

Climat et microclimat urbain

Le climat influence la vie sur terre- celle de la faune et celle de la flore – et, à plus long terme, modèle les reliefs terrestres. Le froid, la chaleur, la pluie, la sécheresse, le vent conditionnent les rythmes de vie des hommes, déterminant la nourriture, la façon de se vêtir, l’habitat et les déplacements de chacun sur la planète »¹. Chémery Laure

Introduction :

Comprendre le climat et ses échelles (spatio-temporelles) contribue en une bonne maîtrise de la notion du confort et le comportement des individus vis à vis aux facteurs climatiques, aussi « *Le climat a une grande influence sur la santé et la longévité de l’homme* »². De nos jours, la préoccupation de l’homme est comment s’abriter intelligemment aux fluctuations climatiques. De ce fait, la tendance est s’orienter vers l’architecture bioclimatique, où il est question de "construire avec le climat".

Les éléments du climat conditionnent les rythmes de vie des hommes : déterminant la façon de se vêtir, les déplacements, et même le régime alimentaire ... mais aussi ces paramètres climatiques influent sur le bâtiment : la forme de l’enveloppe, l’organisation spatiale, la disposition des bâtiments...Connaître, comprendre, le climat est donc un enjeu majeur dans le domaine bioclimatique.

Ce chapitre, concernera la compréhension du climat en analysant ses typologies à travers le monde et en Algérie. Ensuite, il sera exposé les facteurs climatiques déterminants le climat et la caractérisation du microclimat urbain.

¹ Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p : 7

² Huttington, 1924, cités par Mazouz, 2007

I.1- Quelques définitions préliminaires :

I.1.1- Climat :

Il peut-être défini comme :

1^{er}/ « Le mot climat vient du grec *klima*, qui fait référence à l'inclinaison des rayons solaires par rapport à la surface de la terre »³.

2^{ème}/ « Combinaison des états de l'atmosphère (température, vent...) en un lieu donné et sur une période définie (mois, année, millénaire) »⁴.

3^{ème}/ « le climat d'une région donnée est déterminé par des régimes de variations de plusieurs éléments et par leurs combinaisons. Les principaux éléments climatiques à considérer, lors de la conception des bâtiments, sont le rayonnement solaire, le rayonnement de grande longueur d'onde du ciel, la température d'air, l'humidité, le vent et les précipitations »⁵.

I.1.2- Climatologie :

1^{er}/ « Climatologie, science pluridisciplinaire chargée d'analyser les processus climatiques et leurs fluctuations passées, afin de prévoir les potentiels changements futurs »⁶.

2^{ème}/ « Science ayant pour objectif la description, le classement et l'exposition de la répartition et de l'histoire des différents types de climats »⁷.

I.2- Les facteurs climatiques :

La combinaison de divers paramètres tels que : les radiations solaires, la température et l'humidité de l'air, les vents, les précipitations constituent le climat d'un lieu. Ces éléments sont mesurables à l'aide des instruments de mesure, et l'analyse de leurs valeurs permet d'évaluer la nature et la qualité du climat.

L'importance de ces paramètres se révèle surtout dans la phase amont de conception et même pour des projets de réhabilitations. L'ensemble de ces facteurs climatiques à considérer peuvent être classés en trois différentes catégories :

- les facteurs énergétiques : rayonnement solaire, lumière et température
- les facteurs hydrologiques : précipitations et hygrométrie
- les facteurs mécaniques : mouvement d'air soit les vents

³ Microsoft Encarta 2009

⁴ Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p : 121

⁵ GIVONI Baruch, L'homme, l'architecture et le climat. Editions du Moniteur; Paris, 1978, p : 21

⁶ Microsoft Encarta 2009

⁷ Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p : 121

I.2.1- Les facteurs énergétiques :

I.2.1.1- Rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire est une radiation électromagnétique émise par le soleil exprimée en Wh/m². La quantité du rayonnement disponible sur le sol dans un lieu donné dépend de :

- L'altitude du lieu
- La saison et de l'heure de la journée.
- La qualité du ciel (ciel clair, semi couvert ou bien couvert).
- La pureté de l'air, le bioxyde de carbone et de la vapeur d'eau.
- Le vent

Le rayonnement reçu au sol se décompose en : rayonnement direct, diffus et réfléchi.

-Rayonnement direct : Se sont des rayons parallèles, qui viennent directement du soleil, plus au moins atténués (par absorption ou par diffusion).

-Rayonnement diffus : ce rayonnement provient de manière non isotrope, de toutes les directions de l'espace. Une partie du rayonnement diffusée est renvoyée vers l'espace, le reste est transmis jusqu'au sol.

-Rayonnement réfléchi : ou albédo qui provient de la réflexion du rayonnement (direct+ diffus) sur l'environnement.

I.2.1.2- Lumière :

Le soleil source de toute énergie lumineuse et thermique, nous approvisionne en éclairage naturel et en chaleur. Le spectre électromagnétique solaire se compose de plusieurs ondes.

Parmi les plus sensibles par l'homme sont le spectre lumineux et le spectre thermique.

Il y a deux sources lumineuses : directe et indirecte.

- ↻ La première englobe : l'ensoleillement direct et la lumière qui provient directement du ciel (lumière du ciel).
- ↻ La deuxième comprend : toutes les composantes réfléchies par des surfaces illuminées par des sources primaires ou des sources secondaires.

I.2.1.3-Température de l'air : la température est une grandeur physique mesurable à l'aide d'un thermomètre, et qui dépend de : l'ensoleillement, le vent, l'altitude et la nature de sol. Les stations météorologiques fournissent des relevés horaires des températures de l'air, sous abri naturellement ventilé (à l'ombre) à 1,5 m du sol. Elle est mesurée en degré Celsius ou en Kelvin. Pour tracer la courbe d'évolution annuelle des températures en un lieu, on aura besoin des températures moyennes mensuelles.

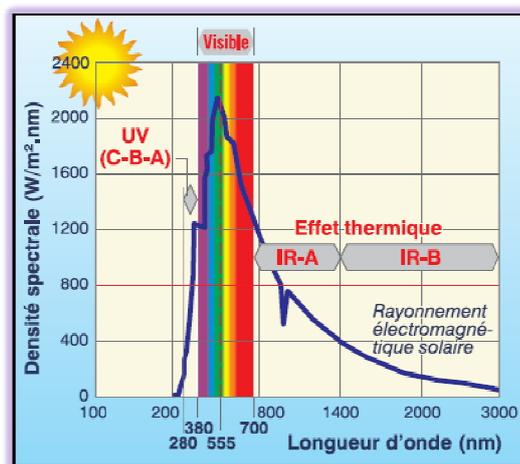


Figure-I.1: Le spectre solaire

Source : De Herde A, Liebard A, 2005

I.2.2- Les facteurs hydrologiques :

I.2.2.1- Les précipitations :

La terre compte environ 1,4 milliard de km³ d'eau, dont 97% dans les océans, 2,59% sous forme de neige et un pourcentage minimal de 0,014% est accessible aux êtres vivants.

Le moyen des tempêtes sur la surface de la terre est de 1 mètre cube d'eau/1m², ce moyen ce varie d'une région à une autre (dans les régions équatoriales atteint un chiffre de 2 à 3 mètres cubes, et les régions désertiques ne dépassent pas quelques centimètres cubes⁸).

I.2.2.2- L'humidité relative :

L'humidité relative (HR) est le rapport entre la quantité d'eau contenue dans l'air à la quantité d'eau que l'air saturé peut contenir à une température donnée.

Les stations météorologiques effectuent des relevés de l'humidité relative moyenne et son évolution journalière, à l'aide de ces données on peut calculer l'humidité relative moyenne mensuelle pour tracer la courbe d'évolution annuelle de l'humidité relative d'une région.

