**

La température de l'air résulte de nombreux facteurs : rayonnement solaire incident, rayonnement émis par le substrat, éventuels apports issus d'énergie consommés par l'évapotranspiration. Elle est mesurée sous abri météorologique à une hauteur de 1.20m à 1.80m au dessus du sol.

La température d'un lieu est influencé par plusieurs facteurs tel que : la latitude, les vents dominants la couverture nuageuse ainsi que la couverture de la surface du sol.

Dans la troposphère (couche basale de l'atmosphère en contact avec le substrat planétaire) la température de l'air baisse avec l'altitude à cause de la diminution de l'air. Cette décroissance est de  $0.65^{\circ}$  pour tous les 100 m. Comme la température varie en altitude elle varie en latitude. Les températures diminuent de la zone intertropicale vers les deux pôles, les températures moyennes les plus élevées sont enregistrées sur les continents subtropicaux ( $28-38^{\circ} C^{\circ}$ ) ou la radiation incidente est élevée, ciel clair et l'évaporation est réduite, les températures les plus basses sont enregistrées aux hautes latitudes ( $-100^{\circ} C^{\circ}$  à  $-50^{\circ} C^{\circ}$ ). Les latitudes moyennes sont caractérisées par des gradients thermiques très forts [32].

#### **III.3.2 L'humidité :**

L'humidité est la teneur de l'air en eau. Elle se trouve sous forme de vapeur qui influence le rayonnement solaire ainsi responsable de la formation des nuages, du brouillard et des précipitations.

A une pression constante, plus l'air est chaud plus il emmagasine de la vapeur d'eau. L'eau se présente sous forme gazeuse dans l'air provient de l'évaporation (E) à la surface des nappes d'eau et de la transpiration des êtres vivants.

L'humidité relative est le rapport entre l'humidité absolue et l'humidité saturante, dépend de la température et la quantité de vapeur d'eau dans l'air. Les humidités sont généralement prises pendant les heures suivantes :

- La première lecture est à 7h ou 8h au lieu de 6h. La moyenne de ces lectures peut nous donner la moyenne maximale de l'humidité.
- La deuxième lecture est établie à 14.00h ou à 15.00h (quelque fois à 13.00h), la moyenne de ces lectures nous donne la moyenne minimale.
- Une troisième lecture à 20.00h.

## CHAPITRE III : LE MICROCLIMAT ET LES AMBIANCES MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES

La moyenne de ces lectures donne la moyenne mensuelle [33].

Pendant la journée, l'air en contact avec le substrat planétaire (sol chaud) perd son humidité à cause du phénomène d'évaporation, par la suite l'humidité relative baisse.

Pendant la nuit le phénomène est réversible, l'air en contact avec le sol ( $T$  basse) se refroidit, par conséquent l'humidité relative augmente. Si le refroidissement est important l'air atteint son point de rosé [32].

### III.3.3 Le vent :

Les vents sont des déplacements simples d'air qui s'effectuent sur un plan horizontal par rapport à la surface de la terre. C'est un écoulement qui tend à équilibrer les zones de pression différentes dans l'atmosphère. Son étude est très complexe à cause de la multitude de force qu'il subit, certains sont : locales, régionales et globales [13].

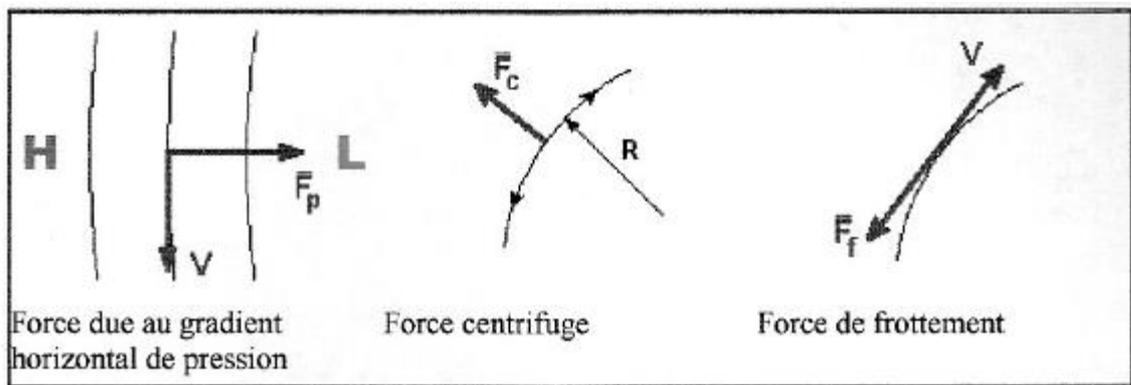


Figure III.1 : Les forces agissant sur le vent

(Source : [www.astrosurf.org/lomby/document/saison.gif](http://www.astrosurf.org/lomby/document/saison.gif))

#### III.3.3.1 Les vents régionaux connus :

##### ✓ Mousson :

Ce nom est dérivé du mot arabe « mousson », du à la différence saisonnière entre la température des mers et celles des terres, analogue à la brise de terre et de mer seulement, leurs périodes s'étalent sur une année au lieu d'une journée.

##### ✓ Sirocco :

Originnaire du Sahara, il souffle du sud-est, il est très chaud et très sec lorsque il atteint la côte nord de l'Afrique.

##### ✓ Le mistral :

Il souffle du Nord-Ouest ou du Nord de la terre, sur la cote de la méditerranée de l'Ebre jusqu'au Grènes, ils sont marqués par leurs fréquences, leurs forces et leurs sécheresses froides.

## CHAPITRE III : LE MICROCLIMAT ET LES AMBIANCES MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES

### ✓ **Harmattan :**

C'est un vent du Nord-est, quelques fois d'Est, qui souffle sur le Nord-Ouest de l'Afrique.

### ✓ **Haboos :**

Originaire du mot arabe « Habo », désigne le passage d'une masse de sable tourbillonnant accompagné le plus souvent par une brusque augmentation de vitesse, changement de direction, chute secondaire dans les températures, et un très faible visibilité accompagné aussi souvent par des pluies orageuses, on les rencontre généralement au Soudan [12].

## III.4 Les différents éléments qui influencent le microclimat :

### III.4.1 L'influence de l'eau sur le microclimat :

A l'échelle du microclimat, les étendues d'eau tempèrent les fluctuations de température bassins, étangs, etc. jouent le rôle de tampons thermiques. Il fait donc moins chaud en été, moins frais en hiver.

Dans un climat très chaud et sec, des techniques de micronisation (pulvérisation de gouttelettes d'eau de l'ordre du micromètre en suspension dans l'air) ont été mises à l'essai pour rafraîchir localement les températures, par exemple lors de l'Exposition universelle de 1992 à Séville. Des fontaines et des jets d'eau ont également été répartis sur tout le site. L'énergie nécessaire à la vaporisation de l'eau est retirée aux masses d'air, qui ainsi se refroidissent. L'application d'un tel dispositif a permis de réduire localement la température de l'air de quelques degrés [34].

### ➤ **L'évaporation :**

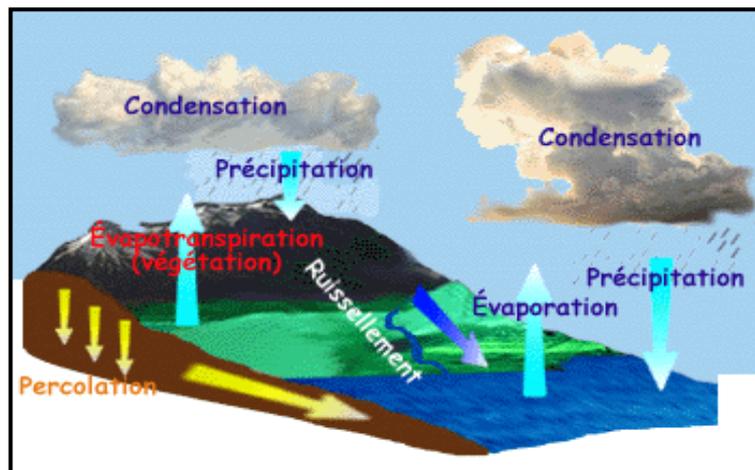


Figure III.2 : Le cycle de l'eau

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

## **CHAPITRE III : LE MICROCLIMAT ET LES AMBIANCES MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES**

---

L'évaporation est un processus qui provoque le refroidissement de l'air environnant car les molécules d'eau puisent leur énergie dans l'environnement. De la chaleur (énergie) peut être ajoutée à l'eau par un apport externe : par exemple, quand l'eau est chauffée par le Soleil ou par l'atmosphère en contact avec la surface de l'eau. Les molécules d'eau qui se retrouvent dans l'atmosphère pour former la vapeur d'eau conservent l'énergie qu'elles ont utilisée pour s'échapper de la masse d'eau. Cette énergie sera libérée dans l'environnement lorsque la vapeur retournera à l'état liquide [13].

Ce changement de phase nécessite une importante quantité d'énergie, c'est la chaleur latente de vaporisation. C'est pourquoi la température de l'eau est alors inférieure à celle de l'air durant la journée. Ce décalage entre les deux températures est atténué par un transfert que l'on qualifie de chaleur sensible entre l'air chaud et l'eau froide. Il est en fonction de l'écart de température et de la vitesse de l'écoulement. Ces deux phénomènes ont un effet opposé. Le résultat est une température d'équilibre. En résumé, dans un premier temps, le processus d'évaporation refroidit l'eau et dans un second temps, l'eau refroidit l'air [25].

### **III.4.2 L'influence du relief sur le microclimat :**

Le relief influence la répartition des températures, les possibilités d'ensoleillement ainsi que les phénomènes de nébulosité et de régime des vents. Le relief joue sur les températures tant par les variations qu'il induit de jour grâce à l'irradiation des pentes (selon leur orientation et inclinaison) que par son influence sur le régime des vents. Les faces exposées au vent sont plus froides que les faces masquées et si le relief protège certains sites, il en surexpose d'autres [13].

### **III.4.3 L'influence des constructions sur le microclimat :**

Les constructions masquent le rayonnement solaire, protègent du vent, stockent la chaleur et augmentent la température extérieure. Elles peuvent également créer des courants d'air ou réfléchir les rayons du soleil.

Les constructions constituent des écrans fixes pour leur voisinage. Leur rôle peut être positif si l'on recherche une protection contre le soleil c'est le cas des villes méditerranéennes traditionnelles, où l'étroitesse des ruelles et la hauteur des bâtiments réduisent considérablement le rayonnement direct et fournissent un ombrage bienvenu.

Ce rôle peut être négatif si les bâtiments voisins masquent le soleil alors qu'on souhaite bénéficier d'apports solaires. Dans le cas d'une conception solaire passive, il importe de mesurer l'impact de cet effet de masquage [34].

## CHAPITRE III : LE MICROCLIMAT ET LES AMBIANCES MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES

---

### III.4.4 L'influence de la végétation sur le microclimat :

La végétation offre un ombrage saisonnier, fait écran contre les vents, rafraîchit l'air par évapotranspiration et filtre les poussières en suspension. (Figure III.3). Elle se distingue des autres éléments par son aspect éventuellement saisonnier (plantations à feuilles caduques) et par le fait que son efficacité dépend de la croissance de la plante.



**Figure III.3 : Ombrage par une treille**  
(Source : Alain Liébard , André De Herde 2005)

La végétation filtre la radiation plutôt qu'elle ne l'arrête (figure III.4).Lorsqu'on prévoit un ombrage au moyen de plantations, il faut qu'elles soient à feuilles caduques afin de profiter des apports d'énergie solaire en période hivernale et de protéger progressivement les parois transparentes à partir du printemps. Les plantations utilisées pourront être à tiges grimpantes ou retombantes, et on recherchera des feuillages denses pour une protection maximale en été, mais avec peu de branchage pour réduire l'ombrage au minimum en hiver. Cependant, des études ont montré que même en hiver, la plupart des arbres conservent un coefficient d'ombrage de près de 50 % de leur valeur d'été.

## CHAPITRE III : LE MICROCLIMAT ET LES AMBIANCES MICROCLIMATIQUES DANS LES ZONES COTIERES

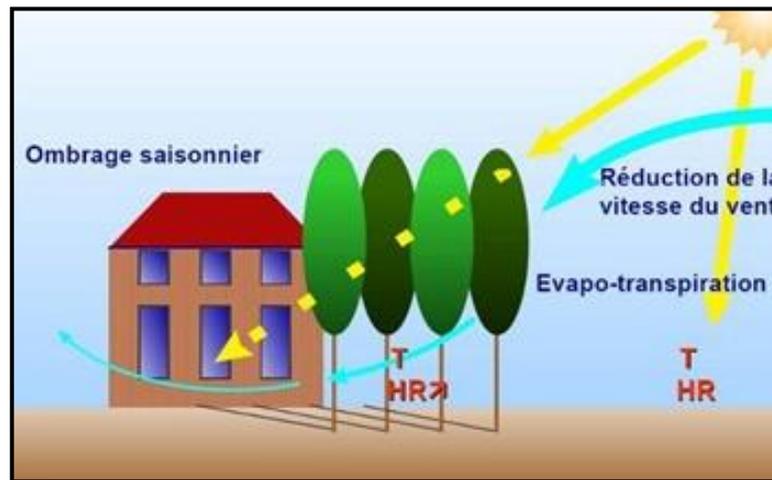


Figure III.4 : Aspect saisonnier de la végétation

(Source : Alain Liébard, André De Herde 2005)

Les arbres sont également capables de filtrer ou de fixer les poussières, et d'absorber ou de produire de la vapeur d'eau. Un hectare de forêt peut produire près de 5 000 tonnes d'eau par an. Dans les régions fortement boisées, les arbres interceptent jusqu'à 60% de la radiation solaire, empêchant ainsi l'augmentation des températures du sol.

Ce phénomène sera permanent ou saisonnier selon qu'il s'agira d'espèces à feuillage caduc ou persistant. Par contre, les arbres diminuent la radiation nocturne vers la voûte céleste: le feuillage constitue un "ciel" pour le sol au pied de l'arbre et sa température radiante est supérieure à celle de la voûte céleste. La chute de température est donc limitée la nuit. D'ailleurs, on constate que les écarts de température au sol sont peu importants dans les régions boisées. On remarque également une différence de température moyenne de 3.5 °C entre un centre-ville et des quartiers longeant une bande de végétation d'une profondeur variant de 50 à 100 mètres. Une convection horizontale des masses froides (végétation) vers les masses plus chaudes (constructions voisines) permet ce rafraîchissement. De ce fait, l'humidité relative augmente de 5 %.

### Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons constaté que l'interaction entre le climat et la ville est une préoccupation importante et éternelle de l'homme, à travers les différentes visions qui ont permis d'approcher l'intégration du contrôle climatique dans la conception urbaine et architecturale. Ceci a permis de situer l'espace extérieur urbain à une échelle microclimatique, et de saisir les éléments qui interviennent dans la caractérisation de l'ambiance climatique à ce niveau spatial.

# CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

## Introduction :

La végétation sous toutes ses formes (arbres, arbustes et espèces herbacées, arbres isolés, en bosquets ou en boisés) constitue un élément des écosystèmes urbains et naturels. Le type et le détail des plantes autour d'un bâtiment ou dans un espace public peuvent affecter son exposition au soleil et au vent, ses conditions de confort et l'usage d'énergie pour chauffer en hiver et principalement pour refroidir en été. En plus de son effet sur le climat urbain globale et le microclimat dans les espaces publics et autour des bâtiments, la végétation urbaine affecte la pollution de l'air, le niveau sonore des sources du bruit, favorise l'activité sociale, possède une apparence esthétique, etc. [13].

Nous allons dans ce chapitre nous intéresser à quelques aspects concernant la végétation en générale et celle en milieu urbain en particulier, donc à l'échelle du microclimat. Ainsi, nous allons analyser, de manière précise, comment les végétaux ont la possibilité de modifier leur environnement thermique, leur influence sur les écoulements aérauliques et par le phénomène d'évapotranspiration.

## IV.1 Effet de la végétation sur les différents confort :

### IV.1.1 Confort thermique:

#### IV.1.1.1 Effet d'écran thermique :

L'interception des rayons solaire directs par effets d'écran a une incidence sur le rayonnement qui peut être absorbé au niveau du sol ou sur une façade grâce à l'ombre causée par la végétation. de fait en période chaude les risques d'échauffements des surfaces s'entrouvre diminué.

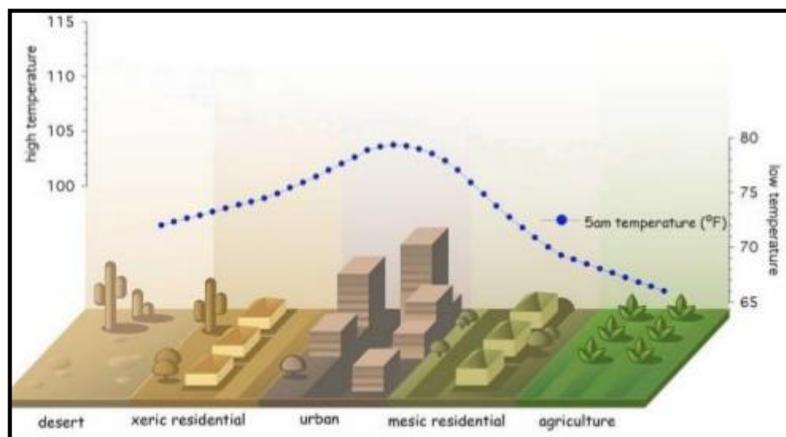


Figure IV.1 : Schéma montrant le rôle de la végétation sur les variations de la température

- La couleur de la végétation y est pour beaucoup dans cette baisse des températures, car le vert à un coefficient d'absorption du rayonnement solaire très élevé.

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

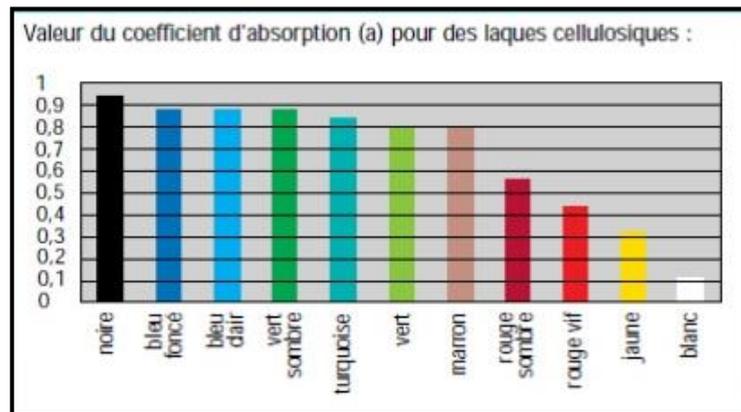


Figure IV.2 : Valeur du coefficient d'absorption (a) pour des laques cellulosiques

### IV.1.1.2 Effet d'humidification de l'air ambiant :

La végétation transpire et émet de la vapeur d'eau par les feuillages, l'émission de la vapeur d'eau est issu de trois facteurs :

- L'évaporation physique des pluies et roses ;
- La chlorovaporisation ;
- La transpiration physiologique de végétal.

L'évaporation de cette vapeur d'eau permet d'abaisser la température ambiante.

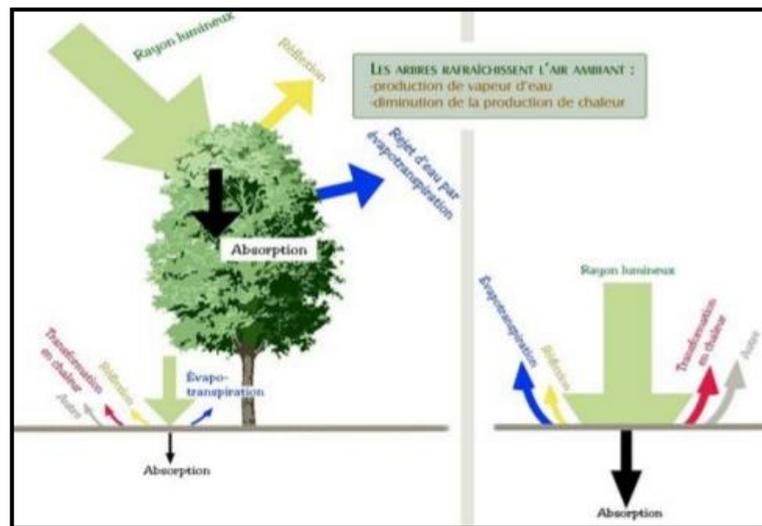


Figure IV.3 : Rafraîchissement de l'air ambiant par la végétation

### IV.1.2 Confort acoustique:

Les espaces boisés limitent la pollution sonore:

- On estime qu'un talus de végétaux sur une longueur de 30 m et une hauteur de 15m réduit correspond a une sensation de diminution du bruit de 30 a 40% ;
- Le bruissement des feuilles, ajouté au chant des oiseaux qui y nichent, contribuent également a masquer les bruits de la ville.

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

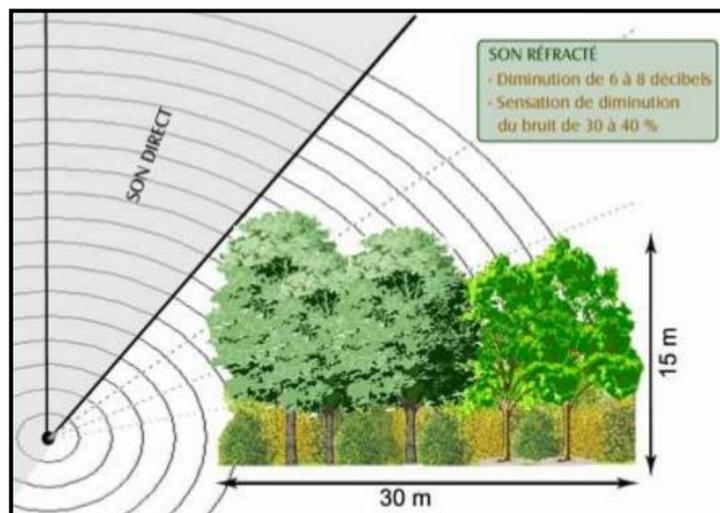


Figure IV.4 : Exemple de diminution de la pollution sonore

### IV.1.3 Confort visuel :

Des études éthologiques assez anciennes ont démontré l'influence des couleurs sur le comportement humain, ainsi le vert et le bleu sont reconnus pour leurs vertus apaisantes. Donc la végétation par sa couleur verte est beaucoup appréciée par l'homme, elle offre des belles vues.



Figure IV.5 : Vues sur des jardins

### IV.1.4 Confort olfactif :

#### IV.1.4.1 Effet d'oxygénation de l'air ambiant:

Les végétaux agissent sur le cycle de carbone à la fois par la photosynthèse utilisant le gaz carbonique et rejetant l'oxygène, et la respiration: consommant l'oxygène et rejetant le gaz carboniques, mais la quantité de carbone mobilisée par la photosynthèse est 15 fois supérieur à celle rejetée par la respiration.

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

---

Le gaz carbonique produit par les activités urbaines (circulation, chauffage domestique...) est en partie absorbé par la masse foliaire pendant que l'oxygène est rejeté.

### IV.1.4.2 Effet de fixation des poussières :

Le rôle de la végétation et notamment des arbres, dans la fixation des particules et des aérosols a été largement démontré, toutefois; ce phénomène dépend de la structure de l'arbre, sa forme, son implantation, et la texture des feuilles [35].

### IV.2 Effets microclimatiques de la végétation urbaine :

L'impact de la végétation urbaine sur le microclimat est très variable. Il est donc nécessaire d'identifier les facteurs de variabilité et leur influence. La particularité de l'impact de la végétation est qu'il dépend de plusieurs phénomènes. Elle agit sur le vent (porosité, effet de brise-vent), sur le rayonnement (absorption, réflexion et transmission du rayonnement de courte longueur d'ondes et absorption et émission de rayonnement de grande longueur d'onde); elle échange avec l'air de la chaleur par convection et de l'eau par évaporation. Elle participe également à l'équilibre hydrique des sols, lequel agit fortement sur le microclimat.

La végétation en ville peut donc influencer le microclimat urbain. Cependant, évaluer la réduction de température de l'air par les végétaux reste complexe car ceci dépend à la fois de la surface végétalisée et des surfaces environnantes [13]. En effet, différents facteurs viennent moduler les effets de la végétation sur le climat: aménagement, albédo, type de végétation implantée, superficie des espaces végétalisés, et la végétalisation de surfaces bâties.

L'impact de la végétation peut être direct mais il peut aussi apparaître de manière indirecte et à une échelle plus importante spécifique du champ d'urbanisme, par le biais du micro climat urbain, où le végétal joue un rôle très important, cela par la connaissance du fonctionnement microclimatique du végétal urbain sous toutes ses formes et leurs effets qui se subdivisent essentiellement en trois grands effets :

- Effet de refroidissement de l'air ;
- Effet d'ombrage des espaces urbains ;
- Effet aérodynamique des végétaux urbains.

#### IV.2.1 A l'échelle de la ville :

La Figure IV.6 (A) : Présente une thermographie infrarouge à fine échelle réalisée sur la ville de Rotterdam. Cette thermographie a été comparée avec une carte d'occupation du sol donnant le pourcentage de surface végétale calculé quartier par quartier. Le résultat de la comparaison est frappant, car la température décroît pratiquement linéairement avec le pourcentage d'espace vert (Figure B) : avec 60 % de surface végétale, la température n'est que

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

de 22-23°C, alors qu'au cœur de la ville où tout est minéral, elle est 6 ou 7 °C plus élevée. La présence de végétation s'accompagne donc d'une baisse significative de la température de surface ; il faut toutefois noter que sur une telle scène urbaine, les quartiers les plus végétalisés peuvent être aussi ceux où la production d'énergie anthropique (chauffage, industrie, circulation automobile, etc.) est la plus faible.

La présence d'arbres sur les parkings permettrait de limiter l'émission de COV (composés organiques volatils), occasionnée par l'évaporation du carburant des véhicules. De manière générale, la baisse [36].

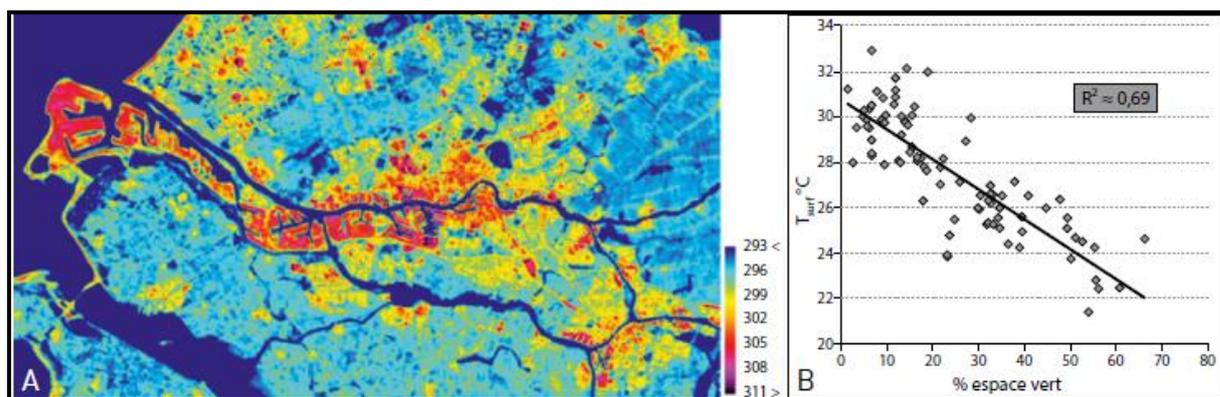


Figure IV.6 : A) Thermographie de la ville de Rotterdam (Landsat ETM, résolution 60 m) ; le code couleur est tel que les zones en rouge sont plus chaudes que les zones en bleu ; B) relation entre la température de surface et le pourcentage de surface végétalisée sur chaque pixel de 1x1 km considéré

### IV.2.2 Les parcs :

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.

L'extension ainsi que l'amplitude de la différence de température dépend de la taille du parc et de la distance au parc. 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. Une étude a été menée dans la ville de Göteborg de juin à septembre 1997 [37].

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

---

### IV.2.3 Les squares :

De nombreuses campagnes de mesure ont tenté d'analyser les effets microclimatiques dus à la présence de la végétation. Parmi les études françaises, nous pouvons citer les travaux menés à l'Ecole d'architecture de Marseille [25] sur l'analyse de deux villes méditerranéennes, Aix-en-Provence et Nîmes. Les mesures montrent que les jardins, parcs et espaces arborés sont les seuls espaces qui restent plus frais que la station météo ( $-0.6^{\circ}\text{C}$  en moyenne et près de  $-1^{\circ}\text{C}$  pour les espaces humidifiés). Les espaces urbains végétalisés, sont plus chauds d'environ  $0.3^{\circ}\text{C}$  et les espaces minéraux de  $0.8^{\circ}\text{C}$ . Il a été constaté qu'à l'ombre, une pelouse et une allée minérale ont presque la même température à  $1^{\circ}\text{C}$  d'écart. Ainsi, la pelouse reste un peu plus fraîche notamment grâce à son humidité due à l'arrosage et à son humidité matinale alors qu'au soleil, une allée s'échauffe beaucoup plus que la pelouse ( $11^{\circ}\text{C}$  de plus).

En été, la différence moyenne entre les températures de l'air mesurées entre les zones à l'ombre et au soleil est de  $2^{\circ}\text{C}$  avec un maximum de  $4^{\circ}\text{C}$  pour les quatre squares urbains de Milan [38].

### IV.2.4 Les rues et l'arbre d'alignement :

Les températures de surface de l'asphalte peuvent être de  $20$  à  $25^{\circ}\text{C}$  supérieures à celles d'une pelouse l'après-midi. L'écart de température de l'air, à  $1.2$  m de la surface du sol (les trottoirs sont recouverts d'asphalte), entre les rues sans arbre et avec arbres est de  $0.7^{\circ}\text{C}$  en moyenne avec des maxima atteignant  $2^{\circ}\text{C}$  (effet d'ombrage). Aucune différence n'est relevée la nuit. Le jour, lorsque le canyon est complètement obstrué par les arbres une diminution de la température de surface peut atteindre au maximum  $15^{\circ}\text{C}$  par rapport au canyon sans arbres, avec une moyenne de  $5^{\circ}\text{C}$  pour les trottoirs.

Cette baisse de rayonnement incident dépend notamment de la densité de feuillage, de la taille des feuilles et de la géométrie de la couronne; ce qui tend à diminuer le phénomène d'îlot de chaleur urbain, un ensemble d'arbres d'alignement, comme il en existe sur de nombreuses avenues (Figure IV.7), peut avoir un effet significatif sur le microclimat à une échelle plus grande. On a pu mettre en évidence des refroidissements de l'air de l'ordre de  $2$  à  $3^{\circ}\text{C}$  par une belle journée d'été, ainsi qu'une humidification de l'air. Cet effet est d'autant plus important que la température de l'air soit plus élevée. S'il peut être ressenti en dehors de la zone arborée (rues adjacentes), il décroît néanmoins rapidement avec la distance, prise perpendiculairement à l'avenue, et disparaît au bout de quelques dizaines de mètres au maximum [25].

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

---



Figure IV.7 : Arbres d'alignement à Paris (boulevard de Rochechouart et boulevard de Clichy)

### IV.3 La végétation en tant qu'éléments de régulation du microclimat:

#### IV.3.1 L'évapotranspiration :

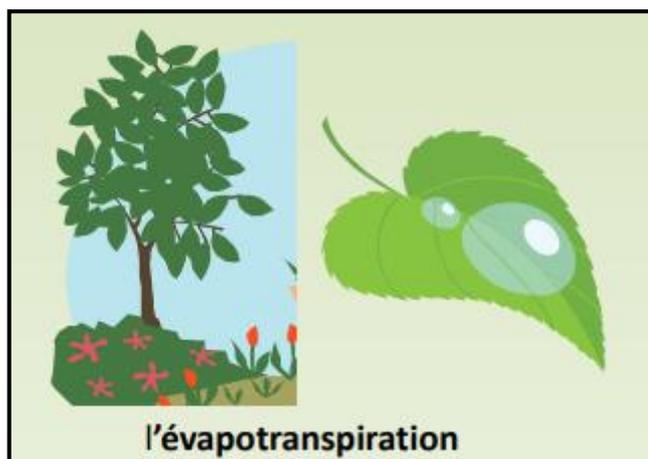


Figure IV.8 : Le transfert de l'eau du sol vers l'atmosphère, ce qui rafraîchit l'air

L'évapotranspiration : est le phénomène combiné de perte en eau par évaporation directe et par transpiration. 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

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

l'atmosphère est commandé par l'ouverture du stomate (Figure IV.9) 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[1][13].

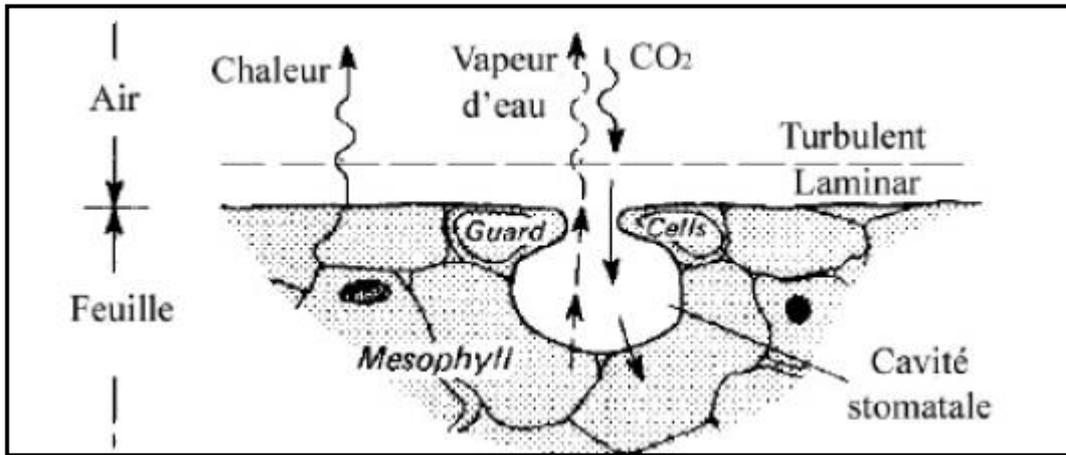


Figure IV.9 : Section schématique d'une portion de feuille

Cependant, l'évapotranspiration de la végétation herbacée exerce une influence complémentaire en abaissant les températures dans les espaces verts non ombragés [6].

L'aptitude des végétaux à modifier le climat réside principalement dans le phénomène d'évapotranspiration défini comme la perte simultanée de l'eau par évaporation et transpiration dans l'atmosphère. Les effets sont décuplés pour les étés chauds et secs si les zones racinaires sont bien irriguées, mais moins en hiver. L'évapotranspiration de la végétation rafraîchissant l'air ambiant peut de ce fait favoriser les dispositifs de ventilation naturelle en été [15].

### IV.3.2 La température de l'air :

Un groupe d'arbre permet la réduction de la température de l'air urbain par l'absorption du rayonnement solaire. Celui-ci est transformé en énergie chimique pour la photosynthèse et pour sa plus grande partie dissipé en chaleur latente. Le compromis pour concevoir une plantation d'arbres par rapport à l'accessibilité solaire est d'obtenir le maximum de rayonnement solaire en période de chauffe, tout en protégeant les espaces occupés contre le rayonnement solaire indésirable en été lorsqu'une surchauffe peut se produire. Augmenter l'accessibilité solaire est généralement souhaitable pour les latitudes nord, tandis que pour les latitudes sud, la protection contre les apports excessifs est nécessaire en été. Les arbres à feuilles caduques représentent une solution de protection solaire saisonnière particulièrement

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

intéressante, en fournissant protection pendant les mois d'été tout en permettant à la lumière naturelle et à l'énergie solaire de pénétrer en hiver [15].

L'effet de refroidissement du végétal a été simulé pour le cas de Montréal par Oke. Le refroidissement dû à l'évapotranspiration croît (Jusqu'à  $-6\text{C}^\circ$ ) avec le taux de surfaces évapotranspirantes vertes de l'ensemble de la ville, mais la loi n'étant pas linéaire, ce sont les premières 20 à 30% de ces surfaces qui sont les plus efficaces ( $-3\text{C}^\circ$ ) [39].

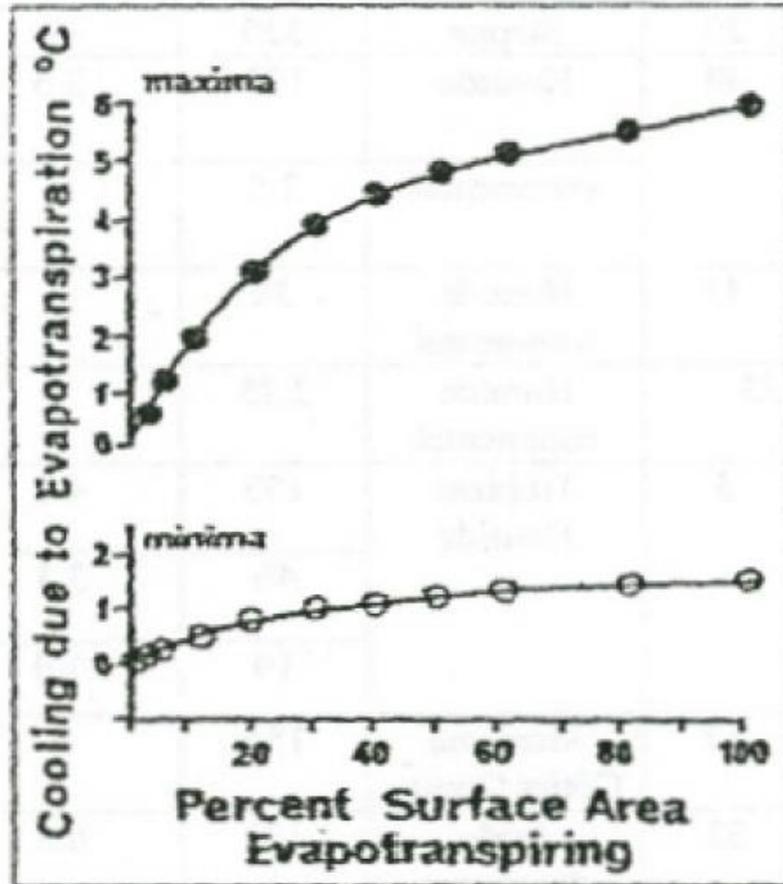


Figure IV.10 : Effet de refroidissement par évapotranspiration en fonction du taux de surfaces évapotranspirantes dans la ville

(Source : Oke , T.R., 1997)

### IV.3.3 La température du sol :

L'utilisation des arbres est une des techniques très efficaces pour contrôler la température du sol et des surfaces voisines par l'observation plus ou moins intégrale de la radiation solaire incidente.

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 ce qui devrait induire une réduction d'un bilan thermique de l'espace urbain, or le rendement de cette

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

transformation est faible (1 à 2% Givoni) et on peut donc considérer que l'effet thermique est négligeable.

La densité d'un feuillage détermine plus ou moins la perméabilité à la lumière et aux rayonnements de grandes longueurs d'onde. Cette densité varie de façon sensible suivant l'espèce considérée, son développement (âge) et la saison.

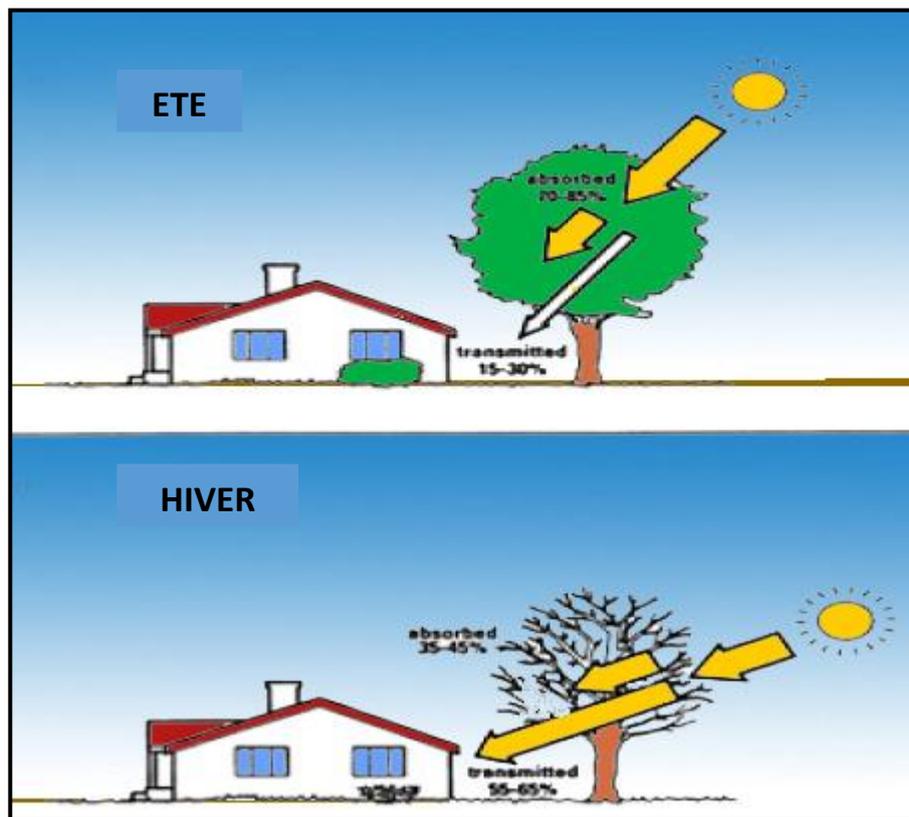


Figure IV.11 : Transmission solaire  
(Source : Akbari et AL, 1992)

Les arbres urbains peuvent constituer trois types d'écrans :

- Un écran opaque (conifères) ;
- Un écran serai transparent (arbres à feuilles caduques) ;
- Un écran transparent (certains arbres fruitiers ou certaines espèces de pins).

Aussi bien les dimensions de la couronne végétale sont des paramètres très importants qui vont définir la tâche d'ombre au sol et sur les façades des bâtiments proches, il est à noter que les apports solaires transmis ne sont pas forcément nul, il est donc nécessaire d'associer à la tâche d'ombre la part d'énergie qui atteint les surfaces [13].

### IV.3.3.1 L'indice Foliaire :

Lorsque on parle de masse végétale, il est utile de donner la définition de l'indice foliaire qui est le rapport entre la surface de toute les feuilles du couvert végétal et la surface

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

---

du sol sous-jacente, dont une seule des deux faces de la feuille doit être considéré l'ors que celle-ci est plane pour une aiguille de conifère on prend la moitié de la surface totale.

L'indice foliaire varie de 0 (sols nus) et 10, les valeurs usuelles vont de 4 à 8 pour une culture annuelle à son maximum de végétation ou une forêt de feuillus en été.

On peut dire donc que sous une masse foliaire tous se passe comme si le rayonnement solaire était totalement annulé, il est à noter que cet effet est très intéressant sur les voies urbaines avec les arbres d'alignement. Celles-ci deviennent des espaces non seulement à l'ombre, mais aussi des zones dans lesquelles aucun effet de surface chaude ne vient augmenter la température environnante, ce qui entraîne non seulement une réduction de la température du sol mais également une diminution de la radiation réfléchie vers les zones occupées. Donc une masse végétale se comporte comme un plafond réfrigérant [13].

### **IV.3.4 Le rafraîchissement de l'air :**

La stratégie la plus efficace pour rafraîchir le climat urbain est celle qui allie l'augmentation de l'albédo des surfaces (l'albédo correspond au rapport entre la quantité d'énergie solaire réfléchie et la quantité d'énergie solaire reçue). à l'augmentation de la couverture végétale [6].

Les plantes grimpantes rafraîchissent l'intérieur des bâtiments pendant l'été = (- 4 à 6 degrés en été au niveau des façades) [40].

#### **IV.3.4.1 Brise de mer et brise de terre :**

Les brises de mer et de terre sont des vents locaux qui soufflent pendant les heures les plus chaudes (vers 13h) de la mer vers la terre et les heures les plus froides (vers 4h) de la terre vers la mer. Durant la journée le sol qui est chaud donne naissance à des mouvements de convection thermique. Ce mouvement est compensé par des mouvements horizontaux dirigés de la mer vers la terre. Pendant la nuit c'est le phénomène inverse qui se produit. Ce phénomène s'observe à une hauteur de 150m, et une bande qui ne dépasse pas 15km.

Le terre s'échauffe et se refroidit beaucoup plus rapidement que la mer. Par conséquence la terre est plus chaude que la mer pendant la journée. La même chose pour les saisons. En hiver la terre est plus froide que la mer, en été c'est l'inverse (Figure IV.12).

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

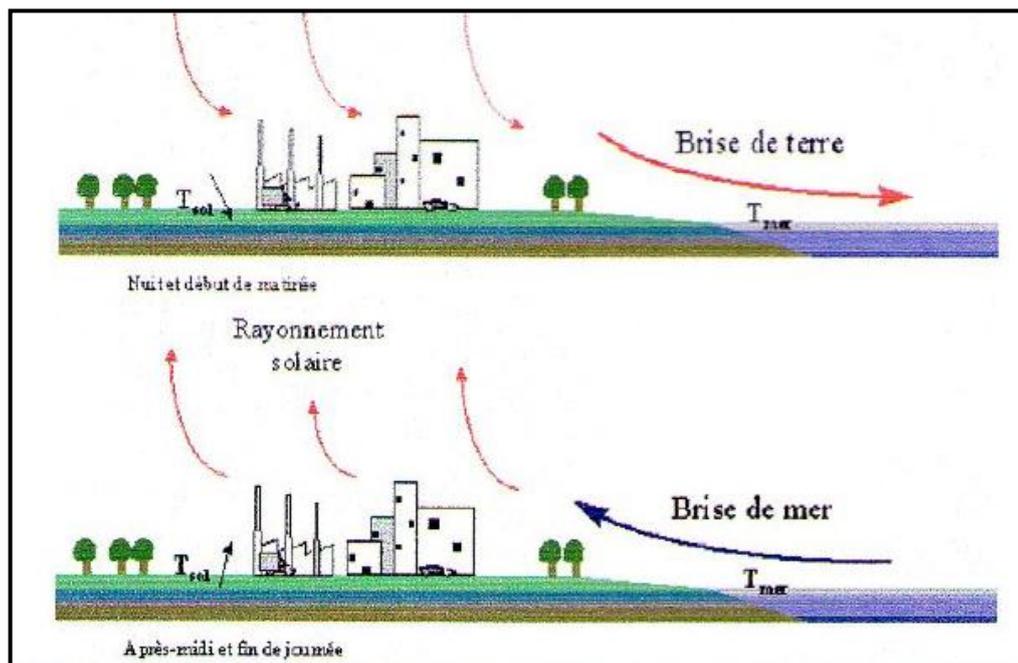


Figure IV.12 : Brise de mer et de terre

(Source : <http://www.ksurf.net/~pollution2000>)

### IV.3.5 Le pouvoir réfrigérant de l'arbre urbain :

Plusieurs indications ont été données par la littérature sur le sujet :

- La transpiration d'une plante de grande dimension produit un effet de refroidissement équivalent à celui de cinq petits systèmes réfrigérants fonctionnant pendant 20 heures [25].

#### IV.3.5.1 Les Treillis :

Les treillis sont associés aux végétaux grimpants, elles sont employées de préférence comme prolongement privatif de l'habitation ou encore mises en œuvre sur les espaces urbains dans des parcs, dans la rue ou sur une place.

Plusieurs études qui ont été faites confirment qu'il n'y a pas d'effet de treille sur la température d'air, ni sur la température radiante car l'ombre n'y est pas total ; mais il y a néanmoins un effet feuillage. L'effet microclimatique d'un végétal grimpant accroché à une structure horizontale se traduit donc principalement par la réduction du champ radiatif solaire due à l'ombrage d'après les mesures faites par J.M. Ochoa et al [13].

#### IV.3.5.2 Les pelouses :

Les pelouses présentent un intérêt certain, par la diminution des températures de surface du sol en favorisant l'évapotranspiration des arbres urbains.