I.2.3- Les facteurs mécaniques :

I.2.3.1- Les vents :

Le vent est un déplacement généralement horizontal d'air, d'une région de haute pression vers une autre de basse pression, il se caractérise par trois paramètres : sa vitesse, sa direction et sa fréquence. Ces derniers sont représentés sur un même diagramme qui s'appelle "rose des vents". Pour le concepteur des bâtiments, il ne faut pas prendre en considération uniquement une rose des vents annuelle, mais on compte tenu des roses des vents saisonnière et même mensuelles car le régime des vents est très variable.

Tout concepteur a besoin de connaître le climat à travers des données maximales et minimales de tous les paramètres cités-ci-dessus parce que ces données peuvent varier d'une journée à une autre ou d'une année à une autre ; donc la compréhension profonde de ce complexe constitue un élément clé dans le domaine du confort et de la conception architecturale.

I.3- Les échelles du climat :

« Entre le climat à la surface d'une feuille d'arbre ou celui à l'échelle d'un pays ou d'un continent ...les différences sont importantes »⁹. Selon L.Chémery le climat est communément bordé de quatre échelles spatiales, emboîtées les uns dans les autres, les plus petites dépendent des plus grandes, qui sont :

⁸ De Herde André, Liébard Alain, Traité d'Architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, Editions du Moniteur, Paris, France, 2005. P : 17

⁹ Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p : 11

I.3.1- Macroclimat (global) : Correspondent à de vastes espaces géographiques de plusieurs millions à plusieurs dizaines de million de kilomètres. Exemple : le climat tempéré

Les éléments qui influent sur le climat global :

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

A ce propos, Vinet a dit : « *Les caractéristiques astronomiques de la terre entraînent les principales variations climatiques, selon la latitude, la saison et les pondérations liées à la répartition des océans et des continents* »¹⁰

I.3.2- Mésoclimat : climat régional

Concerne un espace plus petit que le macroclimat, il s'agit de quelque milliers à quelques dizaines de milliers de kilomètres, le climat régional dépend de :

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

I.3.3- Topoclimat : climat local

S'applique à des espaces de l'ordre du kilomètre ou de dizaines de kilomètres.

A cette échelle, le type de climat régional, le relief, la nature du sol, les étendues aquatiques (océan, lacs ...) jouent un rôle important et influent sur les phénomènes de vents, d'humidité et d'écart de température. De ce fait, le climat dans une forêt est relativement différent par rapport au bord d'une vallée située dans la même forêt.

I.3.4- Microclimat :

Concerne des espaces de quelques centimètres à quelques dizaines de mètre.

La rugosité, les ombres portées, la végétation, les masques architecturaux... influent sur les caractéristiques générales de l'ensoleillement, de mouvement de l'air, de la température et de l'humidité, elles agissent donc sur les bilans : radiatif, convectif, et évaporatif.

Climats	Dimensions approximatives		
	Echelle Horizontale (Kms)	Echelle Verticale (Kms)	Echelle Temporelle
Global ou Macro climat	2000	3 à 10	1 à 6mois
Régional ou Mésoclimat	500 à 1000	1à10	1 à 6mois
Local (Topo) climat	1à10	0.01à0.1	1mois à 24hrs.
Microclimat	0.1	0.01	24hrs.

Tableau-I.1 : Différentes Catégories de climat et leurs caractéristiques spatio – temporelles

Source : cour magistère, 2007

¹⁰ Vinet Jérôme, 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, thèse de doctorat, 2000, p.25

I.4- Les différents climats existants dans le monde :

Le climat est un phénomène physique, composé de plusieurs paramètres corrélés entre eux. Les études des climatologues et les géographes sur le climat servent à représenter le climat et le rendre matériel (donner des chiffres aux facteurs : vent, la température, ...)

Organiser, synthétiser l'ensemble complexe selon les données observées, les objectifs visés, les méthodes utilisées : c'est la classification des climats. Le climat mondial se compose de plusieurs zones climatiques, ces dernières se varient selon la proximité aux : océans, continents, chaînes de montagnes... Il existe plusieurs classifications des climats parmi la plus célèbre est celle du Köppen, Geiger, Trewartha.

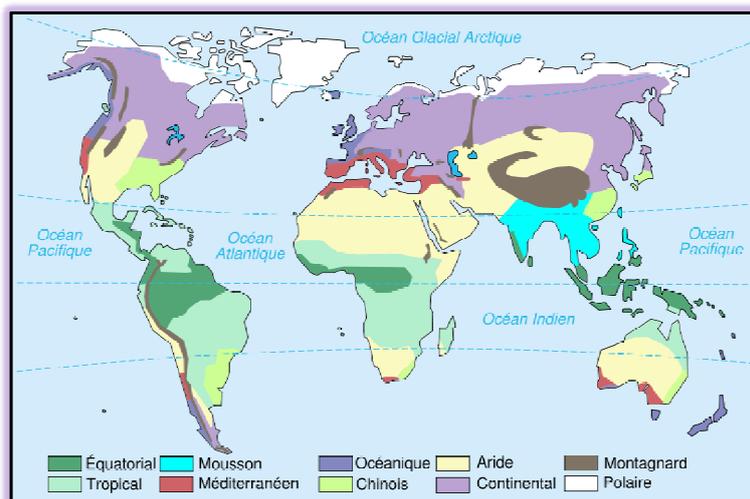


Figure-I.2: les zones climatiques dans le monde.

Source : www.wikipédia.org

I.4.1- Climat équatorial :

Il se caractérise par une seule saison (chaud et humide toute l'année), en générale ce climat se développe à proximité de l'équateur, mais aussi jusqu'à 10 à 20° de latitude, en Amérique centrale, en Amazonie, aux Antilles, en Indochine ou aux Philippines.

Les principales données caractérisant ce climat :

- Les températures varient de 22 à 32°C avec une moyenne annuelle de l'ordre de 26°C, l'amplitude thermique annuelle est faible de 1 à 6 °C. L'humidité est toujours élevée (supérieur de 75%).
- Les pluies sont réparties uniformément tout au long de l'année, le moyen annuel est environ 2500mm/an, les précipitations sont presque quotidiennes dont le maximum d'intensité est aux équinoxes,
- Les vents sont faibles à dominante est sauf quelques tornades ou typhons liés à de faibles pressions locales.

I.4.2- Climat tropical :

Il s'observe dans toute la zone intertropicale, qui se caractérise par l'absence de saison hivernale et la présence d'une ou deux saisons humides entre lesquelles s'intercalent une ou deux saisons sèches. La température moyenne de chaque mois de l'année est $> 18^{\circ}\text{C}$, la moyenne du mois le plus froid est supérieure à 18°C .

Des précipitations annuelles n'excèdent pas 450 mm.

On peut distinguer plusieurs types de climat tropical, tel que : climat tropical de mousson, climat tropical de savane, climat tropical humide

I.4.2.1- Climat tropical de mousson :

Exactement à ce que sa dénomination peut faire croire, la mousson est le nom d'un système de vents périodiques dans les régions tropicales, actif particulièrement dans l'océan Indien et le Sud de l'Asie. De ce fait, les climats de mousson règnent dans la zone intertropicale se caractérisent par deux saisons : une longue saison chaude et sèche, et une courte saison chaude et humide. Dans la longue période la température de l'air se limite entre 32 à 43°C le jour, et 21 à 27°C la nuit, alors que dans la courte saison la température de l'air varie entre 27 à 32°C le jour, et 24 à 27°C la nuit, en générale l'amplitude thermique jour/nuit est faible.

Les vents sont forts et continus, qui soufflent du sud-ouest pendant six mois et du nord-est pendant l'autre semestre. Les précipitations peuvent atteindre 200 à 250 mm pour le mois le plus pluvieux. L'humidité relative est faible, sauf en saison humide, elle peut atteindre de 55 à 95%.

I.4.2.2- Climat tropical de Savane :

Le climat tropical de savane est un climat tropical sec dont les moyennes mensuelles de température sont au-dessus de 18°C tous les mois de l'année et qui possède une saison sèche prononcée. Les mois les plus secs ayant moins de 60mm de précipitations.

I.4.2.3- Climat tropical humide :

On trouve ce type de climat de part et d'autre de l'équateur, entre 15 à 25 degrés de latitude nord et sud. Ce climat connaît deux saisons distinctes, avec les caractéristiques suivantes :

- La saison humide (des pluies) et la saison sèche.
- La température mensuelle moyenne est au dessus de 18°C sur toute l'année.
- Les cumuls annuels sont compris entre 800 à 1500 mm par an.

Les vents ont une direction nord-est au sud-ouest dans l'hémisphère nord et une allure sud-ouest au nord-est dans l'hémisphère sud.

I.4.3- Climat aride :

Se développe au nord et sud de l'équateur entre 15 et 30° de latitudes, se caractérise par deux saisons : une saison chaude et un autre froide. La différence de température entre la nuit et le jour est très importante, et également des radiations solaires aussi.

- Les précipitations sont rares et irrégulières, elles varient de 50 à 250 mm, réparties sur quelques semaines.
- L'humidité relative est faible et évolue de 10 à 45%
- Les vents sont chauds et violents à dominante -Ouest-

I.4.4- Climat tempéré :

On distingue en général plusieurs climats dans la zone tempérée, située entre 30 et 50 ° de latitude dans l'hémisphère nord et sud.

Ce type de climat est caractérisé par des saisons bien marquées : des hivers humides et pluvieux, des étés chauds et humides. Les températures sont rarement extrêmes. Les précipitations sont très importants (11 m total annuel à Cherrapunji). Les vents les plus puissants peuvent atteindre la valeur de 500k/m.

Ce type comprend des sous-types : comme le climat méditerranéen.

I.4.4.1- Climat méditerranéen :

Les régions à climat méditerranéen occupent une position intermédiaire entre les dépressions tempérées et les anticyclones subtropicaux, elles s'étendent des latitudes 30 à 40 ° au nord de l'équateur. Cette zone connaît deux saisons :

En hiver : le bassin méditerranéen est influencé par des masses d'air d'origine polaire où :

- ☛ Les températures moyennes maximales diurnes varient de 8 à 21°C et les températures moyennes minimales nocturnes atteignent 0 à 18°C.
- ☛ Les précipitations ont une faible fréquence (moins de 100 jours par an) mais intensives.
- ☛ L'humidité relative est entre 60 à 70%.
- ☛ Les vents locaux, liés à la présence de couloirs et de reliefs montagneux, sont nombreux, variables et assez violents.

En été, les températures moyennes maximales sont de 25 à 38°C le jour et de 16 à 30°C la nuit. L'humidité relative est élevée pendant l'hiver et l'été, de 70 à 80%.

I.4.5- Climat Continental (climat tempéré froid) :

Se rencontre dans les moyennes et hautes latitudes de l'hémisphère nord, ce climat continental est un climat qui concerne les régions éloignées du littoral, se caractérise par un hiver froid et marqué, été chaud. La température moyenne pendant trois à quatre mois de l'hiver est très basse, avec des pointes à -30 ou - 40°C, par contre entre juin et août, la

température atteint ou dépasse 20 °C. De ce fait, les amplitudes thermiques annuelles sont accentuées, entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud, c'est presque le double.

Les précipitations sont relativement peu abondantes.

I.4.6- Climat polaire :

Ce climat est caractéristique des côtes nord de l'Amérique, de l'Europe et de l'Asie, ainsi que du Groenland, de l'Arctique et de l'Antarctique.

Le climat polaire connaît deux saisons, neuf mois d'un hiver très froid et glacial et trois mois d'un bref été très frais. En générale, ce climat se caractérise par des températures froides toute l'année, le mois le plus froid étant toujours au dessous de -40° C, et les températures moyennes du mois le plus chaud ne sont jamais supérieures à 10 °C.

Le froid de ces régions s'explique principalement par un angle d'incidence des rayons solaires très faible (46° 54' au cercle polaire et 23° 26' au pôle), la surface du sol reçoit donc très peu d'énergie et la quantité de chaleur reçue est donc très faible

Les précipitations tombent essentiellement sous forme de neige entre le printemps et l'automne et les vents sont souvent froids et violents.

I.4.7- Climat montagnard :

Le climat montagnard ne dépend pas des zones climatiques, il est propre aux diverses régions de montagne. Ce dernier modifie le climat localement selon deux facteurs : l'exposition ou non au soleil, aux vents dominants et l'altitude.

Les températures sont faibles, elles diminuent avec l'altitude, avec un gradient thermique moyen environ 0,6 °C tous les 100 m. Les précipitations augmentent en fréquence et en intensité, elles sont plus importantes sur les versants exposés au vent.

I.5- Climats de l'Algérie :

L'Algérie est le deuxième pays d'Afrique par sa superficie (2.381.741 km²), compris entre 18° et 38° de latitude Nord, et entre 9° de longitude Ouest et 12° de longitude Est. Grâce à cette grande étendue et la diversité du paysage algérien, plusieurs zones climatiques se trouvent dans l'Algérie varient du type méditerranéen au type saharien. Selon Mazouz.S, le climat Algérien se subdivise en 4 catégories principales (voir tableau 2) :

- Zone A : littoral marin

S'étend au nord du pays le long de la Méditerranée, où règne un climat de type méditerranéen marqué par des étés chauds et humides, et des hivers doux et pluvieux (400 mm à 1 000 mm de pluie par an). Les vents dominants sont de direction Nord à Nord Ouest en hiver.

- Zone B : Arrière littoral montagne

Est la combinaison des deux climats (climat littoral et de montagne), ce climat est marqué par un hiver plus froid que le climat littoral et des étés chauds et moins humides.

- Zone C : Hauts plateaux

Se caractérise par un climat de type froid (continental). On note une diminution globale des précipitations comparativement au littoral, l'accentuation des contrastes thermiques.

Les gels souvent tardifs et la neige hivernale sur les hauteurs. Les vents sont essentiellement de direction Ouest.

- Zone D : Pré-Sahara et Sahara

La surface de cette zone représente les quatre cinquièmes de la surface total de l'Algérie, où domine un climat sec et aride dont la frontière nord est le pied sud de l'Atlas saharien. Les principaux caractéristiques de cette zone sont : les températures sont très élevées le jour et très basses la nuit ce qui provoque un écart thermique très important, le rayonnement solaire intense, une l'humidité très faible, des précipitations annuelles extrêmement faibles (moins de 130 mm par an) et des vents locaux extrêmement chauds et secs.

« La température moyenne annuelle pour la ville de Biskra varie entre une valeur maximal et une valeur minimal de 43°C à 04°C avec une forte insolation, dépassent les 3500 h/an, et un intense rayonnement solaire direct qui peut atteindre 900 à 1100 W/m² sur un plan horizontal »¹¹.

Zone A : littoral marin	
Localisation	Latitude : entre la limite supérieure de 35° N à l'ouest à 37°25 N à l'est et la limite inférieure de 35°15 à l'ouest à 37°35 à l'est
Variations saisonnières	Spectre climatique varié de chauds étés avec le soleil abondant et peu de pluie et des hivers modérés
Températures	20-25
Précipitations	Assez pluvieux 500 mm,
Humidité	Peu élevée
Vents	Modérés, nord à nord ouest en hiver.