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

L'effet thermique de la pelouse est lisible surtout lorsque celle-ci est exposé au rayonnement solaire, elle s'échauffe moins comparée à une surface minérale, l'effet d'inertie est inexistant sur la pelouse.

Le schéma montre les effets suivants :

- A l'ombre stabilisé, la pelouse et l'allée minérale ont presque la même température à 1°C près, la pelouse reste un peu plus fraîche à cause de son humidité due à l'arrosage et à la rosée matinale ;
- Au soleil stabilisé l'allée s'échauffe beaucoup plus que la pelouse, 11°C de plus [13].

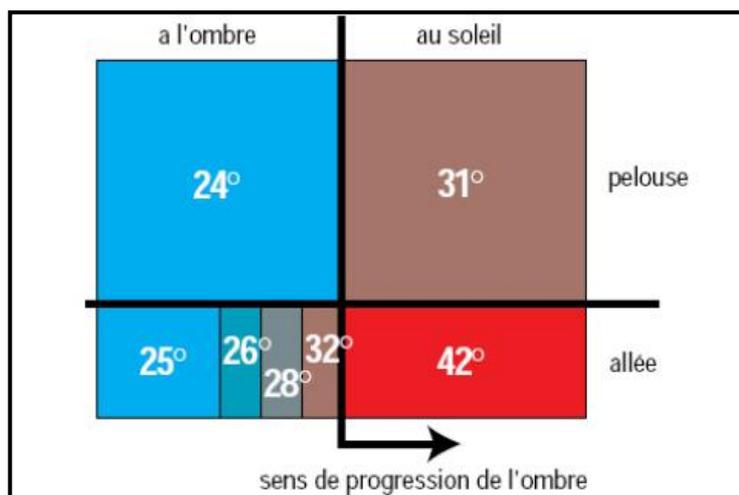


Figure IV.13 : L'effet de la pelouse sur la température

### IV.3.6 L'effet d'ombrage du végétal urbain :

C'est l'effet principal, recherché lorsque l'on plante des arbres ou lorsque l'on fait pousser des plantes grimpantes sur treille ou pergola.

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 le 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 ».

L'instrument de mesure le plus adéquat pour faire apparaître l'influence de l'ombre du végétal serait donc : le thermomètre à globe. En mesurant la température de l'air et l'humidité relative dans les allées et dans les zones vertes, un écart de température de 2.5°C a été trouvé

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

---

entre les surfaces au sol à l'ombre couvert de végétal et les rue entourés de bâtiments. Cet écart est dû au rafraîchissement apporté par évapotranspiration du végétal [15].

### **IV.3.7 L'effet aéraulique du végétal urbain :**

Le végétal et le vent interagissent pour définir des ambiances urbaines, en particulier dans le domaine de l'aéraulique, cette interaction doit être analysée selon deux points de vue :

- Les effets du vent sur le végétal urbain ;
- Les effets du végétal sur le vent en milieu urbain.

#### **IV.3.7.1 Effet du vent sur le végétal :**

##### **➤ Vent et effet de refroidissement :**

Il avait été déjà cité que le vent, en accélérant les échanges thermiques avec l'air environnant, avait pour effet de réduire les effets de refroidissement dus à l'évapotranspiration ; cet effet de refroidissement au lieu de se limiter au volume d'air adjacent à l'arbre se dissipe dans l'air qui circule et devient totalement insensible.

##### **➤ Effets mécaniques :**

Les fortes vitesses de vent peuvent provoquer des cassures des branches et des troncs. La présence d'un vent dominant est à l'origine aussi de ce qui est appelé "anémomorphisme" du végétal. Lorsque l'arbre se développe dans un site canalisant le vent, son feuillage prend une forme et constitue en général un indicateur de l'écoulement dominant de l'air, cela vaut pour les sites naturels, comme pour les sites urbains.

##### **➤ Vent et développement des arbres :**

Au delà d'une certaine vitesse d'air (estimé par certains à 2m/s) les stomates de feuille se ferment et la photosynthèse s'interrompt ou se ralenti fortement, cela peut se confirmer par une observation du fait que les arbres en zones abritée du vent sont en général plus développés que dans les zones où ils se trouvent exposés à un vent dominant.

#### **IV.3.7.2 Effet du végétal sur le vent :**

##### **➤ Effets globaux :**

Par la porosité géométrique qui est définit comme apport : Surfaces des trous / surfaces total. Le feuillage d'un arbre se laisse traverser par le flux d'air ce qui a pour effet en général d'en réduire la vitesse. Beaucoup de défenseurs de la cause du végétal urbain placent cet effet de réduction des vitesses, d'air au crédit des arbres urbains.

Dans une forêt les vitesses d'air sont donc globalement diminuées par rapport à un terrain découvert.

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

### ➤ Effet de brise vent :

La disposition des végétaux en haies permet de protéger des espaces au sol sur une distance qui peut s'exprimer en multiples de la hauteur. Cet effet est recherché à l'origine pour la protection des clôtures en zones de vent. D. Soltner a proposé différentes solutions en donnant la distance de protection.

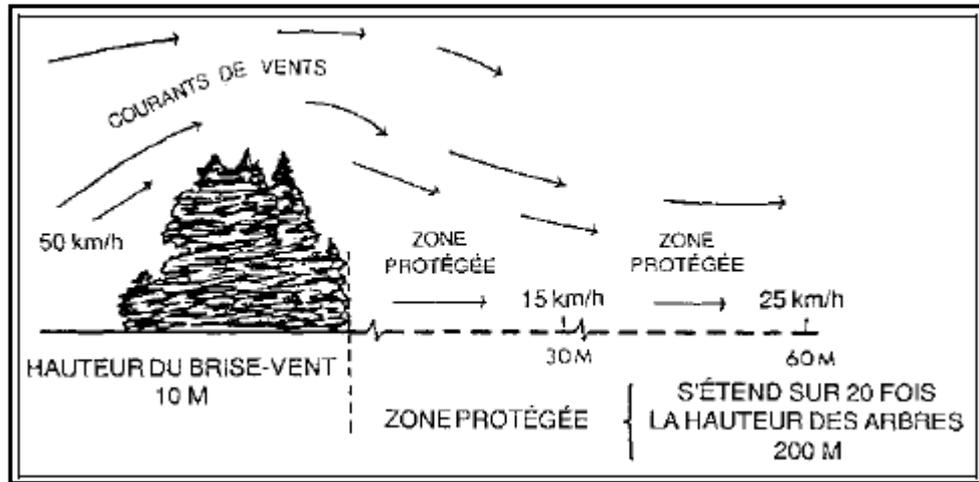


Figure IV.14 : Effet de brise vent, distance de protection

(Source : John D. Wilson)

La longueur protégée peut aller jusqu'à 35 fois la hauteur, et est en moyenne de l'ordre de 15 fois la hauteur de la haie végétale. « La bande boisée perméable et large est le brise vent le plus efficace, l'air s'y engouffre presque totalement sans provoquer de turbulence et s'élimine progressivement par le haut des arbres... » Cette solution pourrait être mise en œuvre dans des espaces dégagés en ville pour offrir une zone de calme par rapport à un vent dominant.

Des aménagements peuvent alors proposer des systèmes végétaux de protection face aux nuisances aérauliques. Lorsque l'arbre est aggloméré en forêt, l'écoulement de l'air est modifié par effet de rugosité, et l'on peut dire alors que dans cette mesure il a une influence sur le vent. Les arbres de la ville auront une influence d'autant plus grande sur les écoulements d'air que l'espace urbain qu'ils occupent sera plus large.

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

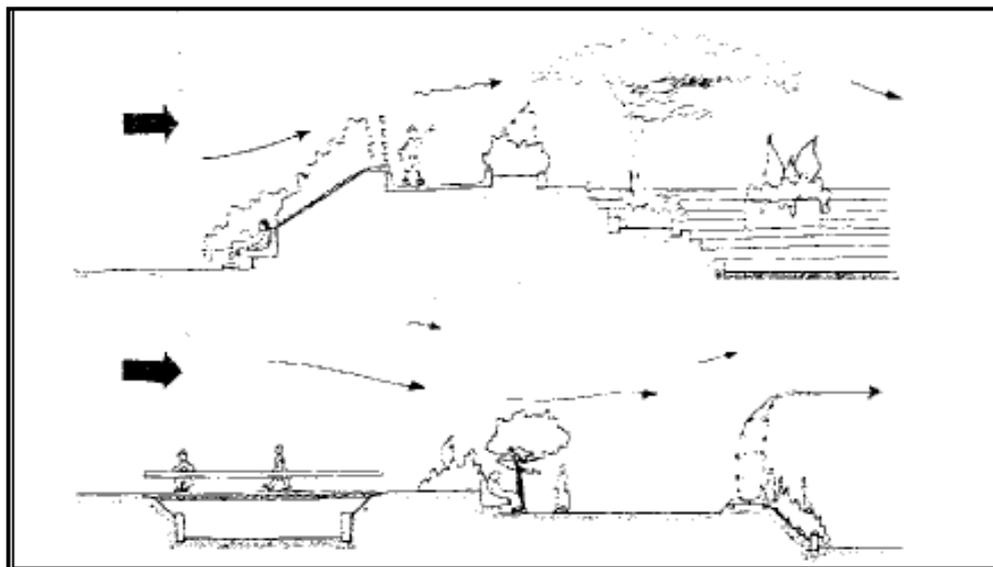


Figure IV.15 : Protection des espaces extérieurs par la végétation

(Source : John D. Wilson)

### IV.4 Les impacts sur l'effet de serre :

A une échelle plus globale, la végétation contribue à lutter contre le changement climatique en captant le dioxyde de carbone. Ainsi, de grandes quantités de végétation, comme les forêts aux abords des villes, peuvent agir comme des puits de CO<sub>2</sub>.

Le taux annuel de séquestration du CO<sub>2</sub> varie en fonction de l'espèce considérée, de l'âge de l'arbre, de sa hauteur et de son diamètre à hauteur d'homme. Il est conditionné par de nombreux facteurs environnementaux dont la pollution de l'air et par les facteurs impactant la photosynthèse : lumière, disponibilité d'eau [6].

### IV.5 Effet sur les bâtiments :

L'implantation de toitures végétalisées augmente l'albédo du toit des bâtiments et limite l'énergie emmagasinée par ceux-ci. De plus, elles permettent aussi de réduire les dépenses énergétiques liées à la climatisation des bâtiments.

Les végétations grimpantes, en agissant comme des dispositifs « d'ombrage biologique », peuvent également atténuer les îlots de chaleur urbains. La végétalisation des façades a un impact sur la température de l'air extérieur et agit comme un isolant thermique, ce qui régule la température à l'intérieur des bâtiments. Elle diminue la réduction des dépenses énergétiques liées à la climatisation en été ou au chauffage en hiver. De même, les haies d'arbres réduisent la pénétration du vent à l'intérieur du bâtiment permettant ainsi des économies de chauffage en réduisant le taux d'infiltration de l'air extérieur.

## CHAPITRE IV: L'EFFET DE LA VEGETATION SUR LE MICROCLIMAT

---

Le rafraîchissement de l'air par les plantes grimpantes (telles que la vigne ou le lierre) atténue de 4 à 6°C les pics de température estivaux au niveau des façades permettant le rafraîchissement de l'intérieur du bâtiment [6].

### **Conclusion :**

Les végétaux contribuent à rafraîchir l'air en milieu urbain en combinant les effets liés à leur ombre et leur évapotranspiration. L'ombre faite par la végétation permet de réduire la température de surface des éléments de structure et des bâtiments en diminuant la part d'énergie solaire qu'ils perçoivent. L'évapotranspiration permet de rafraîchir l'air via l'évaporation de l'eau présente dans le sol et les végétaux ainsi que la transpiration au niveau des feuilles. Parmi la végétation, les arbres ont de plus la particularité d'intercepter directement le rayonnement solaire incident et de réfléchir le rayonnement émis par les surfaces environnantes. De manière indirecte, la végétation permet également d'atténuer l'effet de serre, grâce à la photosynthèse. Via ce mécanisme, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est absorbé au niveau des feuilles des végétaux chlorophylliens, ce qui contribue à diminuer la concentration des GES dans l'air. Cependant, cet aspect est à modérer car les végétaux relâchent également du CO<sub>2</sub> lors de la respiration ou lors de leur coupe, leur tonte ou leur décomposition.

## CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

### Introduction :

Ce chapitre est consacré à la présentation du cas d'étude choisie, ainsi que son critère de choix qui était jalonnée principalement par l'altitude et l'approche par rapport à la mer pour évaluer l'effet de la végétation et les caractéristiques microclimatiques du tissu urbain. On présente d'abord la wilaya de Jijel, l'agglomération secondaire de Tassoust et ensuite finir par la présentation du site d'intervention dans son environnement climatique pour faciliter l'étude bioclimatique.

### V.1 Présentation de la wilaya de Jijel :

Située au nord du pays d'une distance d'environ 359Km de la capitale d'Alger, 96Km de Bejaia et 146Km de Constantine. La wilaya de Jijel couvre une superficie de 2398 km<sup>2</sup> comprise entre les méridiens 5°25 et 6°30 est de Greenwich et entre les parallèles 36°10 et 36°50 hémisphères Nord. Elle s'ouvre sur une façade maritime de 120 km soit 10% du linéaire côtier Algérien.

La wilaya de Jijel est limitée :

- **Au nord** : par la mer méditerranéenne ;
- **Au sud** : par la wilaya de Mila et de Sétif ;
- **A l'est** : par la wilaya de Skikda ;
- **A l'Ouest** : par la wilaya de Bejaia.

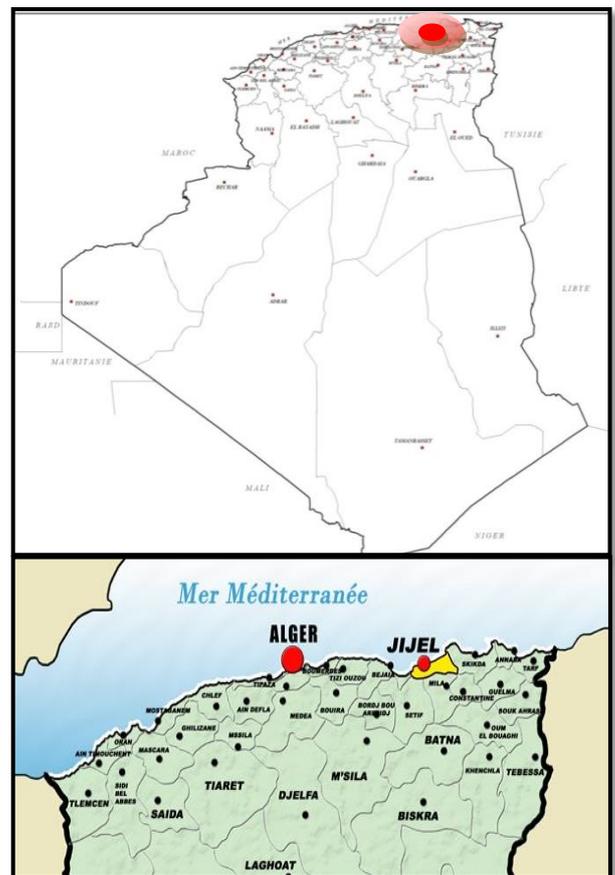


Figure V.1 : Situation géographique de la wilaya de Jijel

### V.2 Présentation de l'agglomération secondaire de Tassoust :

#### V.2.1 Situation :

L'agglomération secondaire Tassoust se situe au côté Est du centre ville de Jijel, au nord de la commune d'El Amir Abdelkader. L'agglomération secondaire Tassoust présente le 2ème pôle urbain qui vient après l'ACL au centre de la commune El Amir Abdelkader.

Elle demeure la plus importante par sa disposition sur le littorale ainsi que toutes ses potentialités foncières considérables pour satisfaire les besoins des habitants.

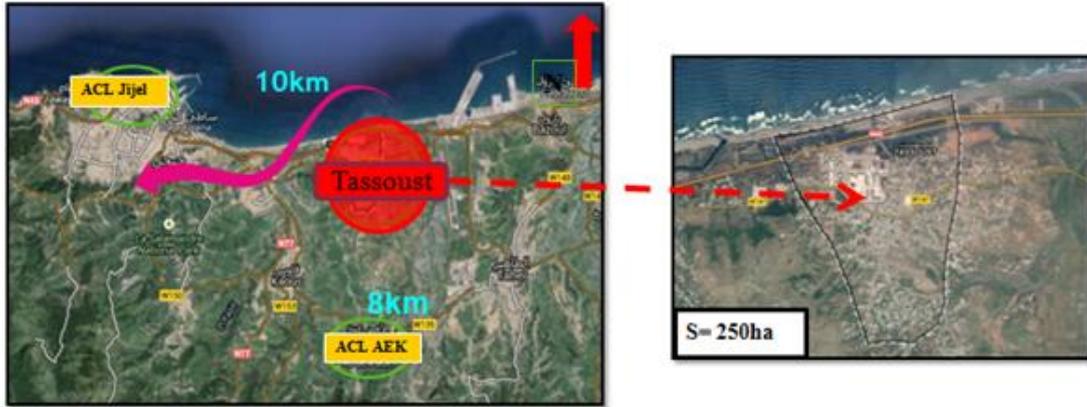


Figure V.2 : Situation de l'AS Tassoust

### V.2.2 Limites :

Elle est limitée au :

- **Nord** : par La mer méditerranée RN43 ;
- **Sud** : par l'Agglomération secondaire Bouhamdoune ;
- **Est** : par Oued DjenDjen ;
- **Ouest** : par Boukhartoume et Oued Bourad.



Figure V.3 : Limites de l'Agglomération secondaire Tassoust

## CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

### V.2.3 Accessibilité :

Il est possible d'accéder en déviant de RN43 qui la délimite du côté Nord. On prend notamment accès à Tassoust directement par CW147 qui la traverse en son centre de l'Est à l'Ouest. Ou bien par le C.V 11 du côté Sud en provenance de l'agglomération Chef lieu d'El Amir Abdelkader.



Figure V.4 : Accessibilité de l'Agglomération secondaire Tassoust

### V.2.4 Topographie :

Doté d'une topographie de plaine côtière qui renferme des terres fertiles.

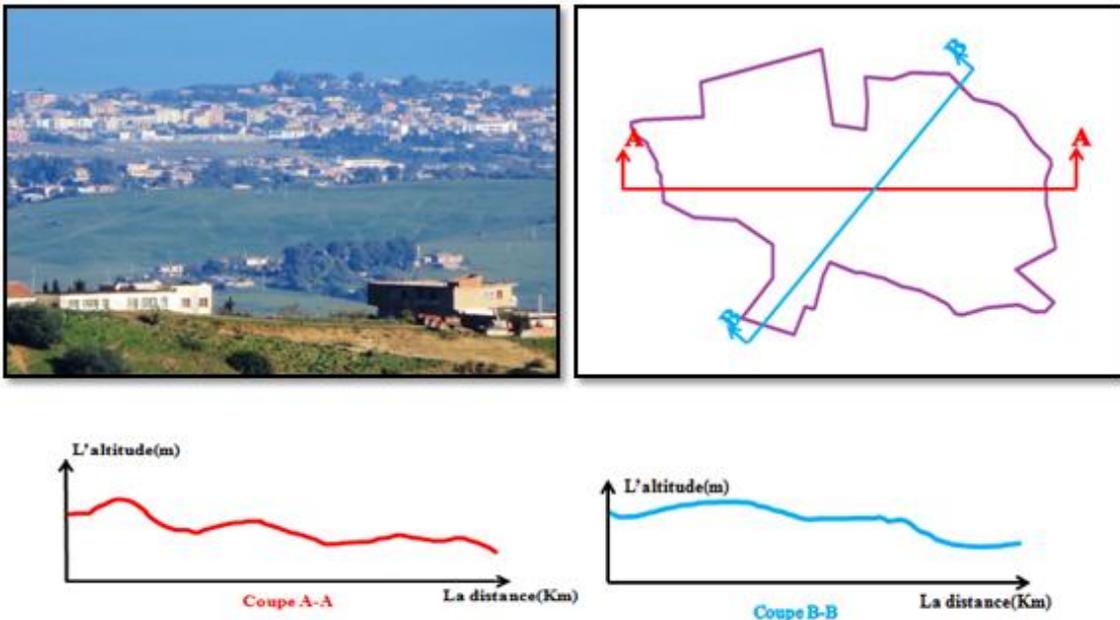


Figure V.5 : Coupes topographique de l'AS Tassoust

## CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

L' Agglomération secondaire Tassoust présente un relief en pente plus ou moins importante au côté sud-est (difficulté d'extension urbaine et d'exploitation de cette zone).

### V.3 Présentation du cas d'étude :

#### V.3.1 Critère de choix :

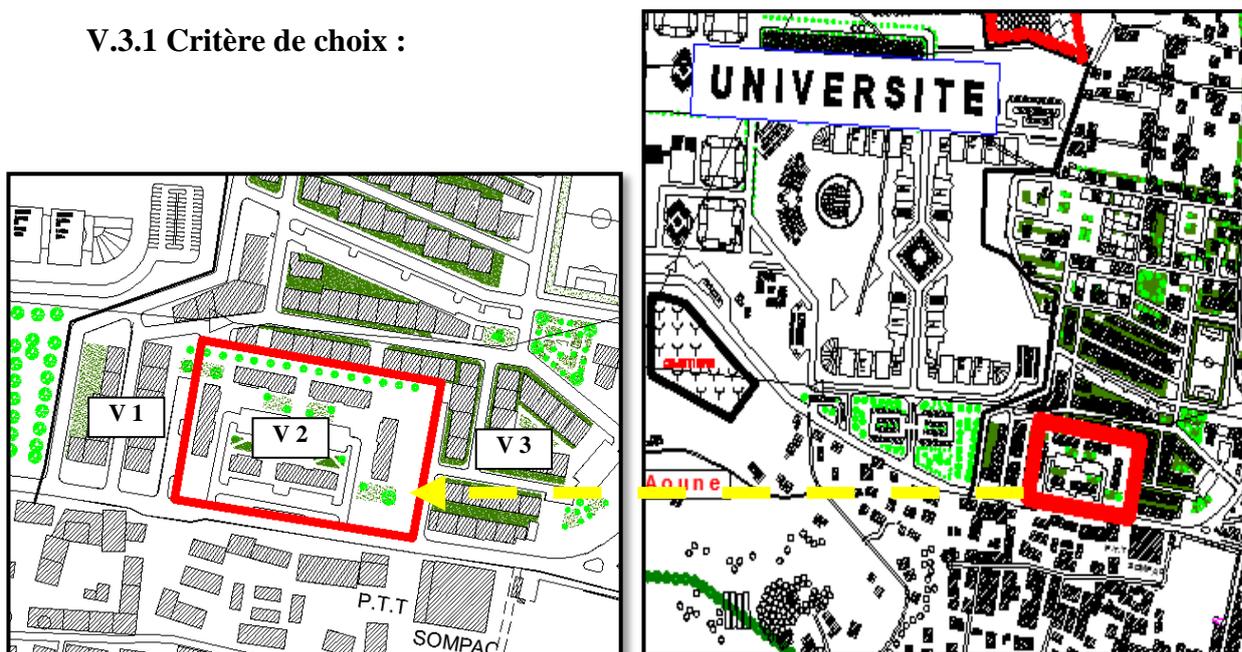


Figure V.6 : Situation du cas d'étude : Plans

Dans le cadre d'examiner l'effet de la végétation sur les ambiances microclimatiques, et dans le but de faire ressortir le besoin du végétal en milieu urbain et par conséquent connaître comment ces dernières peuvent remédier à notre climat; on a procédé à une évaluation approfondie de plusieurs paramètres environnementaux s'intégrant dans plusieurs conditions, afin de montrer le rendement des techniques bioclimatiques en fonction du végétal existant.

#### V.3.2 Situation :

Le terrain se situe dans le côté Ouest de l'AS de Tassoust (le POS N° 02) d'une superficie de 14383.5 m<sup>2</sup>.



VUE N° 1

VUE N° 2

VUE N° 3

Figure V.7 : Situation du cas d'étude : Vues

## CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

### V.3.3 Limites :

Le terrain est limité au :

- **Nord** : par l'habitat collectif ;
- **Sud** : par les habitations individuelles ;
- **Est** : par l'habitat collectif ;
- **Ouest** : par le CW 143 et le pôle universitaire.