Zone B : Arrière littoral montagne	
Localisation	Latitude : entre la limite supérieure de 35°10 N à l'ouest à 37°35 N à l'est et la limite inférieure de 35°25 à l'ouest à 36°25 à l'est
Variations saisonnières	Avec des hivers plus frais

Zone C : Hauts plateaux	
Localisation	Latitude : entre la limite supérieure de 35°25 N à l'ouest à 36°25 N à l'est et la limite inférieure de 34°50 à l'ouest à 35° à l'est

¹¹ M'SELLEH Houda, Le confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique, cas des lieux de travail à Biskra, thèse de magistère, Université de Biskra, 2007.CH : IV, p : 137

Températures	Températures supérieures à 30 degrés. Écart important (15-18). En hiver, les températures tombent en dessous de zéro.
Précipitations	Environ 300 mm mais très variable
Humidité	Peu élevée
Conditions célestes et rayonnement	Ciel clair avec des périodes de nuage léger. Rayonnement diffus modéré des nuages et rayonnement réfléchi par le sol de modéré à élevé.
Vents	Essentiellement de direction ouest. Tend à être fort débutant en fin de matinée atteignent le maximum dans l'après-midi. Nuits calmes.

Zone D : Pré-Sahara et Sahara	
Localisation	Latitude : entre la limite supérieure de 34°50 N à l'ouest à 35° N à l'est et la limite inférieure de 19° à l'est et à l'ouest
Variations saisonnières	02 saisons, chaude et froide
Températures	T° Moy. Max : 45° et entre 20-30 en hiver variation saisonnière de 20°. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids.
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments,
Humidité	Humidité réduite entre moins de 20% après midi à plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnement	Ciel clair pour une grande partie de l'année, mais les vents sable et les tempêtes sont fréquents, arrivant généralement les après midis. Rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par le sol.
Végétation	Extrêmement clairsemée
Vents	Généralement locaux

Tableau-I.2 : Les zones climatiques en Algérie et leurs caractéristiques

Source : Mazouz.S, 2004

I.5.1- Les zones climatiques d'hiver :

La zone H1 : selon l'effet de l'altitude, cette zone se subdivise en deux sous-zones :

H1a (littoral-mer) : où l'altitude est inférieure à 500 m, cette sous-zone possède des hivers doux avec des amplitudes faibles. Alors que la sous-zone H1b est marquée par des hivers plus froids et plus longs. Cette sous-zone est nommée encore arrière littoral-montagne dont l'altitude est supérieure à 500 m.

La zone H2 : cette zone aussi se divise en deux sous-zones H2a et H2b, la première se développe entre les altitudes 1000 et 1500 m, elle est caractérisée par des hivers froids ayant un écart diurne important, elle connue sous le nom « Atlas tellien-montagne ». Atlas saharien-montagne ou bien H2b est marquée par des hivers encore plus froid que la premières sous-zone, car la hauteur est plus importante aussi (dépasse les 1500 m).

La zone H3 : la dernière zone est composée de trois sous-zones, le pré-Sahara, Sahara et Hoggar c'est-à-dire H3a, H3b et H3c. le pré-Sahara (H3a) s'étend dans les régions où l'altitude est comprise entre 500 et 1000 m, elle est remarquable par des hivers très froids la nuit par rapport au jour avec des amplitudes de températures importantes entre le jour et la nuit.

Sahara (H3b) s'étale dans les altitudes 200 à 500 m, est déterminée par ses hivers moins froids

que le pré-Sahara, avec des écarts de température diurne. Le Hoggar (H3c) s'étend dans des l'altitude qui ne dépasse pas les 500 m, cette sous-zone est caractérisée par des hivers très froids.

I.5.2- Les zones climatiques d'été :

La zone E1 : Grâce à la proximité directe de la mer, elle est caractérisée par des étés chauds et humides et un écart de température diurne faible.

La zone E2 : Elle est marquée par des étés plus chauds et moins humides avec des écarts de température diurne importants.

Les zones E3 : Cette zone ayant des étés très chauds et secs avec une amplitude thermique élevée.

Les zones E4 : Elle est marquée par des étés très chauds et secs mais plus pénible que la zone (E3)

Les zones E5 : Elle est caractérisée par des étés très chauds et secs et extrêmement pénible par rapport aux deux dernières zones (E3) et (E4)

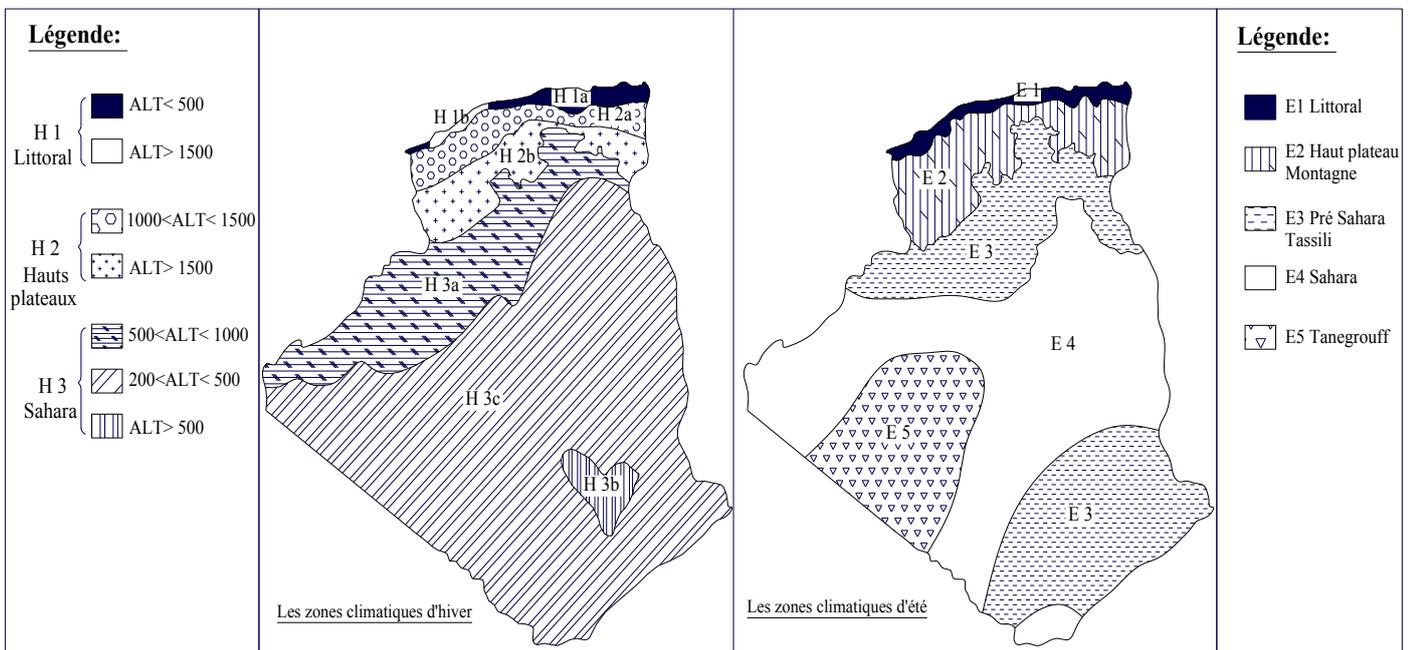


Figure-I.3: les zones climatiques d'hiver et d'été en Algérie
 Source : ministère de l'habitat, 1993.P :10-11, réadapté par l'auteur.

I.6-Climat et microclimat urbain :

Il nous a paru nécessaire de parler sur les différents types de couches composants l'atmosphère. Ce dernier est une immense couche de gaz et de poussières qui enveloppe le globe terrestre dont ses couches sont : la troposphère, la stratosphère, la mésosphère, la thermosphère et l'exosphère (voir figure I-4). Chacune de ces couches a des propriétés bien différentes (épaisseur, composition, température, pression). Ce sont les couches les plus basses de l'atmosphère et qui sont les plus touchées par la pollution due aux activités humaines (transports, industries).

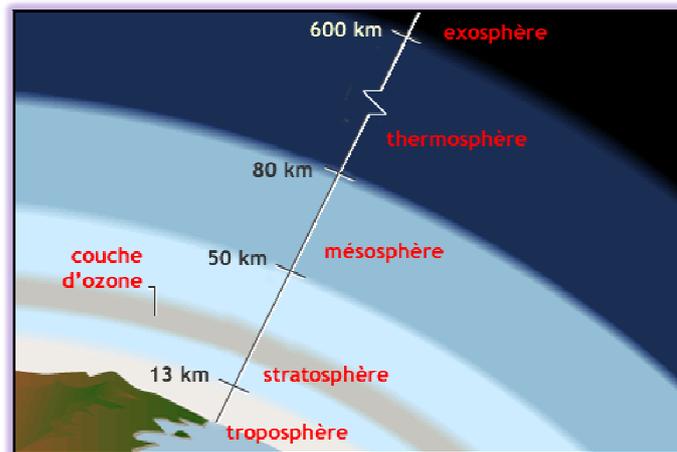


Figure-I.4 : Les couches de l'atmosphère terrestre
Source : Encarta Junior, 2009

« C'est dans la troposphère que les phénomènes climatiques observés au niveau de la surface terrestre ont principalement lieu, notamment au niveau de la couche limite planétaire (CPL) qui s'étend jusqu'à une limite de 2 km d'altitude ».¹²

I.6.1- La notion de canopée urbaine et CLU :

Le milieu urbain a souvent montré sa vulnérabilité lors d'écoulement de vents violents, de vagues de chaleur ou de pollution atmosphérique. Dans la couche limite générée par la ville on distingue deux parties (voir figure –I.5) : la première strate est la canopée urbaine, et la deuxième strate située juste au dessus de la canopée urbaine est appelée couche limite urbaine (CLU).

La canopée urbaine, couche atmosphérique urbaine délimitée par le sommet des toitures et des arbres, elle comprend une multitude de microclimats qui sont déterminés par la nature des alentours, de leur géométrie, des matériaux et de leurs propriétés. La limite supérieure de la canopée varie à cause de la hauteur variable des bâtiments et de la vitesse du vent.

¹² www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html - 5k

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

Ainsi, nombreuses études investissent de plus en plus le champ de la climatologie urbaine en s'intéressant aux phénomènes de grande échelle comme l'îlot de chaleur urbain, ou aux phénomènes thermiques et aérodynamiques de plus petite échelle se développant à l'intérieur de la canopée urbaine. Dans le contexte actuel de haute qualité environnementale et de développement durable, les perspectives sont d'améliorer la qualité de l'air, de maîtriser et de moduler les conditions de confort thermique piétonnier et de diminuer la demande énergétique des quartiers urbains.

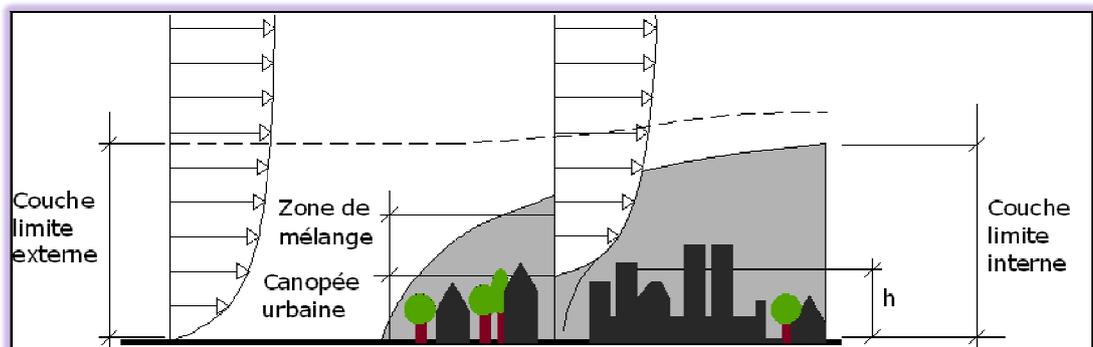


Figure -I.5 : la canopée urbaine et la CLU

Source : Reproduit par l'auteur, d'après www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html - 5k

I.6.2- Paramètres affectant le climat urbain :

La ville est un ensemble hétérogène : minérale et végétale, elle se compose d'une multitude d'éléments stables et d'autres instables. Les premiers sont bien connus : ce sont les bâtiments, rues, parcs, jardins, plans d'eau... Les seconds, sont des éléments qui changent avec la temporalité, donc ils sont à la fois dynamiques, volatiles et parfois insaisissable... l'ensoleillement, le vent, le bruit, la lumière, la chaleur, l'odeur : représentent les principaux facteurs instables dans un milieu urbain. Cette complexité physique et phénoménologique forme une variété de microclimats.

Lorsque la ville prend de l'ampleur, d'autres facteurs interviennent (chaleur apportée par les êtres humains, pollution de l'air) qui modifient le climat local et même le microclimat donc contribuent à la formation de climat urbain différent. Plusieurs facteurs interviennent dans le climat urbain, et qui sont :

- ↗ La densité et la taille de la ville
- ↗ La Morphologie

- ↻ Différentes activités tenant place dans l'espace
- ↻ La couverture minérale de la ville
- ↻ La couverture végétale
- ↻ Les étendues d'eau
- ↻ L'Albédo

I.6.2.1- La densité et Taille de la Ville

La concentration de la population dans les centres urbains change indirectement le climat de la ville, car la présence de millions d'êtres humains est autant de sources de chaleur (éclairage, chauffage...) et de pollution, l'intensité des activités urbaines est directement proportionnelle à la densité de la population. Ainsi, l'apport thermique anthropique aussi bien que l'intensité de la pollution de l'environnement devient d'autant plus important que cette densité est grande, ce qui provoque une chaleur en ville plus élevée qu'en campagne.

Les principales conséquences de l'urbanisation et la densification de la ville : brumes (se composent aux différents gaz néfastes), diminution de la végétation, réchauffement, ruissellement. La figure (I. 6) synthétise clairement ces effets.

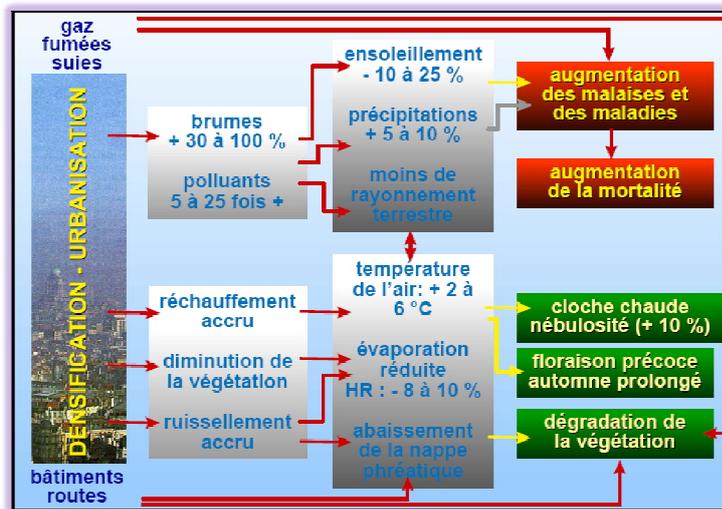


Figure-I. 6 : les modifications du climat urbain par rapport aux données moyennes hors milieu urbain

Source : De Herde A, Liebard A, 2005. p : 6a

I.6.2.2- La Morphologie :

La morphologie urbaine est la forme tridimensionnelle d'un ensemble de bâtiments ainsi que les espaces qu'ils créent (espace vert, rues...). La morphologie urbaine est d'importance primordiale pour le climat et le microclimat urbain, de ce fait, les caractéristiques physiques (tels que : hauteurs et prospects) ou la morphologie d'un espace affectent d'une manière significative sur : l'ensoleillement, l'écoulement de la masse d'air et le bilan radiatif de la ville. Aussi, les constructions peuvent également créer des courants d'air ou réfléchir les rayons du soleil (albédo). Elles constituent des écrans fixes pour leur voisinage.