### V.3.4 Accessibilité :

On prend accès directement par CW147 qui la délimite du côté Est et Ouest, et par le C.V 11 du côté Sud.

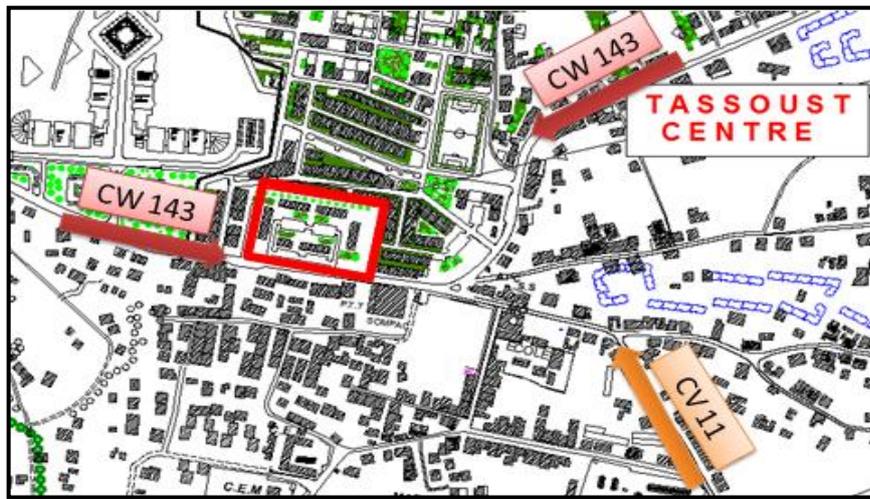


Figure V.8 : Accessibilité du site

### V.3.5 Topographie :



Figure V.9 : Coupes topographique du cas d'étude

Le site se compose d'un ensemble relativement plat avec des pentes faibles à moyennes qui varient entre 1% et 8%, cet ensemble occupe tout le site.

## CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

### V.3.6 Vents et ensoleillement :

- ✓ Le site est fortement exposé au vent Nord Ouest et Nord Est. Ces vents soufflent surtout en période hivernale. Les vents du sud sont très rares et ne fréquentent la région qu'en été et particulièrement au mois de juillet et août. Le terrain est bien ensoleillé de tous les côtés et bien exposé au soleil toute la journée.

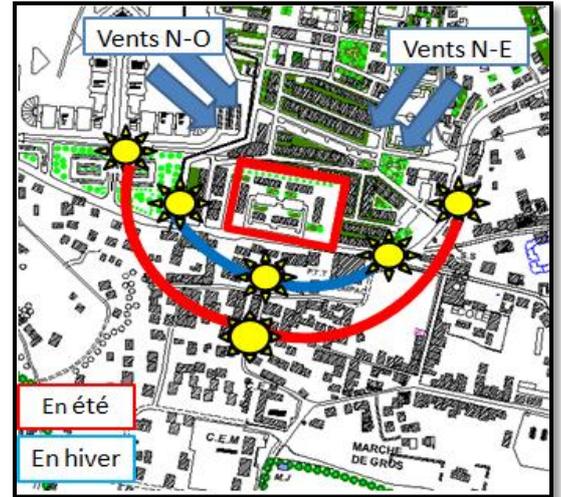
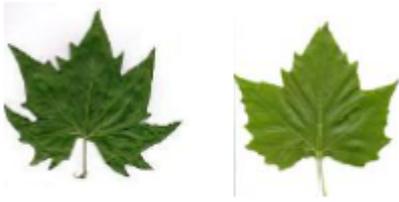


Figure V.10 : Etude de l'ensoleillement et des vents dominants

### V.3.7 Espèces végétales existant au niveau du quartier étudié :

Tableau 1 : Caractéristiques des espèces végétales existantes.

Types d'espèce	Type d'arbre	illustration
<b>L'eucalyptus</b> - Lat. Eukalyptos	<b>Arbre à feuillage persistant</b> 	
<b>Le platane</b> - Lat. Platanus	<b>Arbre à feuillage caduque</b> 	
<b>Le cyprès</b> - Lat. Cupressus	<b>Arbre à feuillage persistant</b> 	

### V.3.8 Microclimat de Jijel :

La ville de Jijel est considérée comme l'une des régions les plus arrosées en Algérie, Bénéficiant d'une façade maritime reçoit des pluies abondantes, (de 1200 mm /an). Elle appartient au climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été.

#### V.3.8.1 Température de l'air :

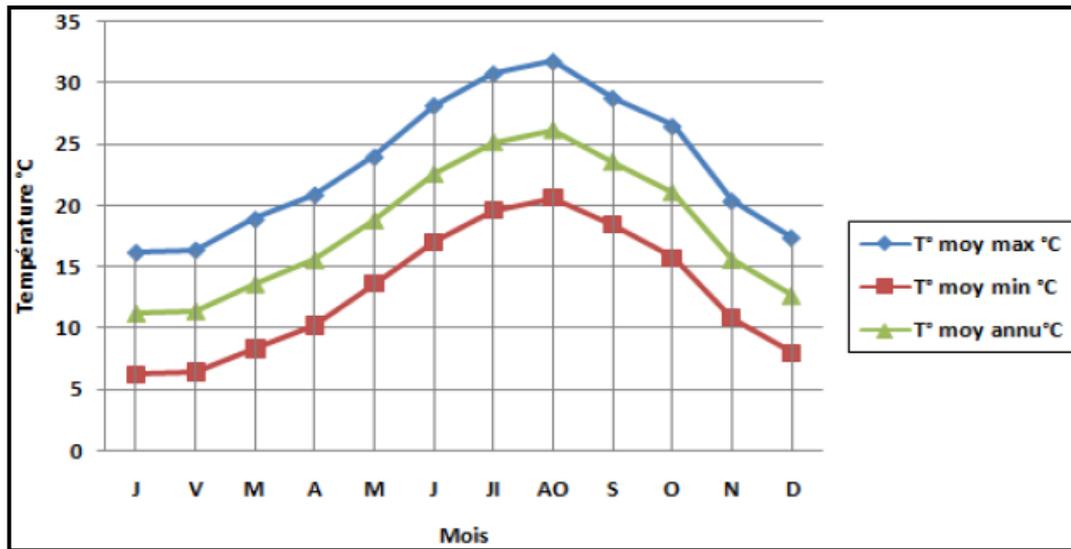


Figure V.11 : Moyennes mensuelles des températures période 2007

(Source : ONM- station de Jijel)

- ✓ La saison chaude qui s'étale du mois de Juin au mois de Septembre avec des températures maximales comprises entre 28.2°– 31.8°. Les températures mensuelles diurnes et nocturnes sont faibles, la température la plus élevée étant enregistrée au mois d'Août (le mois le plus chaud), avec une valeur moyenne mensuelle de 26.4.
- ✓ La saison relativement froide (douce) qui s'étale du mois d'Octobre jusqu'au mois d'Avril avec des températures comprises entre 16.2°– 20.9°. Les températures mensuelles diurnes sont faibles durant cette période, tandis que les températures mensuelles nocturnes sont assez basses. Au mois de Janvier (le mois le plus froid), les températures atteignent leurs valeurs minimales avec une valeur moyenne mensuelle de 11.2°.

## CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

### V.3.8.2 L'humidité de l'air :

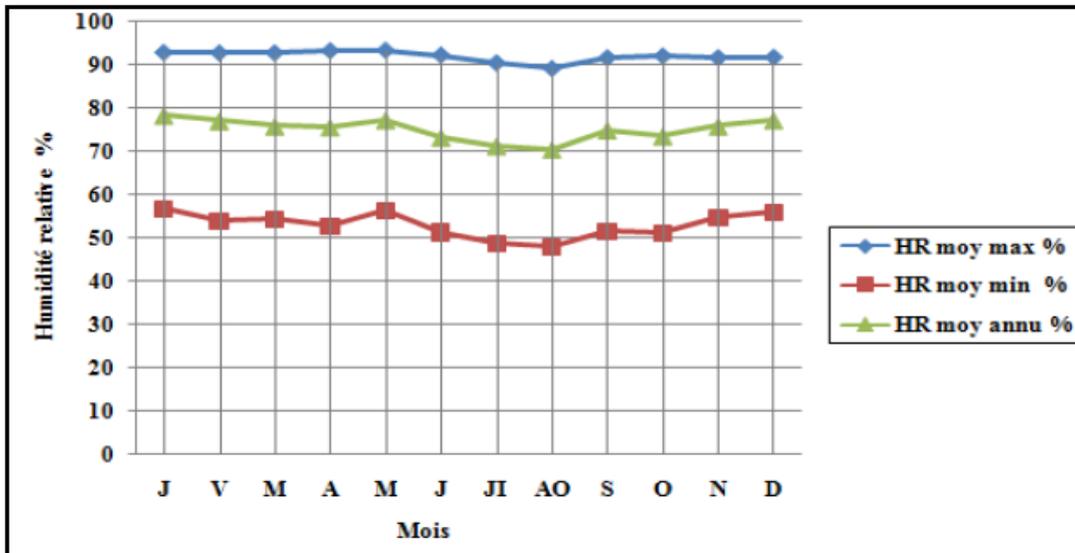


Figure V.12 : Moyennes mensuelle de l'humidité absolue pour la période 2007

(Source : ONM-station de Jijel)

Le taux d'humidité relative est très élevé durant les deux périodes :

- ✓ En hiver, la moyenne annuelle des humidités relatives est de 78.4 % enregistrée au mois de Janvier.
- ✓ En été, le taux d'humidité relative le plus élevé est de 77.3 % enregistré au mois de Mai. Cette augmentation du taux d'humidité pendant toute l'année (une moyenne annuelle qui dépasse les 70%) dans la région Djijelienne, s'explique par la présence de la mer. En été, on remarque non seulement des températures élevées, mais aussi une sensation de moiteur. Il est donc nécessaire de favoriser la ventilation naturelle

### V.3.8.3 Le vent

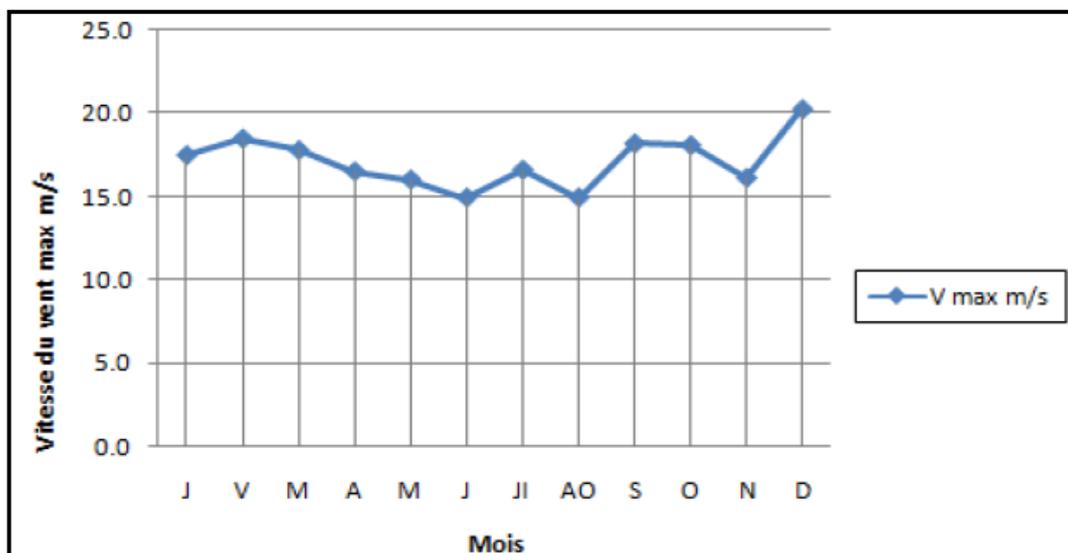


Figure V.13 : La vitesse annuelle des vents (Source : ONM-station de Jijel)

## CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

Le vent est généralement le bienvenu en été, particulièrement en ambiance humide car il rafraîchit l'atmosphère, tandis que les vents d'hiver sont des sources importantes de refroidissement. Pour la saison hivernale, la vitesse maximale du vent varie entre 20.3 m/s au mois de Décembre et 17.8 m/s au mois de mars. Pour la saison estivale, la vitesse maximale du vent varie entre 14.9 m/s au mois d'Aout et 18.2 m/s au mois de septembre. La courbe des vitesses des vents est irrégulière ; d'où on remarque :

- ✓ Une certaine stabilité du mois de Janvier jusqu'au mois de Mars,
- ✓ Une légère hausse au mois d'avril puis une chute jusqu'au mois d'aout et enfin un accroissement à nouveau au mois de décembre.
- ✓ Les vitesses moyennes varient entre 2 m/s au mois d'aout et 2.7 m/s au mois de décembre avec une moyenne annuelle de 2.3 m/s

### V.3.8.4 Les précipitations :

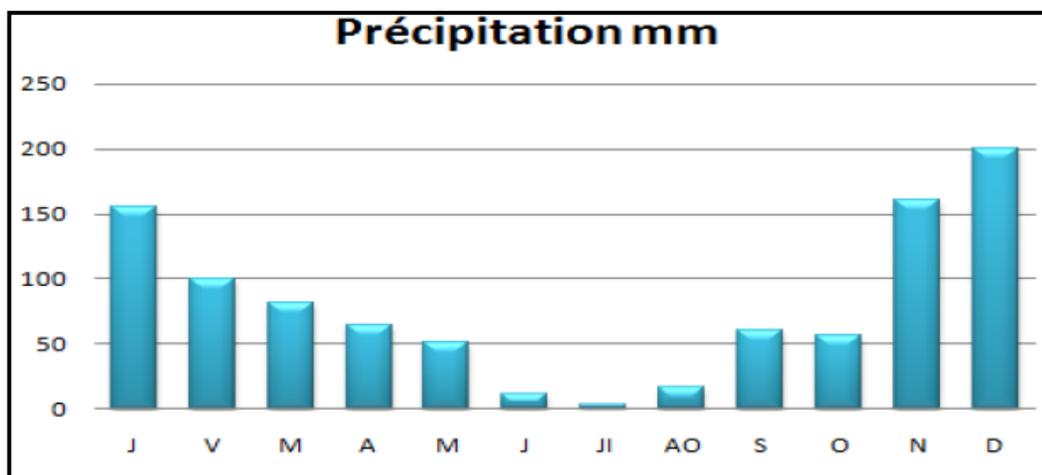


Figure V.14 : Carte pluviométrique de la Wilaya de Jijel (ANRH, 1996).

(Source : ONM-station de Jijel)

Les précipitations sont réparties comme suit :

- ✓ Une courte période de sécheresse s'étalant du mois de Juin au mois d'Août (c'est la période d'été), durant laquelle les précipitations sont rares, car la précipitation minimale est enregistrée au mois de Juillet avec 3.21mm (le mois le plus sec).
- ✓ Une longue période abondante en précipitations s'étalant du mois d'Octobre jusqu'au mois de Mars (c'est la période hivernale). Les précipitations maximales sont enregistrées au mois de Décembre avec 200.55 mm (le mois le plus pluvieux).

### V.3.9 Microclimat de Jijel (Période du 21 juin 2017) :

#### V.3.9.1 Température, humidité, point de rosée :

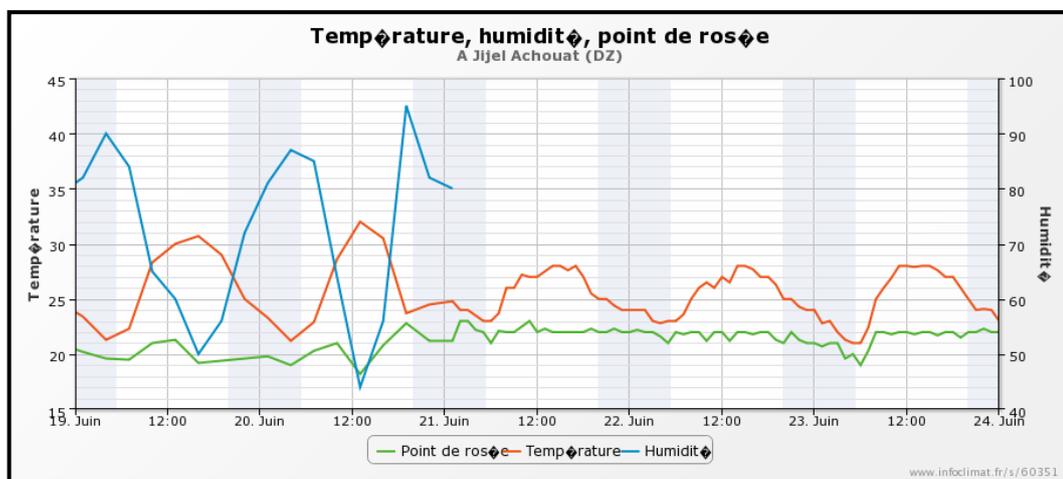


Figure V.15 : Moyennes mensuelle de la température, l'humidité, point de rosée absolue, pour la du 21 juin période 2017 (Source : Station météorologique El-Achouat de Jijel)

#### V.3.9.2 Le vent :

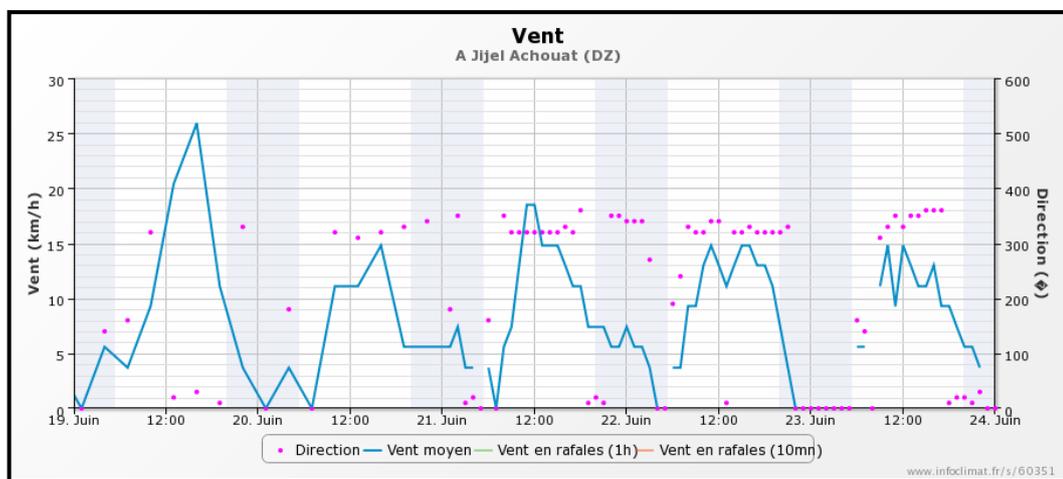


Figure V.16 : La vitesse annuelle des vents pour la du 21 juin période 2017 (Source : Station météorologique El-Achouat de Jijel)

## CHAPITRE V : PRESENTATION DU CAS D'ETUDE

### V.3.9.3 Les précipitations :

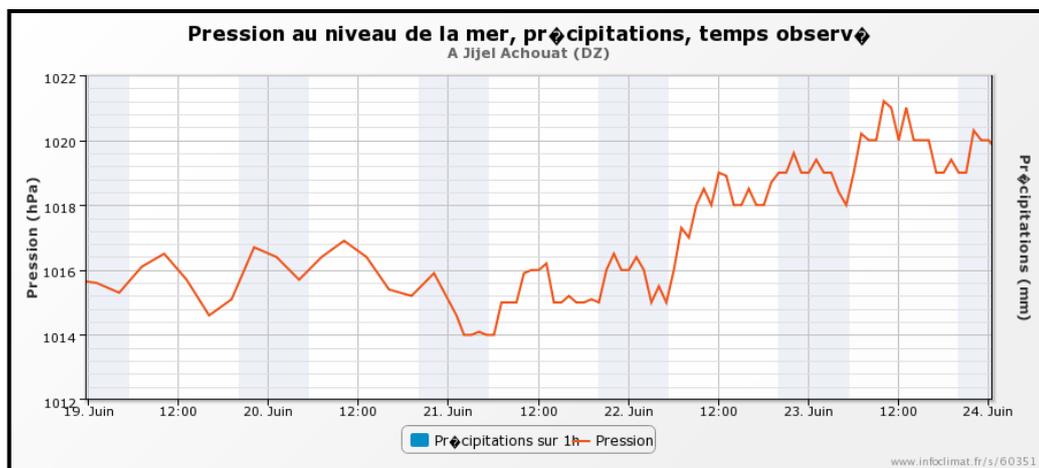


Figure V.17 : Pluviométrie et pression au niveau de la mer pour la du 21 juin période 2017  
(Source : Station météorologique El-Achouat de Jijel)

Tableau 2 : Données climatologiques, relevés du 21 juin 2017.

Heure	Température	Pluie	Humidité	Pt. De rosée	Vent moyen (Raf.)
01h	24 C°	-	-	22 C°	7 km/h
2h	24.8 C°	-	80%	21.2 C°	6 km/h
3h	24 C°	-	-	23 C°	7 km/h
4h	24 C°	-	-	23 C°	4 km/h
5h	23.5 C°	-	92%	22.2 C°	4 km/h
6h	23 C°	-	-	22 C°	-
7h	23 C°	-	-	21 C°	4 km/h
8h	23.7 C°	0mm/24h	91%	22.1 C°	0 km/h
9h	26 C°	-	-	22 C°	6 km/h
10h	26 C°	-	-	22 C°	7 km/h
11h	27.2 C°	-	76%	22.5 C°	13 km/h
12h	27 C°	-	-	23 C°	19 km/h
13h	27 C°	-	-	22 C°	19 km/h
14h	27.5 C°	-	73%	22.3 C°	15 km/h
15h	28 C°	-	-	22 C°	15 km/h
16h	28 C°	-	-	22 C°	15 km/h
17h	27.6 C°	-	72%	22 C°	13 km/h
18h	28 C°	-	-	22 C°	11 km/h
19h	27 C°	-	-	22 C°	11 km/h
20h	25.5 C°	-	83%	22.3 C°	7 km/h
21h	25 C°	-	-	22 C°	7 km/h
22h	25 C°	-	-	22 C°	7 km/h
23h	24.4 C°	-	88%	22.3 C°	6 km/h
00h	24 C°	-	-	22 C°	6 km/h

Source : Station météorologique de Jijel Achouat, Indicateurs : 60351, DAA

### **Conclusion :**

Dans le présent chapitre dédié à la présentation des cas d'étude, la ville de Jijel a été choisie comme assiette d'étude. Elle s'inscrit dans un contexte méditerranéen, jouit d'une situation stratégique et dotée d'un climat méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et humide en été. Ces critères vont soutenir notre travail de recherche qui tient compte du climat humide. De ce fait, la ville de Jijel a été présentée d'une façon globale en première partie. Puis dans la deuxième, c'est plutôt le climat de la zone qui a été détaillé pour identifier et saisir tous les paramètres (température, humidité, précipitation, vent, etc.) à la longueur de l'année.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### Introduction :

Ce chapitre explique la méthode de travail suivie et l'outil utilisé. Il s'agit de « la simulation » à l'aide du logiciel informatique « ENVI-met version 3.1 Beta 4 ». qui a fait ces preuves en ce qui concerne la modélisation du microclimat urbain et l'étude des paramètres affectant le microclimat en ville. Dans notre cas d'étude, le paramètre étudié est la présence et la quantité de la densité du couvert végétale, et afin de vérifier si la place telle qu'elle est actuellement (avec le nombre d'arbres existants) présente les conditions de confort optimales, ou pourrions nous améliorer encore plus le confort dans cette espace en ajoutant des surfaces végétalisées et encore plus d'arbres. Dans cette logique de raisonnement, trois scénarios détaillés présentent les mêmes caractéristiques sont simulés en ayant comme seule différence de la densité du couvert végétal. D'après une vue globale sur les études qui sont effectuées dans le domaine du confort thermique en milieux urbains, on constate que les paramètres physiques les plus importants à étudier sont la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse du vent, la température de surface et le flux solaire incident. Dans notre cas seules les valeurs de la température de l'air, l'humidité relative, la vitesse du vent sont utilisées.