L'effet des bâtiments peut être positif ou négatif :

- ☛ Positif si l'on recherche une protection contre le soleil.
- ☛ Négatif si les bâtiments voisins masquent le soleil alors qu'on souhaite bénéficier d'apports solaires.

I.6.2.3- Différentes activités tenant place dans l'espace :

Les activités anthropiques (ou humaines) sont générées par une multitude de sources : domestiques, industrielles, transport, éclairage, chauffage, climatisation et autres. « Cette chaleur émise par l'activité humaine peut modifier de manière significative la température ambiante car elle devient parfois égale aux apports radiatifs globaux »¹³. Le tableau suivant fournit des valeurs pour diverses villes américaines, européennes et asiatiques.

Ville	Taux d'émission anthropique (W/m ²)	Flux radiatif net global (W/m ²)
Chicago	53	-
Cincinnati	26	-
Los Angeles	21	108
Fairbanks	19	18
St. Louis	16	-
Manhattan, New York City	117 - 159	93
Moscou	127	-
Montréal	99	52
Budapest	43	46
Osaka	26	-
Vancouver	19	-
West Berlin	21	57

Tableau-I. 3 : Taux d'émission anthropique et bilan radiatif net
Source : www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html - 5k

I.6.2.4- La couverture minérale de la ville : Dans la ville où les aires sont asphaltées, pavées ainsi que les façades sont revêtis par une multitude de matériaux, constituent une importante couche imperméable dite minérale. Le bilan énergétique urbain est fortement affecté par les propriétés thermiques et l'albédo des différents matériaux ou couche minérale.

La nature des surfaces et leurs couleurs influent sur le microclimat, une surface blanche réfléchit un pourcentage important du rayonnement solaire, par contre une surface grise ou noir absorbe une grande quantité d'énergie.

L'asphalte et la brique comptent parmi les matériaux les plus utilisés en ville et sont caractérisés par une faible capacité thermique ainsi qu'une conductivité réduite.

¹³ www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/fr/index.html - 5k

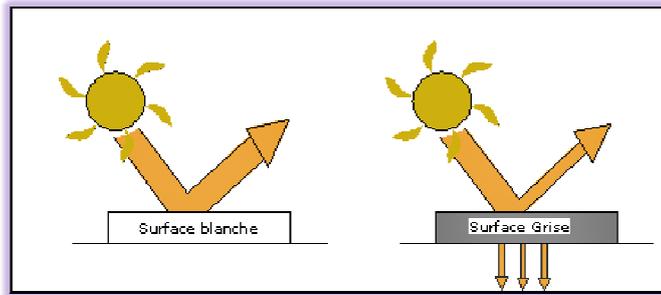


Figure-I.7 : La couleur de la surface (réflexion-absorption)

Source : Auteur, 2009

Selon le centre commun de recherche et la direction générale de l'énergie de la commission européenne confirme que les revêtements de sol ont un impact climatique qui dépend de leur taux d'absorption, de conductivité et réflectivité des rayonnements thermiques et capacité d'absorption de l'eau, par exemple l'asphalte et le béton absorbe énormément de chaleur et peu d'eau : ils rayonnent ensuite et fonctionnent comme des radiateurs urbains de jour et de nuit.

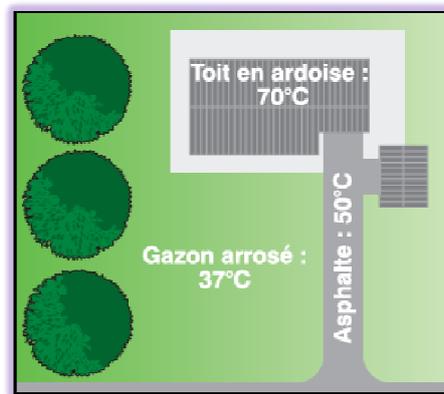


Figure-I. 8 : Température de surface de 3 matériaux (ardoise, gazon arrosé, asphalte)

Source : De Herde A, Liebard A, 2005

Le sable, l'eau, et le béton sont des surfaces réfléchissantes, éblouissantes, qui sont gênantes à proximités des lieux de vie. D'après le centre commun de recherche et la direction générale de l'énergie de la commission européenne- les températures de surfaces varient beaucoup en fonction des matériaux.

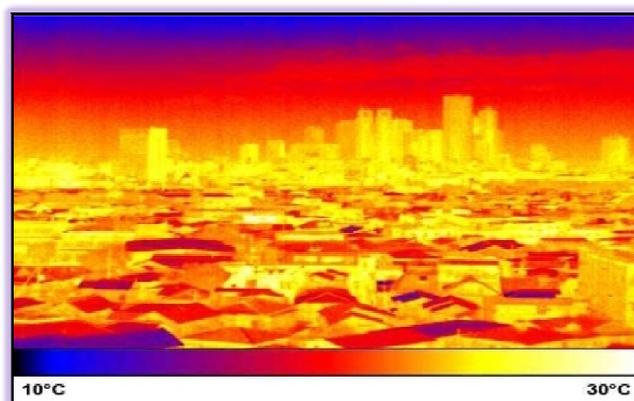


Figure-I. 9 : Carte de la température de surface : exemple de Singapoor

Source : International Association for Urban Climate,
in <http://www.urban-climat.org>

I.6.2.5- La couverture végétale :

Jardins, parcs, squares, ensembles végétaux constituent des éléments essentiels de la qualité du cadre de vie en ville, encore faut-il qu'ils soient bien conçus et que les arbres qui en constituent l'armature essentielle soient bien disposés, bien choisis et bien plantés pour créer des volumes et des ambiances qui répondent aux aspirations des habitants.¹⁴

Les arbres et les aires vertes agissent sur le microclimat par le biais de trois facteurs : le rayonnement solaire, le vent, et l'humidité de l'air.

Les espaces verts extérieurs permettent de guider les déplacements d'air en filtrant les poussières pendant les périodes chaudes.

Les végétaux créent des ombrages sur le sol et les parois, permettent de gérer l'habitabilité des espaces extérieurs et de protéger les espaces intérieurs des bâtiments. On peut résumer leurs effets en trois points essentiels :

- ✿ Oxygénation de jour grâce à la photosynthèse (absorption de CO₂, dégage l'O₂).
- ✿ Humidification de l'air (grâce au phénomène d'évapotranspiration des plantes).
- ✿ Fixation des poussières : par la position brise-vent des arbres et par le pouvoir adhésif de matière huileuse sur les feuilles.

« Dans le contexte urbain, une réduction de la température environnante de 1-2°C est attendue avec l'installation d'un bosquet dense, alors que la radiation solaire entrante peut être réduite de 20-60% suivant la densité des arbres »¹⁵

L'efficacité de ces espaces verts dépend de leur densité, de leur forme, dimension et position.

I.6.2.6- Les étendues d'eau :

Les fontaines, jets et plans d'eau permettent de modifier localement la température et l'humidité de l'air. Grâce à l'inertie thermique de l'eau, ce dernier représente un tampon qui peut atténuer les fluctuations de température, à l'inverse des sols qui s'échauffent et restituent la chaleur rapidement, l'eau emmagasine et rend la chaleur lentement.

L'utilisation de plan d'eau permet de créer des microclimats et d'atténuer les variations journalières de température, l'eau trouve dans l'air ambiant la chaleur nécessaire pour passer de l'état liquide à l'état vapeur, la température de l'air se voit ainsi réduite et l'humidité relative de l'air augmente, encore l'eau agit comme un tampon grâce à sa capacité de stocker de la chaleur.

¹⁴ Cabanel, 1993 cités par 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, thèse de doctorat, Université de Nantes, 2000, p.53

¹⁵ Dr Marialena Nikolopoulou, Spyros Lykoudis and Maria Kikira, 2001, P : 6

I.6.2.7- L'albédo :

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

Les surfaces noires (ou très sombres) peuvent avoir une température dépassant de 21°C, la température des surfaces blanches avec un albédo de (50 à 90 %).

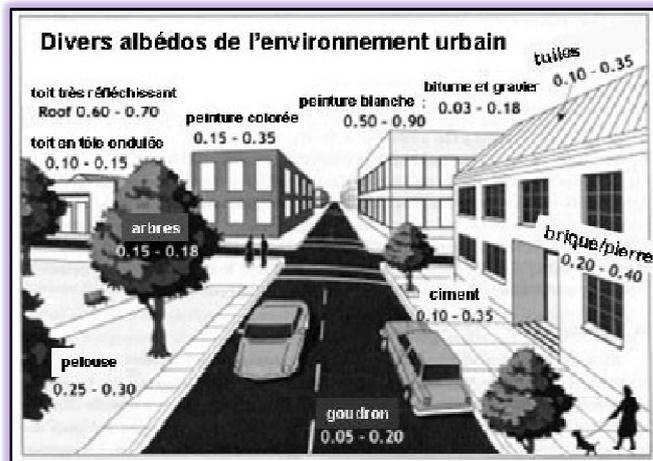


Figure- I.10 : Divers albédos de l'environnement urbain
www.cstb.fr/fileadmin/documents/.../doc00004338.pdf

Surface	Albédo%
Neige fraîche	80-85
Neige ancienne	50-70
Glace de mer	30-40
Rochers	20-25
Sables	15-25
Champ de céréales	15-24
Villes	13-15
Forêts	5-15
Nappe d'eau	4-13

Tableau-I.4: l'Albédo
 Source : GODARD.A et TABEAUD .M, 2000

I.6.3- Les phénomènes de base influençant l'environnement urbain :

La ville est un facteur important dans l'approche bioclimatique : ses caractéristiques influencent la conception des espaces architecturaux et elle est constituée elle-même un microclimat particulier à analyser. Elles entretiennent : îlot de chaleur, brise urbaine, panache ... autant de phénomènes propres aux échanges entre les surfaces urbaines et l'atmosphère. Le milieu urbain a souvent montré sa vulnérabilité face aux phénomènes :

- ↻ Le bilan radiatif
- ↻ Température et îlot de chaleur urbain
- ↻ Rugosité et vent
- ↻ Précipitations et pollution de l'atmosphère

I.6.3.1-Le bilan radiatif :

Le bilan radiatif englobe le rayonnement solaire visible et le rayonnement infrarouge. Le milieu urbain, il est à la fois absorbeur et émetteur du rayonnement solaire, de ce fait, le bilan radiatif (R) d'un milieu urbain est la somme des flux incidents de courtes et grandes longueurs d'onde absorbés par le tissu urbain moins l'émission de grande longueur d'onde des surfaces. Il est donné par l'équation suivante :

$$\mathbf{R} = (\mathbf{I}_b + \mathbf{I}_d) (1 - \mathbf{a}) - \mathbf{I}_1\uparrow + \mathbf{I}_1\downarrow^{16}, \dots \text{ Eq.1, Où :}$$

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

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

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

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

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

Le bilan radiatif est en fonction de :

- ↻ L'albédo moyen de la ville.
- ↻ La nature des matériaux de construction
- ↻ La couleur des revêtements (réfléchissants ou absorbants).

Sans oublier que la durée et l'intensité d'ensoleillement sont réduites en milieu urbain par les effets d'ombre portée des constructions et la végétation et par l'absorption et la diffusion dans l'atmosphère dues à la pollution de l'air.

I.6.3.2-Les températures et îlot de chaleur urbain :

Au milieu urbain la principale caractéristique climatique est la température de l'air qui change d'un endroit à un autre selon la fermeture ou l'ouverture de l'espace. Les températures sont liées aux apports solaires et l'écoulement du vent. Mais, en milieu urbain les températures sont influencées par d'autres paramètres tels que : les consommations énergétiques (l'éclairage public, le chauffage...) et la nature de tissu urbaine (tissu dense, moyen, matériaux de construction, le prospect ...). C'est à cause de ces paramètres que la ville est plus chaude que le milieu rural. La figure (I.11) explique les paramètres influençant la température urbaine. Selon Chémery Laure « *Il fait plus chaud en ville qu'en périphérie, surtout par temps calme : 2 à 3 d'écart sont fréquents* »¹⁷

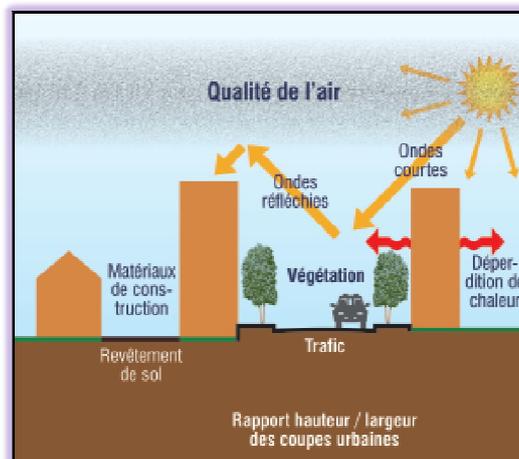


Figure-I. 11 : Les paramètres influençant la température urbaine

Source : De Herde A, Liebard A, 2005

¹⁶ http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/docs/lea/lea_ch4_fr.pdf.

¹⁷ Chémery Laure, Petit atlas des climats, 2006, p : 115

L'îlot de Chaleur est un phénomène microclimatique relatifs aux zones urbaines denses et se caractérisent par une augmentation de la température de l'air.

La température de l'ICU peut avoir 8 à 10°C de plus que l'environnement immédiat

« Les températures de surface maximales mesurées dans le canyon atteignent 53°C, alors que les minimales sont proches de 25°C. L'amplitude journalière varie entre 20 et 28°C en fonction du rayonnement solaire reçu. La différence maximale de température simultanée entre les deux surfaces opposées des façades des bâtiments est proche de 19°C »¹⁸

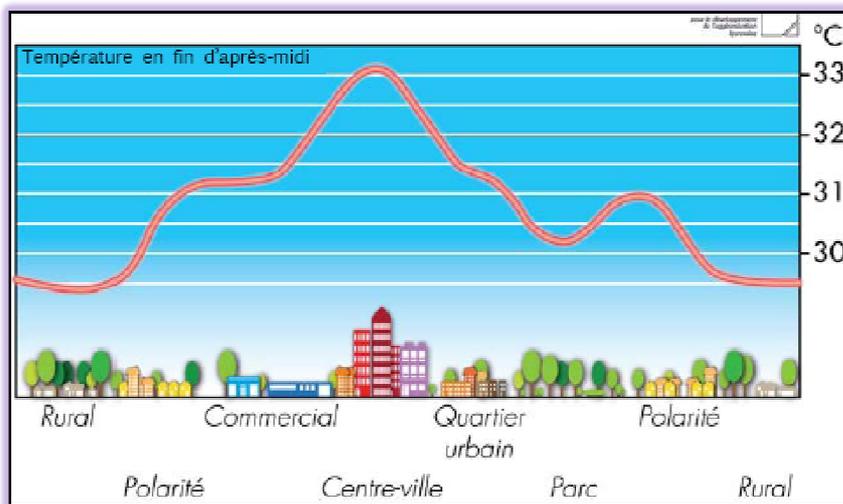


Figure-I. 12 : Profil schématique de l'îlot de chaleur urbain

Source : www.grandlyon.com/.../Thematique_lutte_contre_ilots_chaleur_urbains.pdf

« Ce phénomène d'îlot de chaleur urbain peut être bénéfique en période hivernale eu égard aux besoins de chauffage, mais, en période estivale, il devient critique pour le confort thermique à l'intérieur des bâtiments ainsi que pour la demande énergétique exigée par la climatisation »¹⁹.