### VI.1 Présentation de l'outil de simulation :

#### VI.1.1 Description du logiciel :

Outil informatique conçu à l'origine en Allemagne (version 1 en 1997, et 2<sup>e</sup> version en 2010), par son fondateur Michael Bruse. Le logiciel ENVI-met version 3.1 BETA 4 sert à la modélisation numérique du microclimat urbain. Il est parmi les premiers modèles qui cherchent à reproduire la majorité des processus atmosphériques influant sur le microclimat, en basant sur des fondements physiques bien définies (Loi fondamentale de la thermodynamique et la dynamique des fluides).

Envi-met est composé d'un noyau en 3D d'un côté (2 dimensions horizontales (x) et (y) et une verticale (z)), là où les éléments les plus importants sont représentés à l'intérieur qui sont les constructions et la végétation. La hauteur Z est déterminée en fonction de la hauteur maximale du modèle à simuler  $H_{max}$  dont  $Z \geq 2 H_{max}$ . La grille nesting est la surface qui entoure le corps du modèle, elle permet le déplacement de la limite du modèle au-delà du corps simulé, Ce logiciel sert à calculer :

- ✓ L'écoulement du vent autour des structures urbaines ;
- ✓ La courte et longue longueur d'onde de radiation avec le respect de l'ombre, la réflexion et la radiation dissipée depuis les bâtiments et la végétation ;

## CHAPITRE VI : METHODES ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

- ✓ La transpiration, l'évaporation et la chaleur sensible émise par la végétation avec évaluation complète de tous les paramètres physiques propres aux plantes ;
- ✓ La température surfacique de chaque point de la grille ;
- ✓ L'eau et échange de chaleur à l'intérieur du sol [41].

### VI.1.2 Schéma de base du logiciel et ses fonctions :

Le logiciel se caractérise par deux fonctions :

#### ➤ Les entrées (inputs) :

Ce sont les données nécessaires introduites avec un niveau de définition minimum, et qui servent à déterminer le model. Composant primaire :

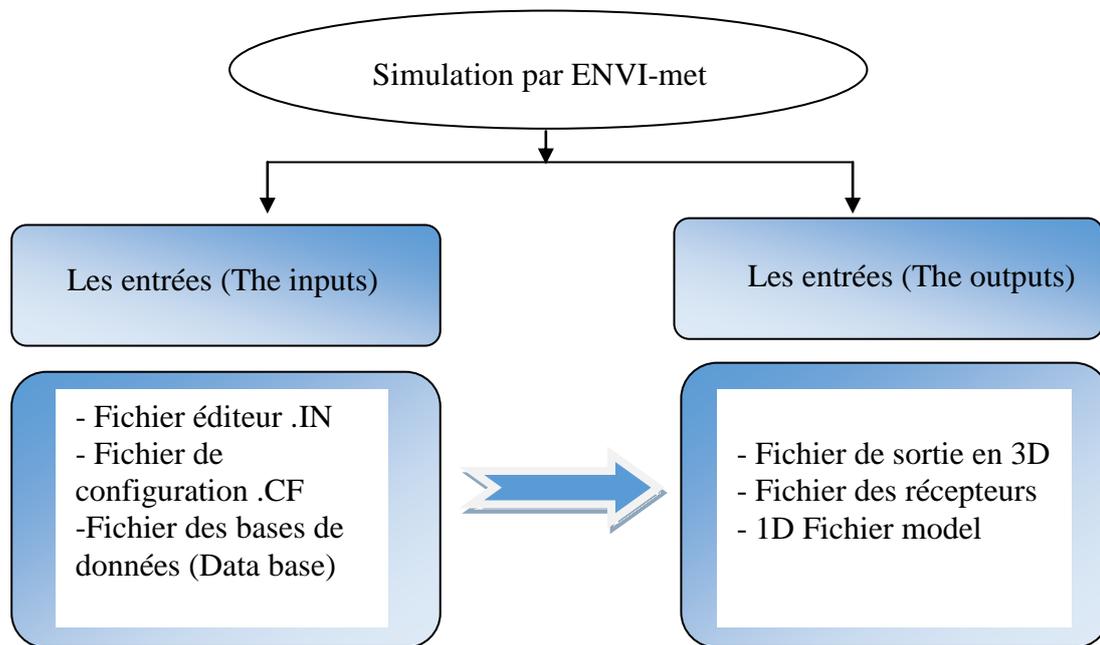


Figure VI.1 : Fichiers nécessaires pour débiter une simulation avec ENVI-met 3.1

(Source : Auteur)

#### ➤ Les sorties (outputs) :

D'une manière générale, les sorties sont définies comme l'ensemble des informations fournies par le logiciel. Dans le cas d'Envi-met, ce sont les résultats de simulation de plusieurs paramètres enregistrés dans plusieurs répertoires [41].

## CHAPITRE VI : METHODES ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

Tableau 1 : Schéma da base logiciel.

<b>Les entrées (inputs)</b>	<b>Fichier éditeur (.IN)</b> : destiner au dessin, il se présente sous forme d'une aire de dessin qu'on peut la délimiter en fonction de la taille du model à simuler. Il comporte un éditeur de construction / végétation, sol, récepteur et sources.
	<b>Fichier de configuration (.CF)</b> : C'est un fichier texte décrivant les caractéristiques principales de la simulation, à savoir le nom des fichiers entrées / sorties, les paramètres climatiques, les données propres à l'espace urbain à simuler (la position géographique : longitude et altitude), caractéristiques physiques des constructions. Avec la présence des autres sections qu'on peut les rajouter selon la nécessité de la simulation.
	<b>Fichier de base des données</b> : Ce sont des données très utiles stockées d'origine dans la bibliothèque du logiciel que le concepteur peut les utiliser.  Elles concernent des caractéristiques du sol (Soils. DAT), des plantes (Plants. DAT), des profils (Profiles. DAT) et celle des sources (Source. DAT).
<b>Les sorties (Outputs)</b>	<b>Fichier de sortie 3D</b> : Ce sont les fichiers atmosphère, surface et sol, visualisés à l'aide du logiciel LEONARDO 3.75.
	<b>Fichier de récepteur</b> : Il s'agit des fichiers déterminant les récepteurs utilisés dans le model et leurs caractéristiques, visualisés facilement par le programme Excel.
	<b>1D Fichier model</b> : Ce sont des fichiers incluant les données du profil vertical du model. Ces fichiers sont généralement utilisés pour la vérification et la résolution des problèmes qui peuvent figurer pendant la simulation.

# CHAPITRE VI : METHODES ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

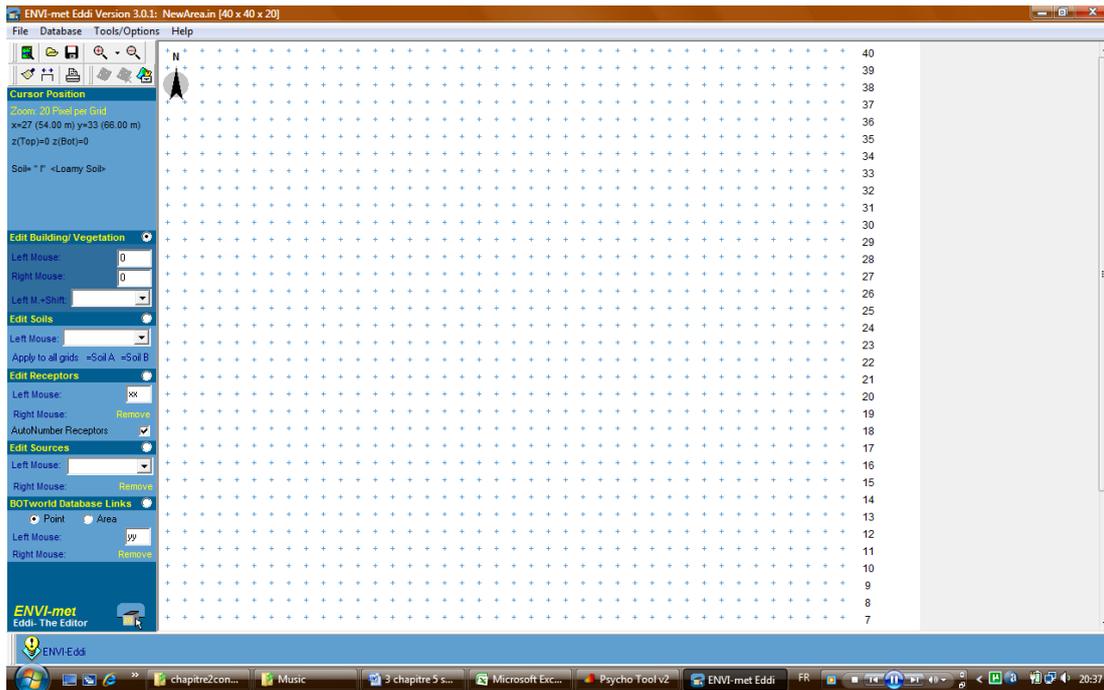


Figure VI.2 : La fenêtre du fichier éditeur (area input file editor .IN)

(Source : Aide du logiciel Envi-met)

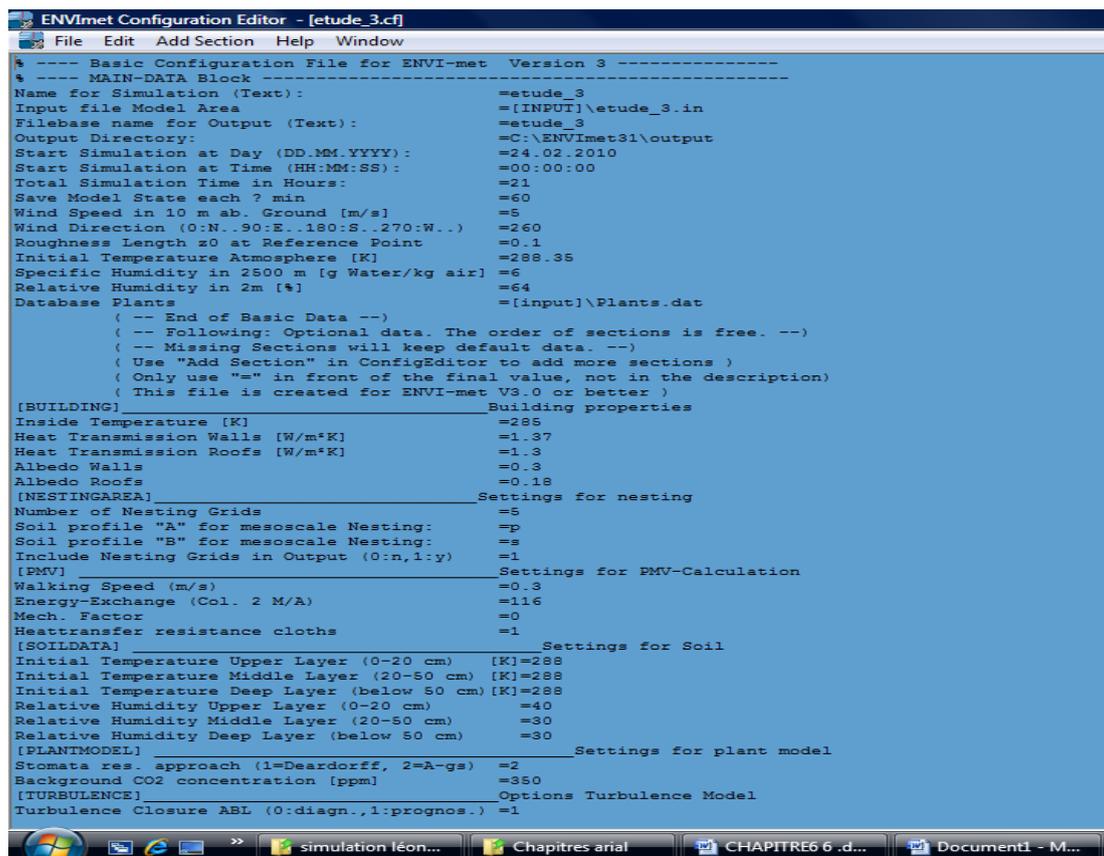


Figure VI.3 : La fenêtre du fichier configuration (CF)

(Source : Aide du logiciel Envi-met)

### **VI.2 Simulation du cas choisi :**

Afin de compléter nos résultats de l'investigation, nous avons effectué une simulation au niveau du quartier étudié précédemment présenté, dans le but est de vérifier l'évolution de certains paramètres. De ce fait, ce quartier a été soigneusement dessiné suivant une échelle convenable. Les dimensions et les hauteurs des constructions afin de pouvoir reproduire la réalité du terrain. Les paramètres obtenus sont : la vitesse du vent, la température de l'air, l'humidité relative. Ces paramètres sont déduits par envi-met et lus par le logiciel Leonardo (Voir tableau 1 page 61).

#### **VI.2.1 Présentation des trois scenarios :**

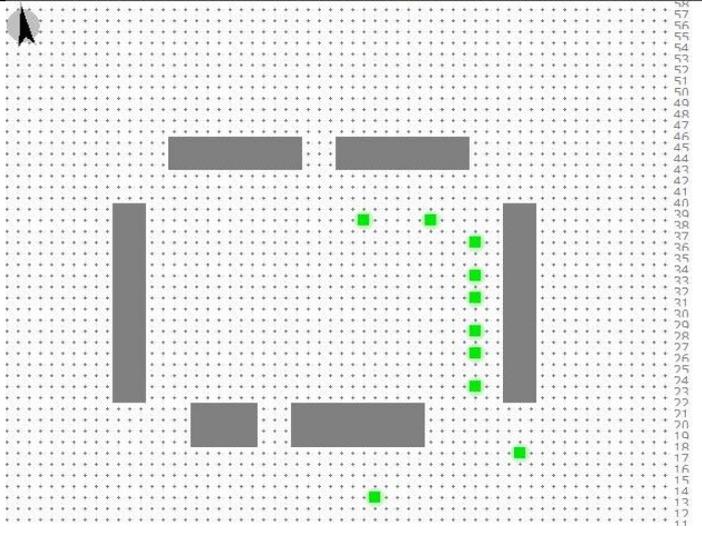
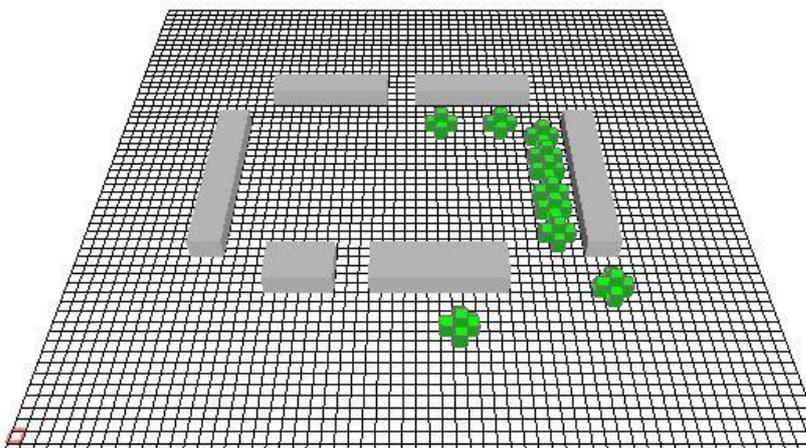
La simulation couvre la période estivale. Elle s'est déroulée pendant la journée du 21/06/2017 représentative de la période de tourisme, la plus longue journée de l'année. Les trois scenarios sont décrit avec leurs fichiers (.IN) dans le premier représente la place dans son état actuel et deux autres constituent une combinaison de variable qui est la densité de la végétation.

## CHAPITRE VI : METHODES ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

### ➤ Scénario "A" :

Ce scénario correspond à l'état actuel de la place, ce qui revient à dire l'existence de la végétation qui équivaut à celle présente en réalité dans la place. En termes de surface cela représente 0.27% de la surface totale de la place.

Tableau 3 : Dessins du cas choisi en 2D et 3D.

Scénario "A" par le logiciel Envi-met	
Dessin du cas choisi	
Dessin en 2D	
Dessin en 3D	

## CHAPITRE VI : METHODES ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

### ➤ Scénario "B" :

Dans ce scénario on a conservé la même totale, tandis que la densité de végétation est augmentée pour atteindre 3.66 % de la surface totale de la place.

Tableau 4 : Dessins du cas proposé en 2D et 3D.

Scénario "B" par le logiciel Envi-met	
Dessin du cas proposé	
Dessin en 2D	
Dessin en 3D	

## CHAPITRE VI : METHODES ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

### ➤ Scénario "C" :

Dans ce scénario on a conservé la même totale, tandis que la densité de végétation est augmentée pour atteindre 7.08% de la surface totale de la place.

Tableau 5 : Dessins du cas proposé en 2D et 3D.

Scénario "C" par le logiciel Envi-met	
Dessin du cas proposé	
Dessin en 2D	
Dessin en 3D	

## CHAPITRE VI : METHODES ET OUTILS D'INVESTIGATIONS

- **Surface et matériaux utilisés :**

Dans l'objectif de faire ressortir l'impact de la végétation sur le confort thermique extérieur trois scénarios ont été développés : esplanade boisée d'arbre de acer campestre, larixdecidua (Albédo=0.18) and grasse (Albédo=0.2), parking en béton (Albédo=0.3), pavée en baslt brick road (Albédo=0.8), entourée de deux voies mécanique revêtues en asphalte (Albédo=0.2).

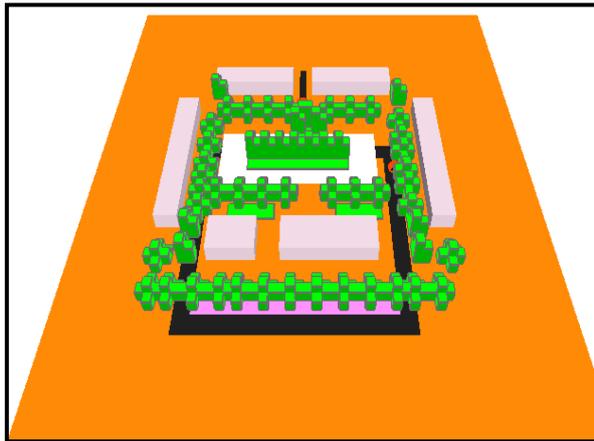


Figure VI.4 : les matériaux des surfaces utilisées



Figure VI.5 : Acer campestre (arbre caduque)



Figure VI.6 : Larix decidua (arbre persistant)



Figure VI.7 : Grass texture

### Conclusion :

Dans le présent chapitre dédié à la présentation de la méthode de recherche a l'aide d'un logiciel d'informatique "Envi-met" et le cas d'étude, la ville de Jijel qui a été choisie comme assiette d'étude. Elle s'inscrit dans un contexte méditerranéen, jouit d'une situation stratégique et dotée d'un climat méditerranéen. Les trois scénarios sélectionnés ont été présentés dans ce chapitre, ainsi que leurs critères de choix.

### Introduction :

Ce chapitre est consacré à la présentation du résultat de la simulation, en exploitant le logiciel Envi-met. Les scénarios précédemment présentés ont fait l'objet de cette étude. La relation entre le degré de présence ou la densité de la végétation d'une part et les ambiances microclimatiques dans l'espace extérieur urbain en période estivale ont été traités. Nous avons choisi d'examiner trois paramètres à savoir ; la température, l'humidité et la vitesse du vent. Le but principal est de vérifier les hypothèses évoquées dans notre problématique.

### VII.1 Résultats de la simulation des scénarios « A », « B » et « C » (Journée du 21/06/2017) :

#### VII.1.1 Variations des températures horaires de l'air extérieur :

##### ➤ Scénario "A" étude de l'état de fait :

La figure VII.1 décrit le premier scénario à 15.00h (heure considérée très chaude de la journée). On remarque que la température minimale enregistrée dans le scénario « A » (correspond à la couleur bleu) est à partir de 26.91°C jusqu'à 30.59 °C (correspond à la couleur rose) Figure VII.1. On remarque que la température devient plus fraîche à l'intérieur de la cours que dans la zone extérieure, grâce à la superposition des différentes ombres dans cette zone. Ombres des arbres environnants existants et celle des constructions avoisinantes.

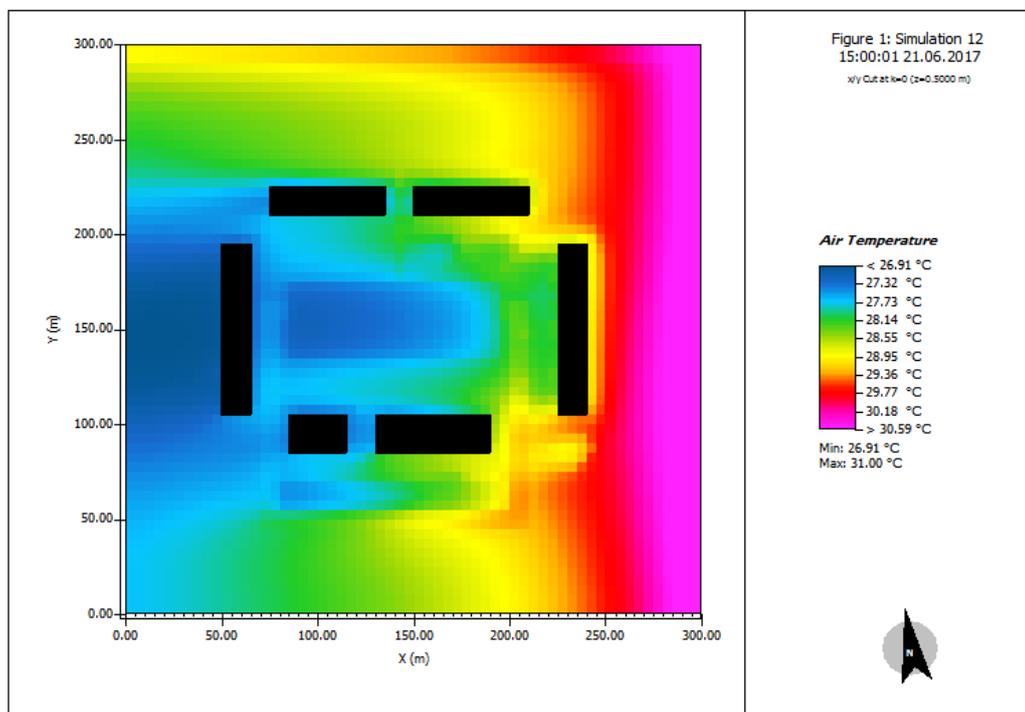


Figure VII.1 : Parcours des températures de l'air à 15h (21/06/2017) au niveau du Scénario « A »

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

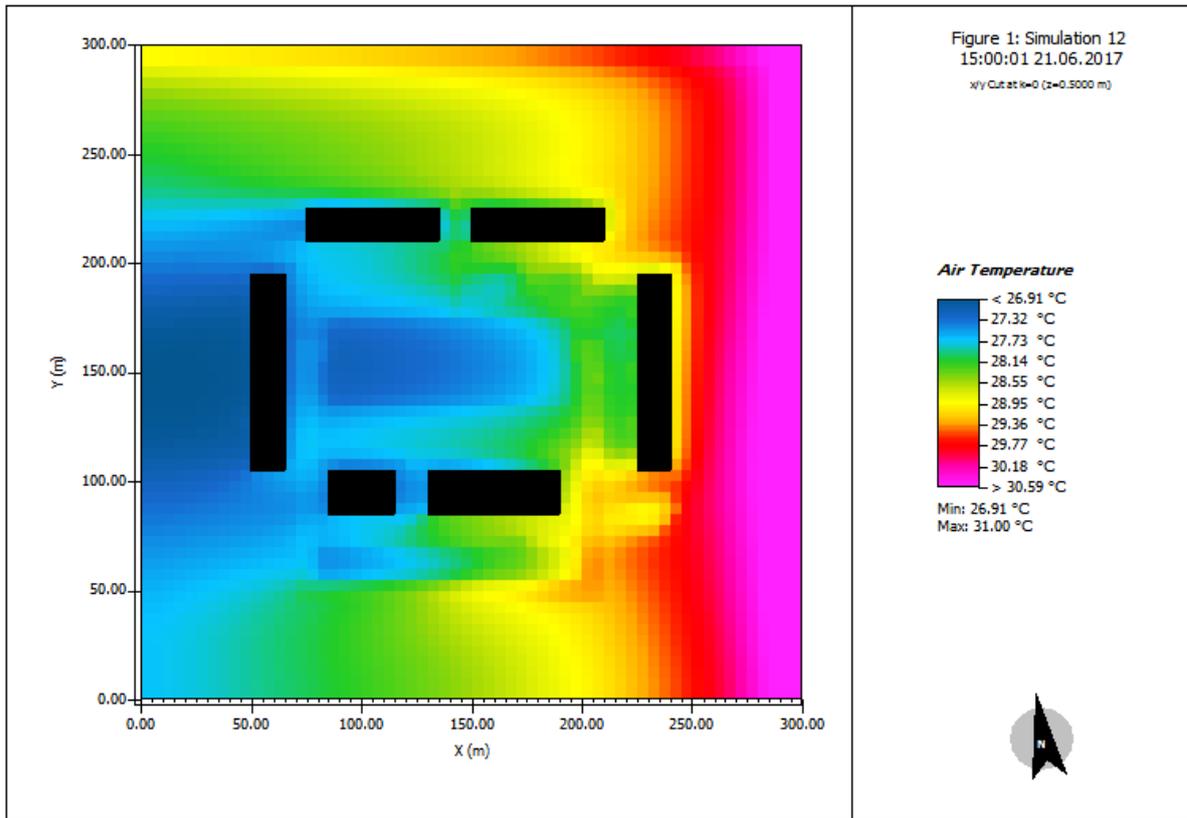
---

➤ **Comparaison de la température de l'aire à 15h00 entre les deux scénarios « A » et « B » : (la première disposition)**

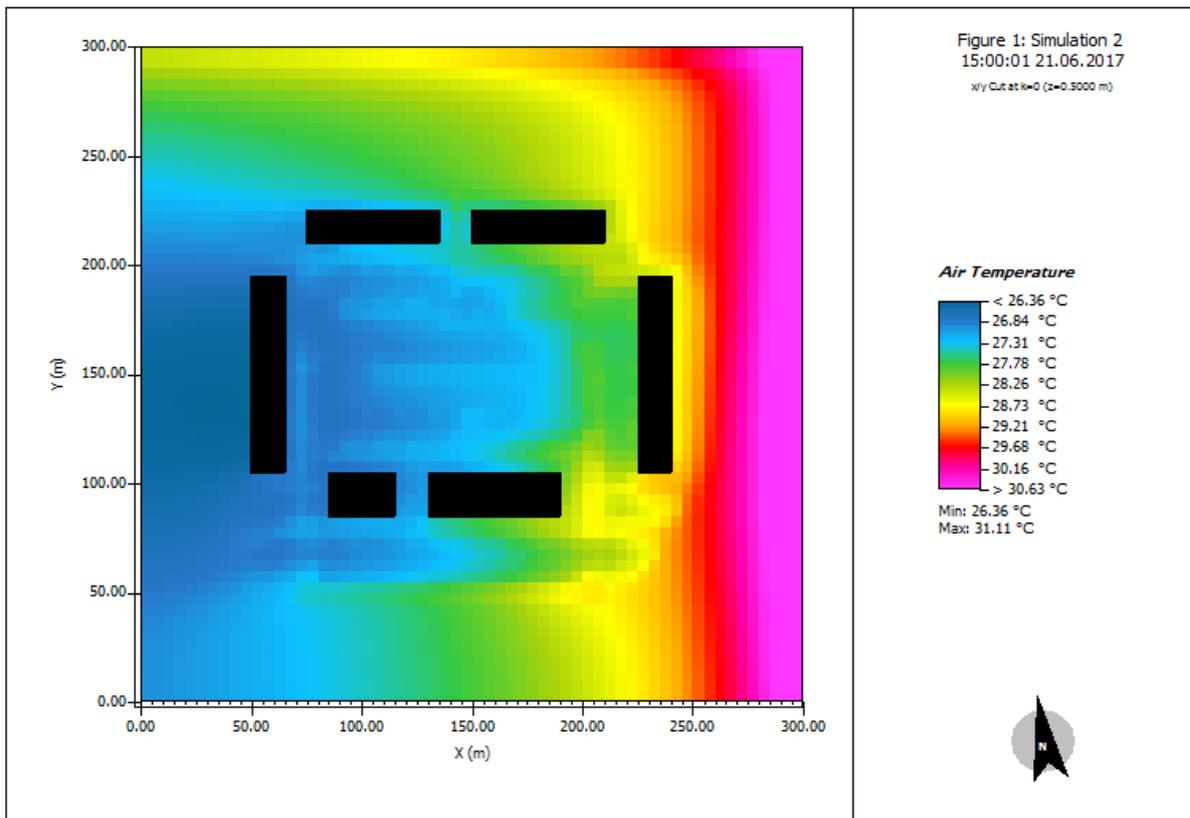
La figure VII.2 décrit le comportement des deux scénarios à 15.00h (heure considérée très chaude de la journée). On remarque que la température minimale enregistrée dans le scénario « A » est de  $26.91C^{\circ}$  alors que celle enregistrée dans le scénario « B » n'est que de  $26.36 C^{\circ}$  donc une différence maximale de  $0.55 C^{\circ}$ .

On remarque aussi que la température minimale enregistrée se trouve dans la cours alors que les températures les plus élevées sont enregistrées dans la partie extérieure ou on remarque la couleur rose qui correspond à une température de  $30.63C^{\circ}$ . On déduit que les meilleures températures sont enregistrées à l'intérieur de la cours et contrairement à l'extérieure malgré que l'espace intérieur soit riche en végétation mais avec une implantation anarchique.

# CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS



a) Scénario « A »



b) Scénario « B »

Figure VII.2 : Parcours des températures de l'air à 15h (21/06/2017) au niveau des deux scénarios

a) Scénario « A », b) Scénario « B »

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

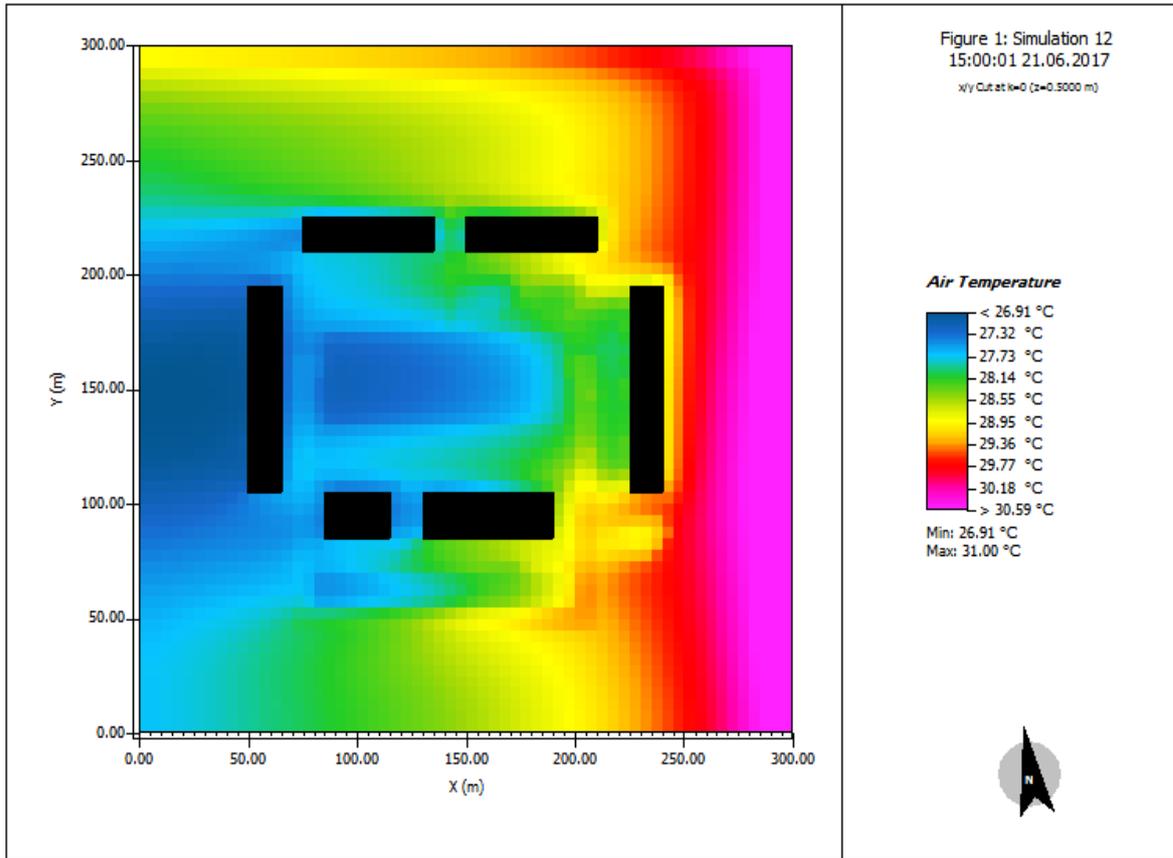
---

### ➤ **Comparaison de la température de l'aire a 15h00 entre les deux scénarios « A » et « C » : (la deuxième disposition)**

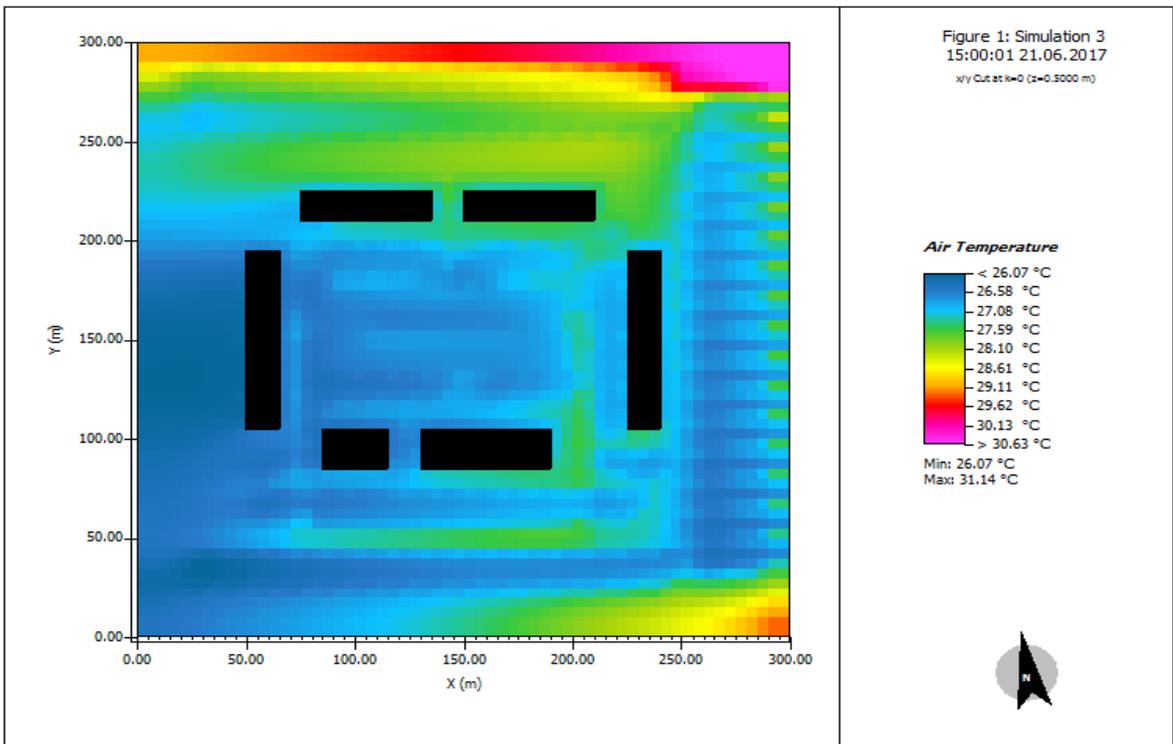
La figure VII.3 décrit le comportement des deux scénarios à 15.00h où on remarque que la température minimale enregistrée dans le scénario « A » (correspond à la couleur bleu) est de 26.91C° alors que celle enregistrée dans le scénario « C » est de 26.07 C° avec une différence maximale de 0.84 C°, ces températures sont enregistrées dans la cours ainsi dans la partie extérieur.

Pour le 3ème scenario (plus rajout de végétation prenant en compte le résultat de l'état de fait) on remarque que la végétation rajoutée a contribué considérablement à la baisse de température dans les zones intérieures ainsi que l'extérieure et cela grâce à l'effet combiné des masques solaires mais aussi l'évapotranspiration produite par ces arbres et la bonne disposition des ceintures d'arbres par rapport aux vents dominants et à l'ensoleillement.

# CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS



a) Scénario « A »



b) Scénario « C »

Figure VII.3 : Parcours des températures de l'air à 15h du 21/06/2017 pour les scénarios « A » et « C »

a) Scénario « A », b) Scénario « C »

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

On remarque que l'écart entre la température du deuxième scénario et le troisième scénario est très important, on déduit que l'impact des arbres sur les températures de l'aire est marqué beaucoup plus dans le troisième scénario que le deuxième scénario, grâce à la bonne disposition des arbres et l'étude microclimatique à plusieurs niveaux, tant que le microclimat change avec l'espace et le temps d'un point à d'autre.

Le scénario « A » (espace sans végétation) développe des températures d'air supérieures à celles du scénario « C » dont la densité de la végétation est augmentée. Le tableau 1 présente les variations des températures horaires et les différences attendues. Les températures les plus élevées sont enregistrées au même temps pour les deux scénarios (à 16.00). Pour le scénario « A » cette température est de 28.46 C°. Pour le scénario « C » elle est 27.54 C° (Figure VII.4).

On remarque d'après la figure VII.4 que les températures de l'air pour le scénario « C » améliorer par la végétation est au-dessous celles du scénario « A » après 10.00h jusqu'à 18h. La différence maximale entre les deux scénarios à été enregistrée à 15h00, elle est de 0.95 C°. La différence minimale est de 0.009 C° enregistrée à 07h. Cette différence est due à l'effet de la végétation rajoutée au scénario « C » c'est l'effet d'évapotranspiration produite par ces arbres.

Une autre observation est portée sur la température des feuilles des arbres dans le scénario « C ». On remarque que la température de la feuille est inférieure à celle de l'air. Cette différence est très importante pour l'accélération du refroidissement grâce à la convection.

Tableau 1 : Variations des températures horaire et les différences attendues.

<b>Temps</b>	<b>TA. scénario "A" (C°)</b>	<b>TA. scénario "C" (C°)</b>	<b>T. feuille (C°)</b>	<b>T."A"-T."C" (C°)</b>	<b>T"C"-T. feuille (C°)</b>
<b>07:00</b>	20,191	20,2	20,205	-0,009	-0,005
<b>08:00</b>	21,416	21,319	21,217	0,097	0,102
<b>09:00</b>	23,646	23,196	23,199	0,45	0,077
<b>10:00</b>	24,677	24,122	23,973	0,555	0,149
<b>11:00</b>	25,373	24,719	24,565	0,654	0,154
<b>12:00</b>	26,046	25,309	25,189	0,737	0,12
<b>13:00</b>	26,783	25,96	25,91	0,823	0,05
<b>14:00</b>	27,537	26,633	26,655	0,904	-0,022
<b>15:00</b>	28,185	27,226	26,31	0,959	0,916
<b>16:00</b>	28,467	27,547	26,641	0,92	0,906
<b>17:00</b>	28,233	27,437	26,513	0,796	0,924
<b>17:59</b>	27,423	26,827	25,881	0,596	0,946

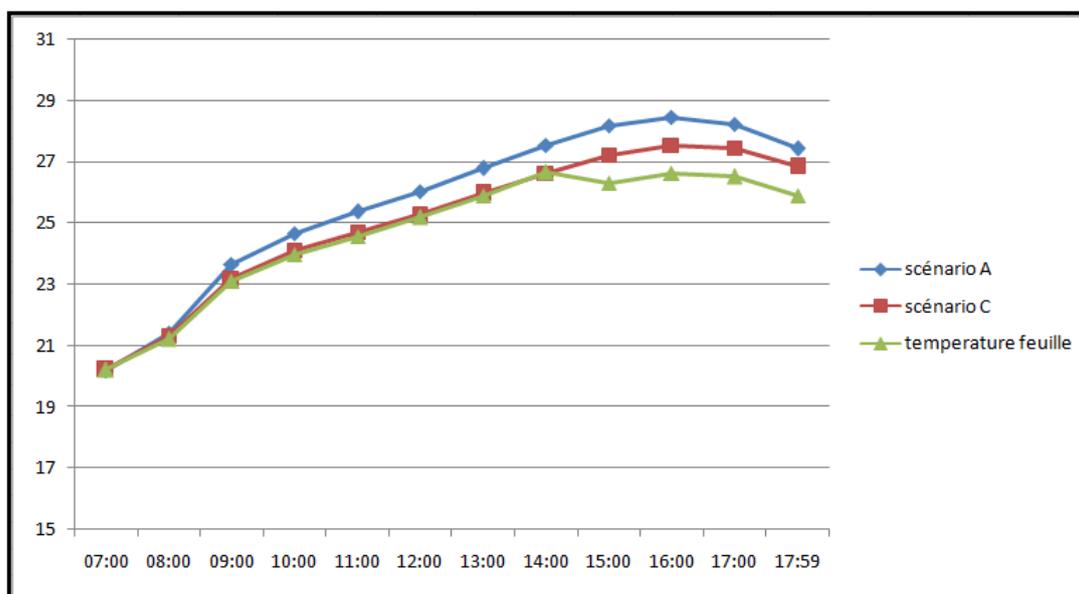


Figure VII.4 : L'impact de la végétation sur la température de l'air par le logiciel Envi-met

Par ailleurs, il a été reporté par [12] que d'autres études dans le même domaine ont également trouvé une différence aux alentours de 1°C. Ce qui soutient nos résultats.

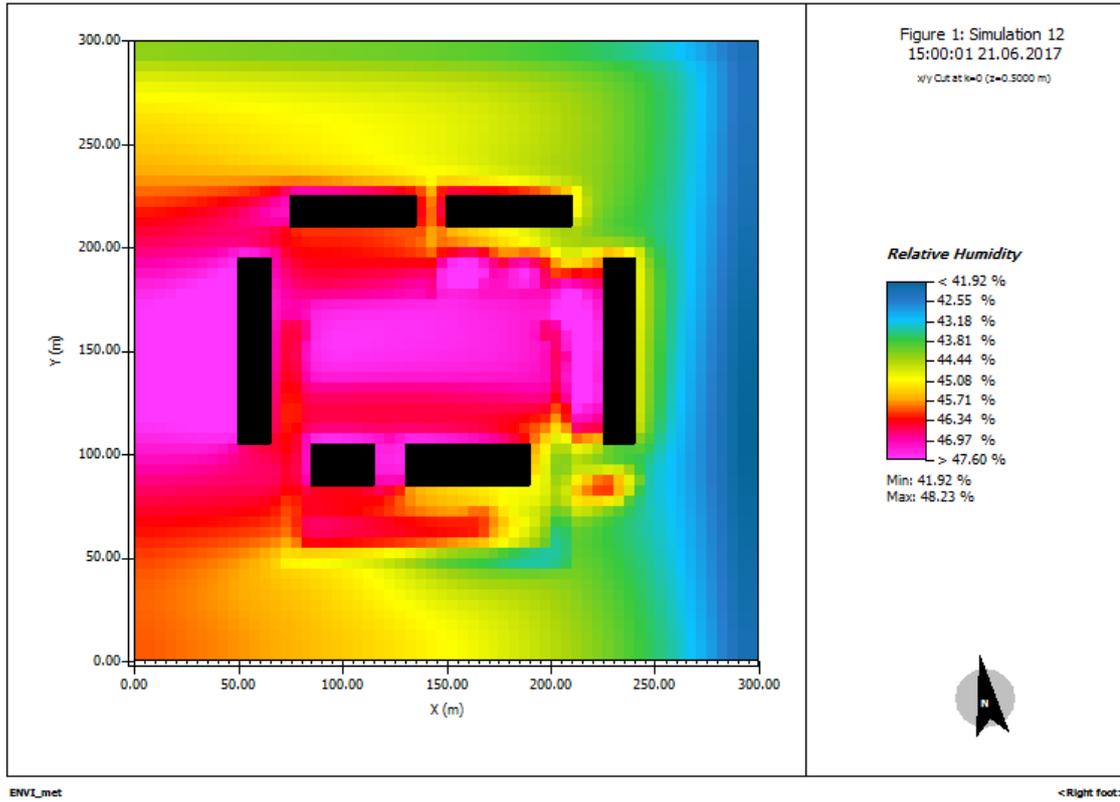
Ces résultats sont similaires à ceux retrouvés par Mayer, ou il a trouvé seulement une différence de 1K, Steriling, Matzarakis ont trouvé une différence qui varie de 1.0 °C à 0.9 °C, leurs résultats coïncident aussi avec celles de Bernatzki, Oke. Ils ont trouvé qu'un arbre provoque une réduction de 0.1 °C. Presque le même résultat à été trouvé dans la cour.

### VII.1.2 Variations des humidités relatives de l'air extérieur :

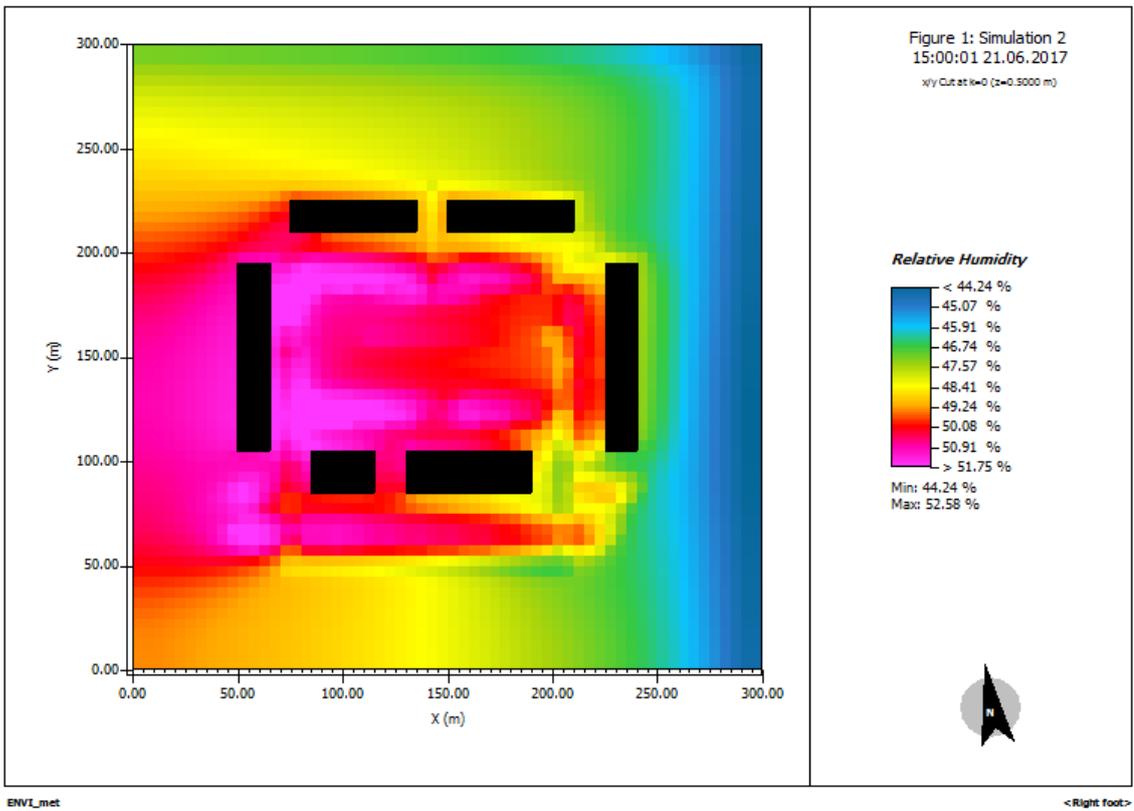
- **Comparaison des humidités relatives de l'air entre les trois scénarios « A », « B » et « C » :**

La figure VII.5 décrit le comportement des trois scénarios à 15.00 h. On remarque que la valeur de l'humidité minimale enregistrée dans le scénario « A » (correspond à la couleur bleu) est de 41.92% alors que celle enregistrée dans le scénario « B » est de 44.24%, donc une différence maximale de 2.32% En outre, la valeur de l'humidité minimale enregistrée dans le scénario « C » est de 46.54%, la différence maximale est de 4.62% entre les deux scénarios « A » et « C ». Cette différence est plus importante à celle enregistrée entre les deux scénarios « A » et « B ». Cet effet est due à l'organisation de la végétation selon : l'alignement d'arbres, leur surface, le type de végétation plantée et l'emplacement des arbres.

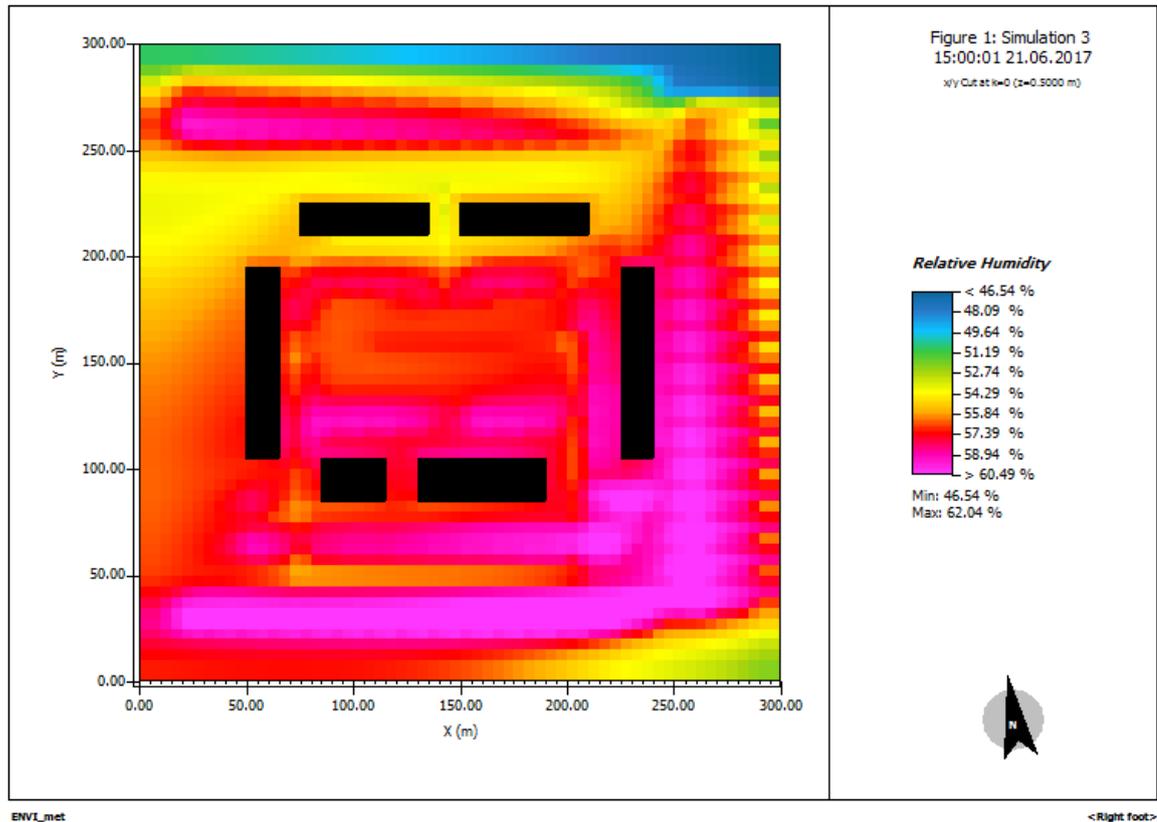
# CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS



a) Scénario « A »



b) Scénario « B »



c) Scénario « C »

**Figure VII.5 : Parcours des humidités relatives de l'air à 15h (21/06/2017). Au niveau des trois scénarios  
a) Scénario « A », b) Scénario « B », c) Scénario « C »**

Les valeurs de l'humidité au début de la journée sont très élevées, celles de l'après midi sont les plus significatives. L'humidité aux dessus des espaces avec végétation est de 3% à 8% supérieur aux autres espaces D'après la figure VII.6, on remarque que les valeurs du scénario « A » développe des humidités inférieures est au dessous a celle du scénario « B ». On trouve une différence de 9% à 7.00h entre le scénario « B » et « A » alors que l'après midi (à 14h) cette différence est de 2% seulement. En d'autre part, on remarque que Le scénario « A » développe des humidités inférieures a celle du scénario « C ». On trouve une différence de 13% à 7.00h entre le scénario « C » et « A », alors que l'après midi (à 14h) cette différence est de 12%.

L'augmentation de l'humidité dans le scénario « B » « C » est provoquée par la transpiration des arbres. Sa diminution pendant l'après midi peut être expliquée par l'augmentation de la température qui a provoqué l'augmentation de la résistance des stomates et par la suite la diminution de la transpiration.

La figure VII.6 montre aussi une chute aigue des humidités dans les deux scénarios « B » et « C » entre 9.00h et 15.00h.

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Tableau 2 : Variations des humidités relatives horaire et les différences attendues

Jour	Temps	humidités relatives "A" (%)	humidités relatives "B" (%)	humidités relatives "C" (%)
21.06.2017	07:00	62,874	71,449	75,834
21.06.2017	08:00	65,518	73,647	79,564
21.06.2017	09:00	72,532	79,32	83,233
21.06.2017	10:00	69,831	76,156	80,788
21.06.2017	11:00	65,79	71,083	76,627
21.06.2017	12:00	61,836	65,093	72,709
21.06.2017	13:00	57,328	57,875	67,635
21.06.2017	14:00	50,011	52,327	62,736
21.06.2017	15:00	42,941	47,568	60,748
21.06.2017	16:00	38,615	44,284	60,68
21.06.2017	17:00	37,38	42,692	59,393
21.06.2017	17:59	39,119	42,969	59,023

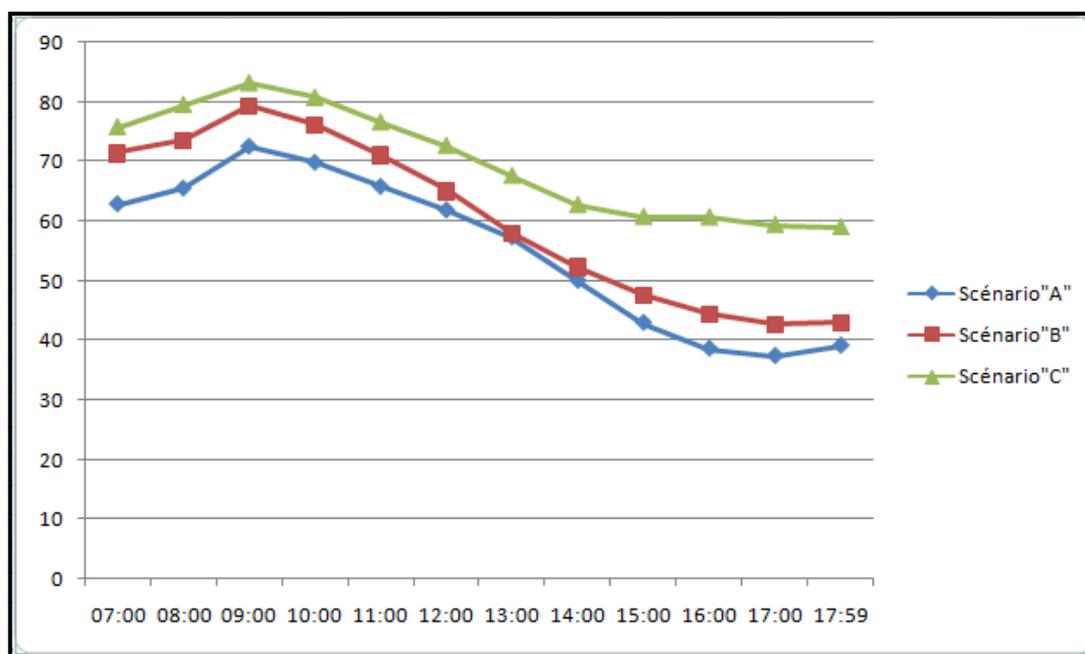
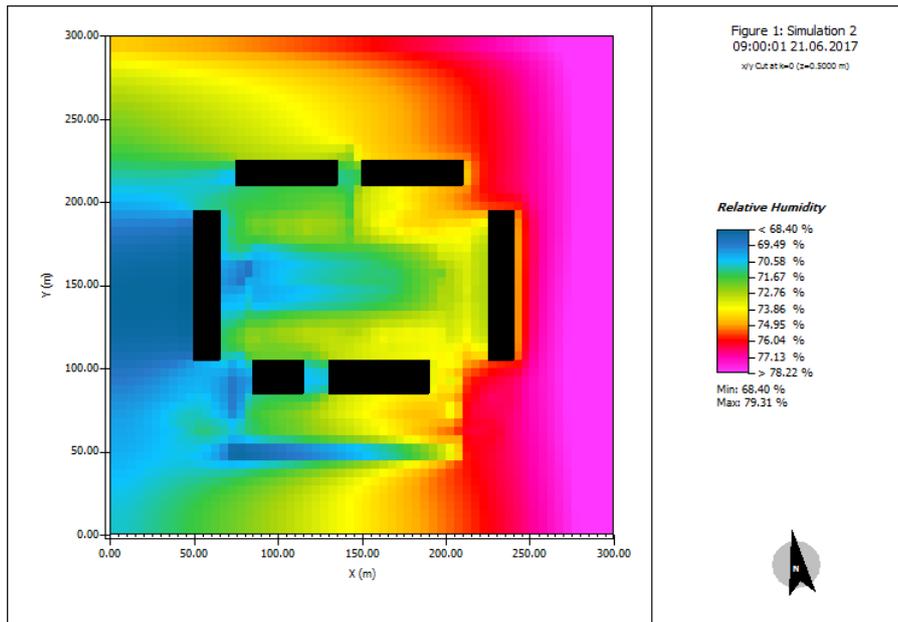


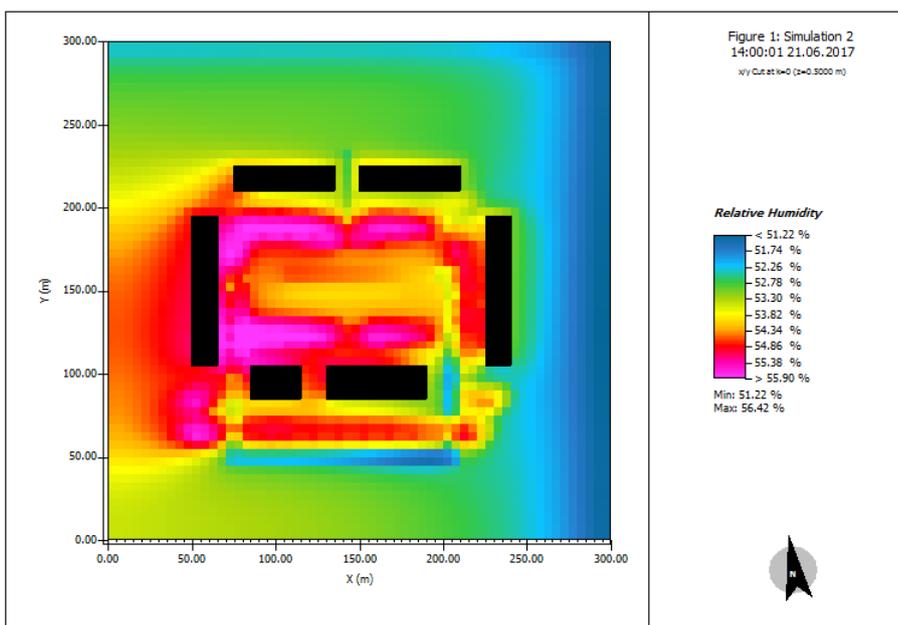
Figure VII.6 : L'impact de la végétation sur l'humidité par le logiciel envi-met

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Dans l'objectif de justifié ce phénomène, la Figures VII.7 montre les humidités enregistrées pendant 9.00h et 14.00h dans le scénario "B" accompagnée par la Figures VII.8 qui présente les quantités de la chaleur latente pendant les mêmes heures dans le même scénario. A 09.00h la valeur maximale de l'humidité relative était de l'ordre de 70.58 %, alors qu'on enregistre une valeur de 53,82 % pendant 14.00h. De l'autre côté on trouve que la température était de l'ordre de 23,50 C° à 09h, alors qu'elle était de 26,72 C° à 14.00h, ceci confirme que les températures au-delà de 25 C° provoque la fermeture des stomates et donc la réduction de la transpiration.



a) Scénario « B » à 09h

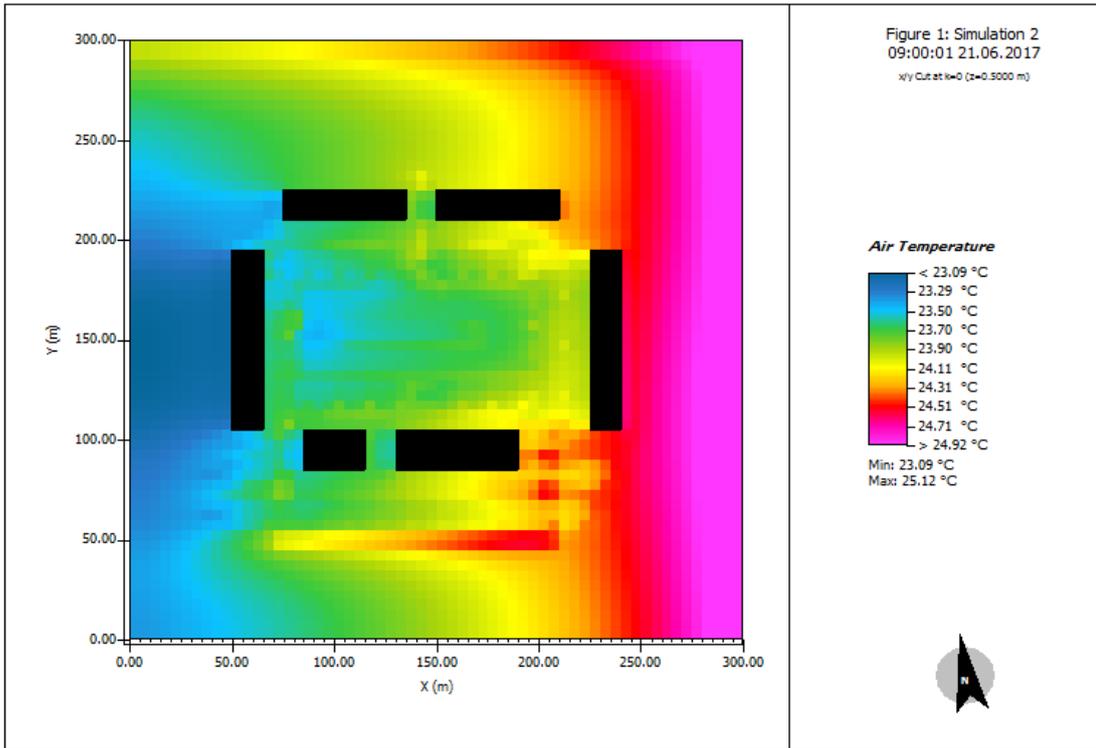


b) Scénario « B » à 14h

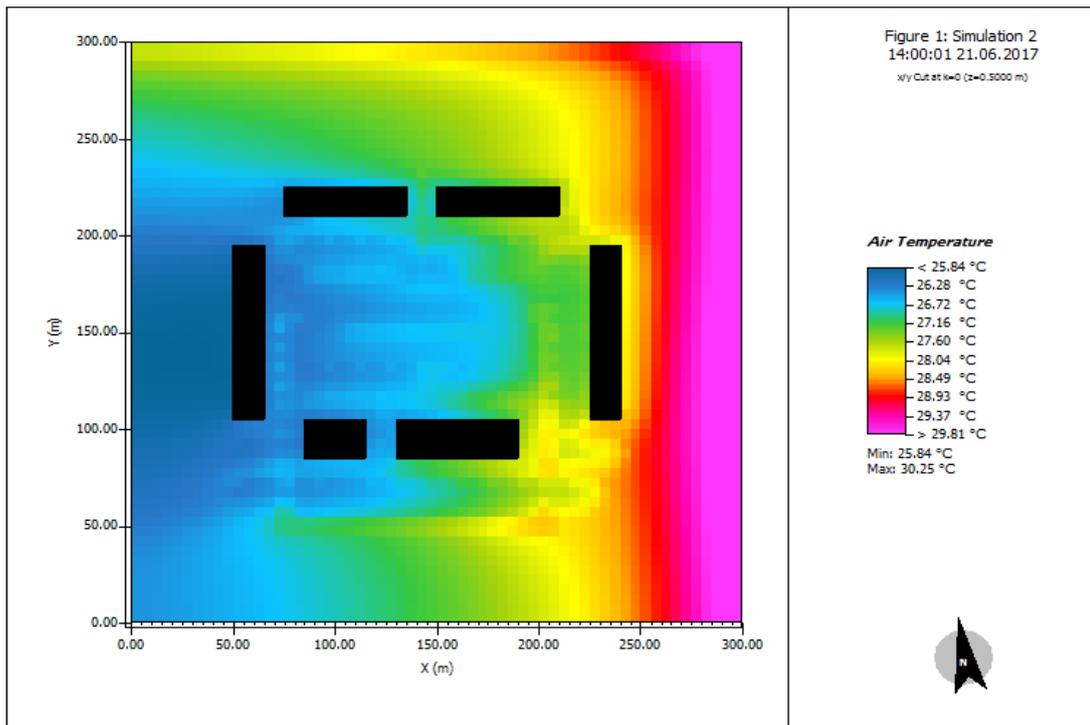
Figure VII.7 : Comparaison entre les parcours des humidités relatives à 09h et 14h

a) Scénario « B » à 09h, b) Scénario « B » à 14h

# CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS



a) Scénario « B » à 09h



b) Scénario « B » à 14h

Figure VII.8 : Comparaison entre les des températures de l'air à 09h et 14h

a) Scénario « B » à 09h, b) Scénario « B » à 14h

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

---

Comparant nos résultats avec d'autres recherches, on trouve que : la différence moyenne est de 8% proche de celle trouvée par Streiling et Matzarakis. Qu'ils ont trouvé une valeur comprise entre 5% et 7% entre deux espaces avec et sans végétation respectivement lors d'une investigation conduite sur une place de 1700m<sup>2</sup> occupée par douze châtaigniers au Nord de la ville de Freiburg [12].

En général l'espace développe des humidités inférieures à 75% malgré la présence du couvert végétale et le caractère humide de la région (des humidités qui peuvent arriver à 90% et plus).

### VII.1.3 Variations de la vitesse du vent de l'air extérieur :

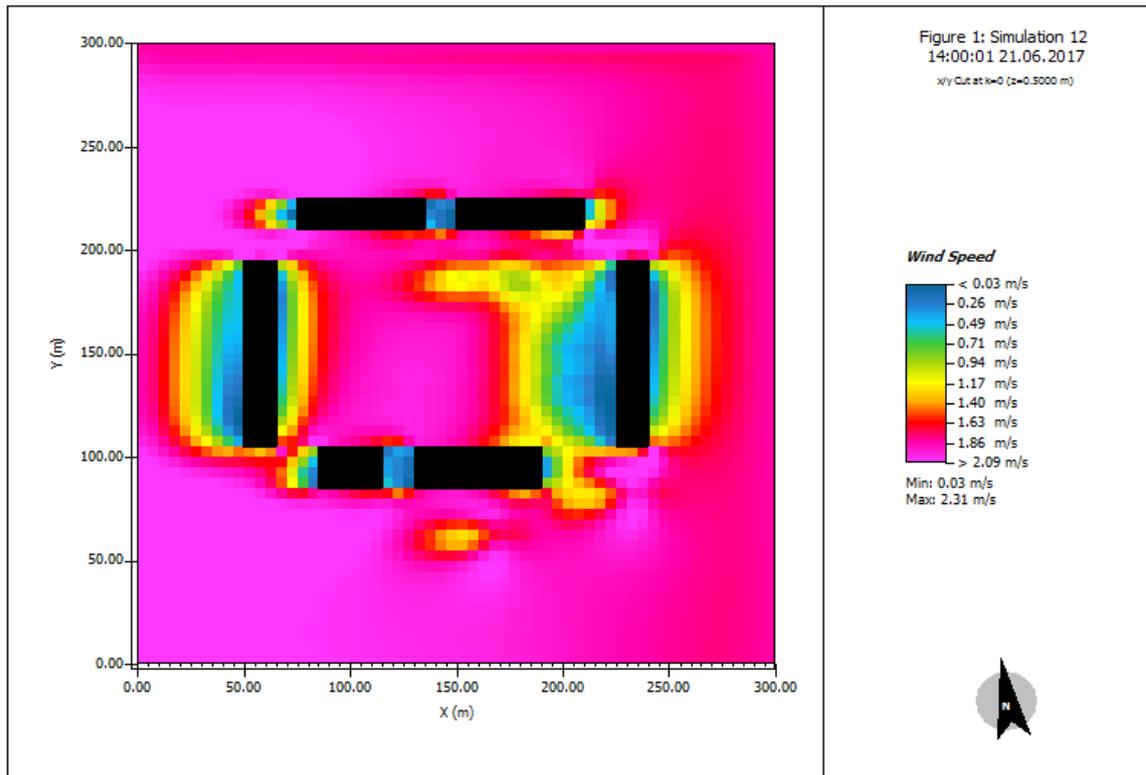
L'effet du vent sur le confort thermique est généralement divisé en deux catégories: il peut être mécanique lorsque les vitesses du vent dépassant les 5m/s, au-dessus de cette valeur l'effet est considéré thermique. L'effet thermique consiste en l'augmentation du transfert de chaleur entre l'air et le corps humain ainsi accélération du refroidissement. Comme il aide le corps à dissiper tous les gains thermiques acquis par l'augmentation de la convection et l'évaporation.

L'arbre constitue une brise vent qui peut avoir les effets suivants :

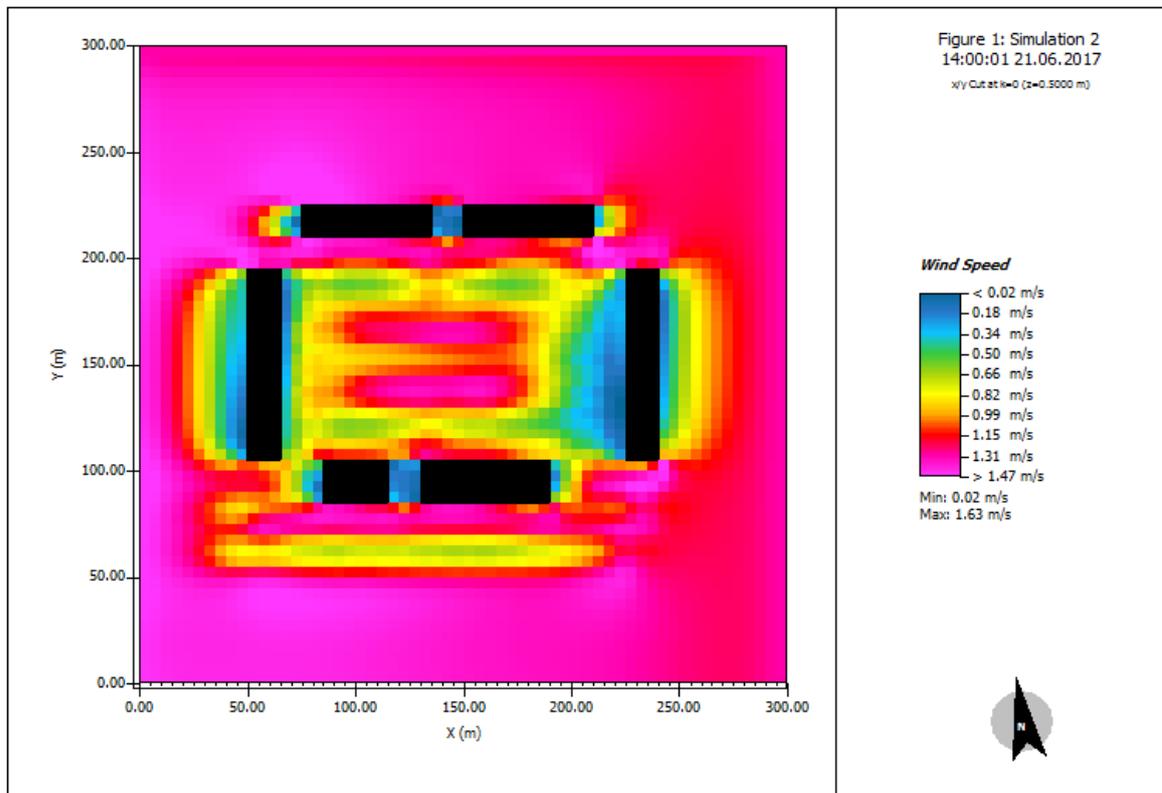
- Obstruction : il bloque le vent.
- Déflexion : changer la direction du vent.
- Filtrage : réduction de la vitesse du vent à cause de la perméabilité.
- Conduction : diriger le mouvement d'air en modifiant sa vitesse [42].

Figure VII.9 montre la répartition des vitesses dans les deux scénarios où on enregistre 1.01 m/s dans le scénario « B » à l'égard de 1.85 m/s enregistrée dans le scénario « A », et de 0,93m/s dans le scénario « C ». Le filtrage introduit par la végétation dépend de la nature et de la texture d'arbre (porosité), et surtout du rapport entre le tronc et la masse foliaire (tronc inférieur à 1/3 de la masse foliaire) d'après la figure VII.10. Ceci dit que le tronc qui est dégarni occupe seulement une petite partie de l'arbre. L'arbre a un grand effet sur le ralentissement des vitesses. A l'opposé d'un espace dégagé (scénario « A ») où le vent à l'absence d'obstacle se restitue et augmente sa vitesse.

# CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS



a) Scénario « A »



b) Scénario « B »

Figure VII.9 : Comparaison entre les parcours des vitesses du vent à 14h (21/06/2017)

a) Scénario « A », b) Scénario « B »

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

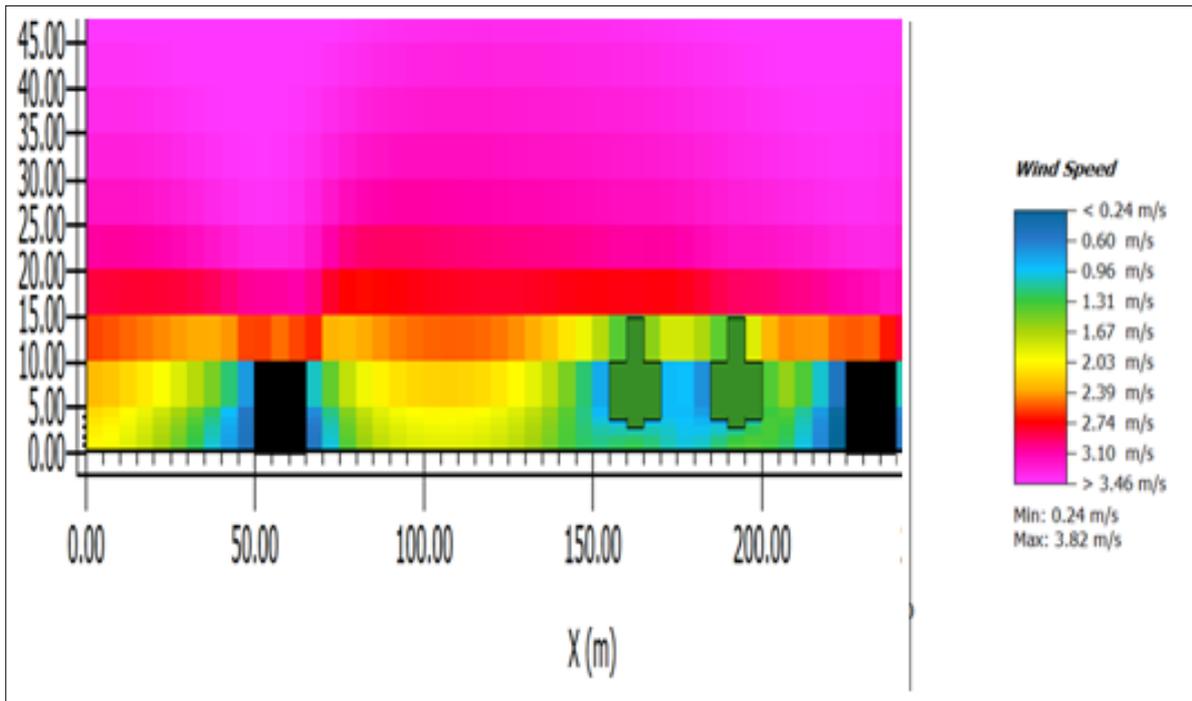


Figure VII.10 : le parcours de vitesse du vent à 14h (21/06/2017). Au niveau du scénario « B »

D'après le graphe Figure VII.11, on remarque que : les vitesses des vents dans le scénario « B » sont bien inférieures au scénario « A ». On déduit que les arbres ont eu un effet de filtrage, la vitesse du vent dans le premier scénario est restée presque stable, on enregistre une valeur de 1,85 m/s à 14.00h dans le scénario « A » à l'opposé du scénario « B » ou on enregistre une valeur de 1,01m/s.

En d'autre part, on remarque que les vitesses des vents dans le scénario « C » sont inférieures au scénario « A ». (L'effet de filtrage), on enregistre une valeur de 1.85 m/s à 14.00h dans le scénario « A » à l'opposé du scénario « C » ou on enregistre une valeur de 0.77 m/s.

Généralement les vitesses du vent enregistrées pour le scénario« B » sont de l'ordre : 1.23 à 0.91 m/s. elles correspondent à un effet de plaiance.et pour le scénario « C» sont de l'ordre 0.70 à 0.94m/s.

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Tableau 3 : Variations de la vitesse du vent horaire.

Temps	la vitesse du vent "A"(m/s)	la vitesse du vent "B"(m/s)	la vitesse du vent "C"(m/s)
07:00	1,9566	1,2348	0,93728
08:00	1,9113	1,1737	0,89994
09:00	1,8944	1,1428	0,85902
10:00	1,9264	1,1674	0,87428
11:00	1,9115	1,1339	0,85322
12:00	1,8936	1,0967	0,8308
13:00	1,8726	1,0564	0,80184
14:00	1,8509	1,0166	0,77116
15:00	1,8292	0,97883	0,74468
16:00	1,8098	0,94722	0,72321
17:00	1,7947	0,92448	0,70783
17:59	1,7874	0,91442	0,70022

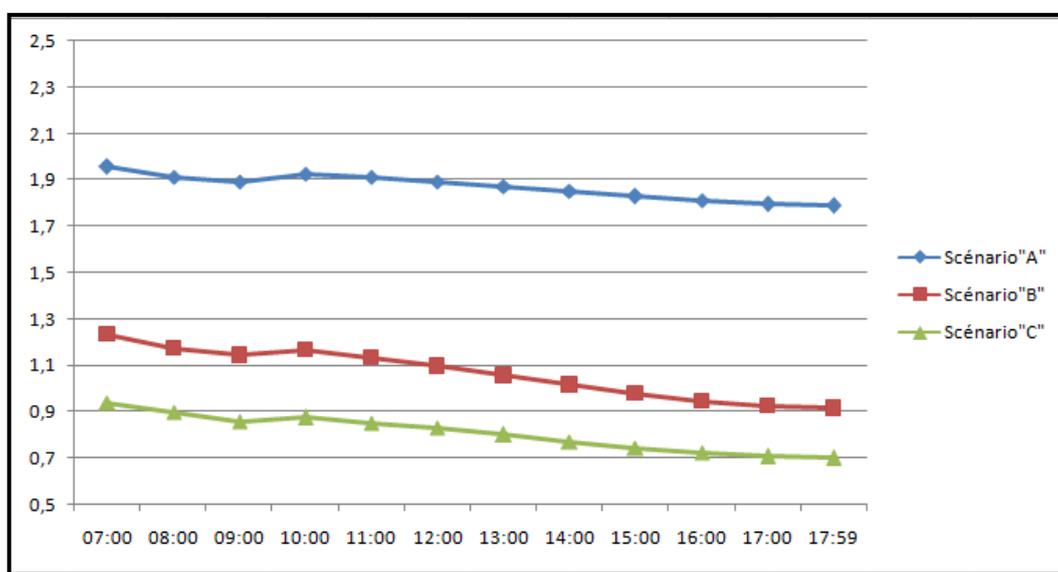
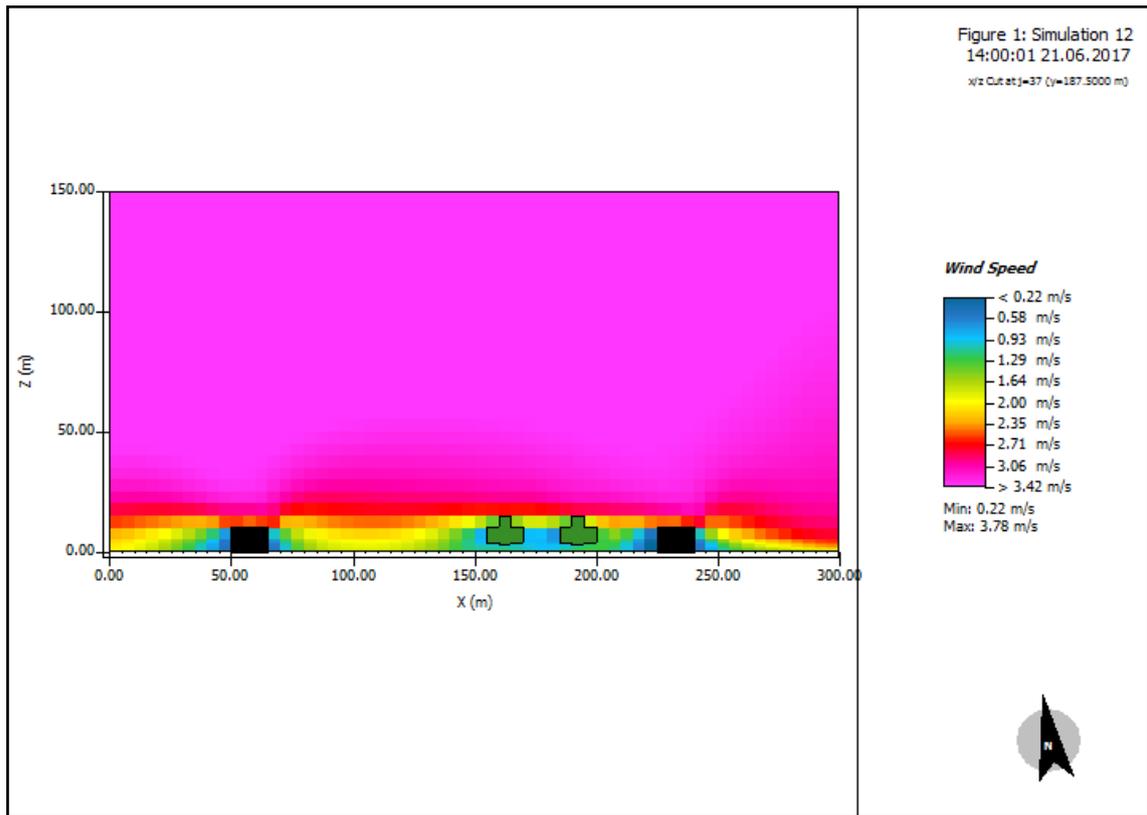


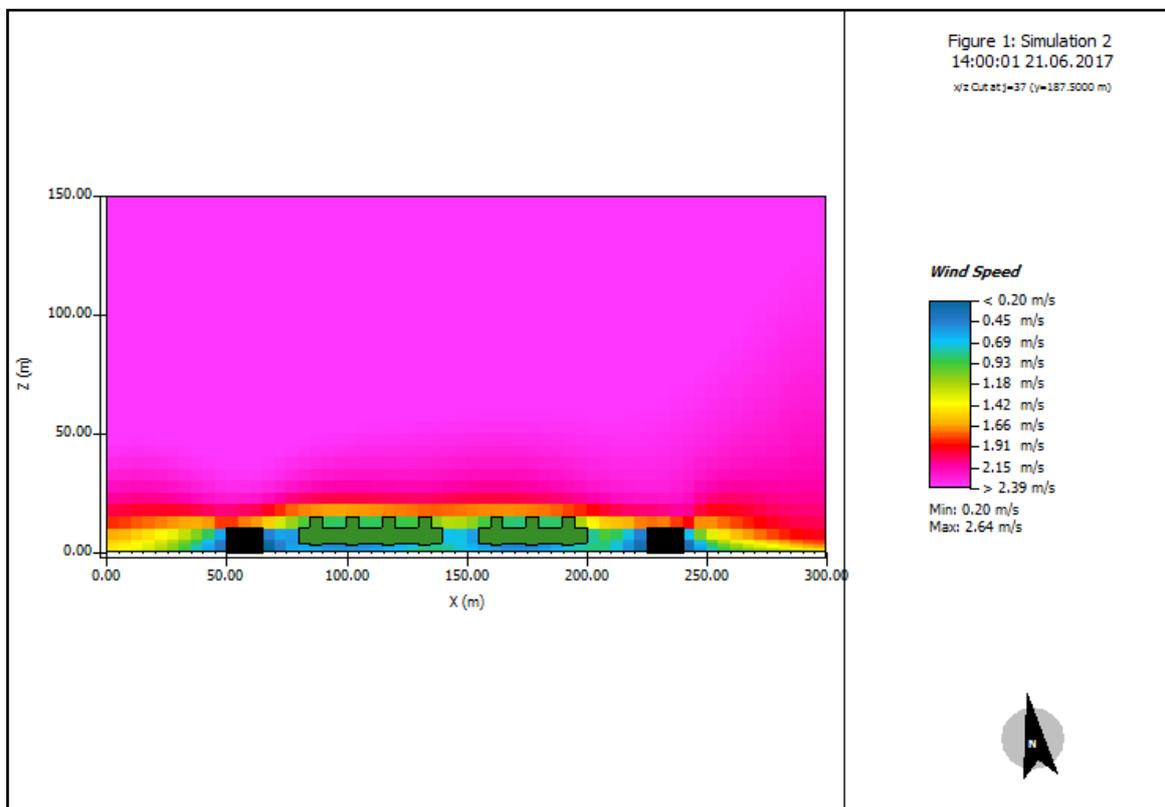
Figure VII.11 : L'impact de la végétation sur la vitesse du vent

La figure VII.12 décrit le comportement des deux scénarios « A » et « B » à 14.00h (coupe vertical selon l'axe (X.Z)). On remarque que les arbres ont eu un effet de filtrage, la vitesse du vent enregistre une valeur de 2.00 m/s (correspond à la couleur jaune) dans le scénario « A » à l'opposé du scénario « B » ou on a plus rajout de végétation on enregistre une valeur de 0.69 m/s (correspond à la couleur bleu).

## CHAPITRE VII : RESULTATS ET INTERPRETATIONS



a) Scénario « A »



b) Scénario « B »

Figure VII.12 : Comparaison entre les parcours des vitesses du vent à 14h (21/06/2017)

a) Scénario « A », b) Scénario « B »

### **Conclusion :**

Les résultats obtenus ont montré clairement que la présence de la végétation dans l'espace extérieur urbain influe sur les conditions microclimatiques extérieures en période estivale. L'influence de la masse végétale dans la place est très importante. Les améliorations dues à l'effet de la végétation au niveau de l'espace extérieur urbain sont sensibles par leur potentialité à créer des sources ou des puits de fraîcheur. Cette végétation agit sur les quantités de rayonnement transmises, les vitesses de l'air, les températures de surface et de l'air ainsi que sur l'humidité de l'air. L'analyse des résultats montre que la modification du microclimat urbain dépend du volume de la masse foliaire des arbres implantés, de la position dans l'espace étudié et de l'albédo des surfaces urbaines.

## CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

---

L'objectif de cette recherche est de déterminer l'impact de la végétation sur le microclimat urbain. La simulation a donné des scénarios qui nous ont permis d'évaluer l'apport de densité et l'emplacement de la végétation sur l'ambiance microclimatique dans un espace.

Les résultats ont montré, que la présence de la végétation dans l'espace extérieur urbain influe considérablement sur le microclimat urbain extérieur en période estivale. On peut retenir que les rôles que peuvent jouer les arbres en tant qu'agents réducteurs des stress urbains comme masque au soleil, au vent, et comme source d'humidité et régulateur de la température de l'air et des surfaces environnantes grâce à l'effet combiné des masques solaires mais aussi l'évapotranspiration produite par ces arbres et la bonne disposition des ceintures d'arbres et l'étude microclimatique à plusieurs niveaux, tant que le microclimat change dans l'espace et dans le temps d'un point à d'autre. Et pour permettre une bonne thermorégulation de l'air et des surfaces, et une bonne circulation de l'air rafraîchi par la végétation, il est conseillé de diversifier les espèces (espèces à feuilles caduques et espèces à feuilles persistantes) et de varier les formes de végétation plantées en ville (pelouses, arbres, arbustes, etc.) ainsi que leurs tailles et leurs emplacements dans le milieu urbain. Il faut prendre en considération, quant à l'implantation des arbres, non seulement le centre du quartier mais aussi sa périphérie.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

1. CROS, A. and A. Guyot, *La végétation, composant climatique de l'architecture méditerranéenne*. Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques, 1984. 131(2-4): p. 607-609.
2. CYRIA, E., *Vivre en ville. Favoriser le développement des collectivités viables*. 2003. 104.
3. BOUASSILA, S.e.A., Aziza, *Aménagement touristique balnéaire écologique à El Aouana-Jijel*. 2010.
4. DROUIN, J.-M., *LA NAISSANCE DU CONCEPT D'ECOSYSTEME*. 1984: p. 1-239.
5. AMINA, S., *Biodiversité et dynamique de la végétation dans un écosystème forestier- Cas de djebel Boutaleb-*. 2012: p. 48-137.
6. CUNY, M.-A., *Végétation urbaine: les enjeux pour l'environnement et la santé*. 2268-3798, 2015.
7. BAGDAD, T., *L'architecture bioclimatique*, 2008.
8. CHIMIQUES, U.d.I., *La biomasse - Énergies nouvelles et renouvelables Un élément clé au service d'une croissance durable*. 2013: p. 2-15.
9. DESSAY, N., *Dynamique de la végétation et du climat: étude par télédétection de cinq biomes brésiliens, forêt ombrophile dense et ouverte, cerrados, caatinga et campanha gaúcha*, 2006, Paris 10.
10. MARGOT, C.J.P., Labourdette et Dominique, Auzias. , *Guide de l'éco-consommateur* 2015. 142.
11. MED BOUATTOUR, F.A., *LA VEGETALISATION DES BATIMENTS*. 2009.
12. TEBBANI, H., *Impact de la végétation sur le microclimat et le confort thermique des espaces urbains publics << cas du cours de la révolution d'Annaba*, 2006, Université Constantine 1 (ex Mentouri).
13. BALLOUT, A., *Le role de la végétation et l'eau dans la création d'un microclimat urbain: cas de la place de Ain El Fouara à Sétif*. 2010.
14. MERROUCHE, M., *MICROCLIMAT, VEGETATION URBAINE DANS LES ESPACES PUBLICS CAS: JARDIN BENACEUR (CONSTANTINE)*. Sciences & Technologie D, 2011(33): p. 37-45.
15. BOUYER, J., *Modélisation et simulation des microclimats urbains-Étude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments*, 2009, Université de Nantes.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

16. BOUDES, P., D. Provendier, and C. Gutleben, *Empreinte carbone de la végétation urbaine*2014.
17. KADDA-BEH. *les espaces verts*. 2012 [cited 2018 10/04/2018]; Available from: <https://fr.calameo.com/books/000163542a3d2952a59b0>.
18. MURET, J.-P., Y.-M. Allain, and M.-L. Sabrié, *Les Espaces urbains: concevoir, réaliser, gérer*1987: Éd. du Moniteur.
19. ERNOUF, A.-A., *L'art des jardins: histoire, théorie, pratique de la composition des jardins, parcs, squares*. Vol. 2. 1872: J. Rothschild.
20. BOUATTOUR, M. and F. Alain, *La végétalisation des bâtiments*, 2009, Paris: cambuse.
21. AYMERIC DELPORTE , J.-L.-K. *Murs et façades végétalisés*. GUIDE TECHNIQUE,FICHE 5 2005 [cited 2018 28/05/2018]; Available from: <https://auvergne-rhone-alpes.lpo.fr/bati/Files/Other/Fiches%20techniques/Fiche%2005.pdf>.
22. AMIRECHE, T., *Approche des espaces publics urbains .Cas de la ville nouvelle Ali Mendjeli*, 2017: mémoire de magister en aménagement urbain , Université Mentouri, Constantine. p. 41.
23. BENHASSINE-TOUAM, N., *La pratique des squares à Constantine*, 1999, mémoire de magister en urbanisme, Université Mentouri, Constantine. p. 38.
24. NAYAK, J. and J. Prajapati, *Handbook on energy conscious buildings*. Prepared under the interactive R & D project, 2006(3/4): p. 03.
25. VINET, J., *Contribution à la modélisation thermo-aéraulique du microclimat urbain. Caractérisation de l'impact de l'eau et de la végétation sur les conditions de confort en espaces extérieurs*, 2000, Thèse de doctorat, Université de Nantes. p. 56.
26. LARUE, D., *L'arbre dans la ville*, ed. e. urbaine1996, Paris: Sang de la terre: Foncier Conseil.
27. SABLET, M.d., *Des espaces urbains agréables a vivre. Places, rues, squares et jardins*1988, Paris: Editions du Moniteur. 127.
28. ROODBARAKY, H., et al., *Experimental observations of the aerodynamic characteristics of urban trees*. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 1994. **52**: p. 171-184.
29. STEFULESCO, C., *L'urbanisme végétal*, in *la plante dans la ville*, L.M.RIVIERE, Editor 1997: Paris. p. 102.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

30. ZEMOURA, Z., *Impact de la végétation sur le microclimat urbain et le confort thermique extérieur "cas des allées Ben boulaïd à Batna"*, in *Architecture et urbanisme* 2009, Mentouri Constantine. p. 207.
31. IZARD., J.-L., *Architecture D'été « construire pour le confort d'été »*, EDISUD, Editor 1993: la librairie des passionnés et des experts. p. 141.
32. LIEBARD, A. and A. De Herde, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable* 2005: Le moniteur. 776.
33. TABEAUD, M., *La climatologie générale* 2008: Armand Colin.
34. KOENIGSBERGER, O. and T. Ingersoll, *Mayhew Alan & Szokolay SV 1974, Manual of Tropical Housing and Building, Part one: Climatic Design*, Longman, London.
35. SAHLI, S., *Végétation et confort*, 2013.
36. KLOK, L., et al., *The surface heat island of Rotterdam and its relationship with urban surface characteristics*. Resources, Conservation and Recycling, 2012. **64**: p. 23-29.
37. UPMANIS, H., I. Eliasson, and S. Lindqvist, *The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Göteborg, Sweden)*. International journal of climatology, 1998. **18**(6): p. 681-700.
38. ROGORA, A., G. Scudo, and F. Elsa. *Microclimatic effects of vegetation in urban squares. Case studies in Milan*. in *REBUILT*. 1998.
39. VOOGT, J.A. and T.R. Oke, *Complete urban surface temperatures*. Journal of applied meteorology, 1997. **36**(9): p. 1117-1132.
40. MARIE-AMÉLIE CUNY, L.V., Marine BROCVIELLE, Damien CUNY, *Les impacts de la végétation en ville sur l'air, le climat et la santé*. 2016.
41. BOUKETTA, S. and Y. Bouchahm, *L'effet de la géométrie urbaine sur l'écoulement du vent et la ventilation naturelle extérieure*. Revue des Energies Renouvelables, 2012. **15**(4): p. 639-659.
42. MASCARO, L., *Ambiência urbana = Urban environment*. 3. Ed ed 2009, Portuguese.