Les facteurs les plus importants qui influencent le phénomène d'îlot de chaleur sont :

Le milieu urbain dense, la rue canyon, les propriétés thermiques des matériaux, la chaleur anthropique, l'effet de serre urbain, la réduction des surfaces évaporatives et réduction de la vitesse du vent

➤ **Le milieu urbain dense :** Les échanges radiatifs dans une géométrie urbaine comme le canyon réduit les pertes des rues par l'effet de la réflexion et la ré-réflexion des surfaces le long de la rue canyon (le piégeage).

¹⁸ Vinet Jérôme, 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, thèse de doctorat, 2000, p : 39

¹⁹ BOZONNET Emmanuel, impact des microclimats urbains sur la demande énergétique des bâtiments, cas de la rue canyon, thèse de doctorat, Université de la rochelle, 2005, P : 4

➤ **L'effet canyon :** Un canyon urbain est défini par trois paramètres principaux :

H : la hauteur des bâtiments

W : la largeur du canyon, L : longueur.

A partir de ces trois paramètres, (H, W, L), ceci permet de déduire la description géométrique du canyon qui se limite à quelques mesures simples : les rapports H/W et L/H et la densité de construction.

$j = A_r / A_l$ ²⁰ Eq.2, Où : A_r : est la surface de la projection horizontale des toits. A_l : la surface de terrain occupée par les bâtiments.

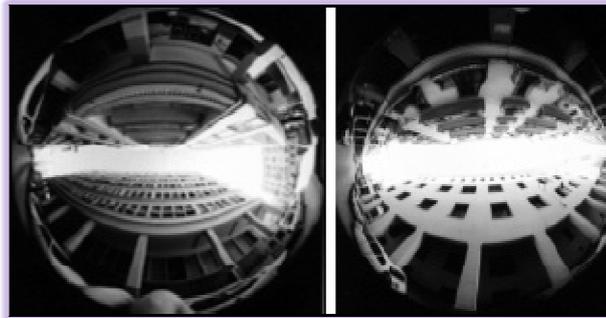


Figure-I.13 : Photos Fish-eye prises au niveau des rues de type Canyon.

Source : BOUCHERIBA.F, Séminaire Biskra, 2007. P : 332

➤ **Les propriétés thermiques des matériaux :**

Le taux d'absorption ou de réflexion des matériaux dépend de leurs propriétés physiques.

Les matériaux tels que le bitume et le béton stockent de la chaleur durant le jour qu'ils rendent à l'atmosphère durant la nuit.

➤ **La chaleur anthropique :**

La chaleur anthropique est due à la production de la chaleur par les bâtiments et le trafic (l'activité humaine) : transports, éclairage, chauffage et la climatisation. Selon Emmanuel Bozonnet, les dissipations thermiques des bâtiments participent de façon significative au dégagement de chaleur anthropique et donc à l'amplification du réchauffement urbain en conditions estivales. (Voir figure-I.14).

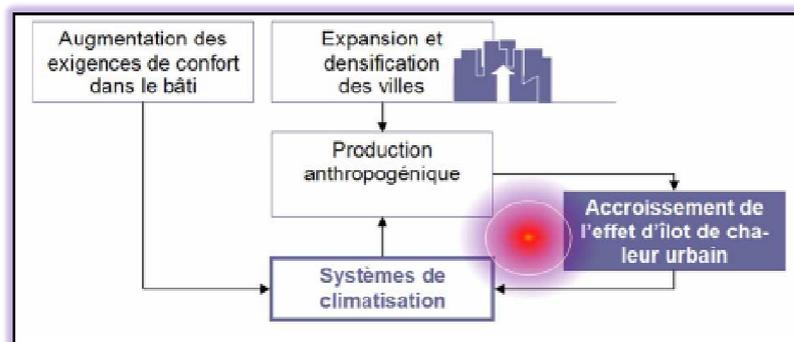


Figure-I. 14 : Phénomène d'amplification de l'îlot de chaleur urbain et système de climatisation

Source : Emmanuel Bozonnet, 2006

²⁰ http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/docs/lea/lea_ch4_fr.pdf.

☛ L'effet de serre urbain :

L'effet de serre entraîne un réchauffement climatique préjudiciable à l'environnement, ce phénomène est perturbé par les gaz rejetés dans l'atmosphère et la chaleur anthropique.

C'est un piégeage de l'énergie solaire par l'atmosphère principalement composés par les gaz à effet de serre (CO₂, H₂O, CH₄, O₃, N₂O, CFC) et qui possèdent des bandes d'absorption importantes pour des longueurs d'onde correspondant à l'émission des surfaces des parois ou de la terre.

☛ La réduction des surfaces évaporatives :

Grace à la minéralisation des surfaces urbaines et la diminution des surfaces vertes les températures d'air sont plus importantes.

☛ **Réduction de la vitesse du vent :** à cause de la présence des bâtiments, le phénomène d'îlot de chaleur peut avoir lieu durant le jour ou la nuit et peut conduire à des différences de températures allant jusqu'à 6,5K entre le centre ville et la périphérie d'un grand centre urbain (voir tableau I.5).

Ville	Augmentation de température (°C)
30 villes américaines	1.1
New York	2.9
Moscou	3- 3.5
Tokyo	3.0
Shanghai	6.5

Tableau –I.5 : Îlots de chaleur mesurés dans quelques villes urbaine

Source : http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/docs/lea/lea_ch4_fr.pdf.

I.6.3.3-Rugosité et vent :

Le vent est un des facteurs climatiques qui modifie nos activités et qualifie les ambiances de l'aménagement urbain et du confort des espaces extérieurs et intérieurs.

Comme le terrain urbain est très compliqué, due à la présence des obstacles minéraux et végétaux, la distribution des écoulements est très instable. L'ensemble de ces obstacles modifient l'écoulement du vent, par exemple, les grands maillages rectilignes (quartier en damier) provoquent souvent plus d'inconfort que le tracé irrégulier. L'effet du vent varie en fonction de : la hauteur, le prospect, le volume...

Généralement, la vitesse du vent dans la canopée urbaine est significativement plus faible que la vitesse du vent non perturbé. Ainsi, la distribution verticale des vitesses est découpée en deux zones : la canopée urbaine qui s'étend du sol jusqu'en haut des bâtiments, et la couche limite urbaine qui s'étend bien au delà des toitures (Voir figure-I.5). Selon Niels-Ulrik Kofoed et Maria Gaardsted, la vitesse de vent mesurée à une hauteur de 10 m par une

station météorologique située dans un lieu plat et à découvert peut être transformée en un vent représentatif d'une surface urbaine pour une hauteur (H)²¹.

$S = VH / V10$ Eq.3, $S=0.36$ (dans milieu urbain), de ce fait :

$VH=0.36 \times V10$, sachant que :

H : est la hauteur au-dessus de la surface en milieu urbain

S : représente la relation existant entre la vitesse du vent en milieu urbain à hauteur H

VH : la vitesse du vent en milieu plat à découvert à 10 m de hauteur

La rugosité α est plus forte dans une ville dense avec des immeubles hauts.

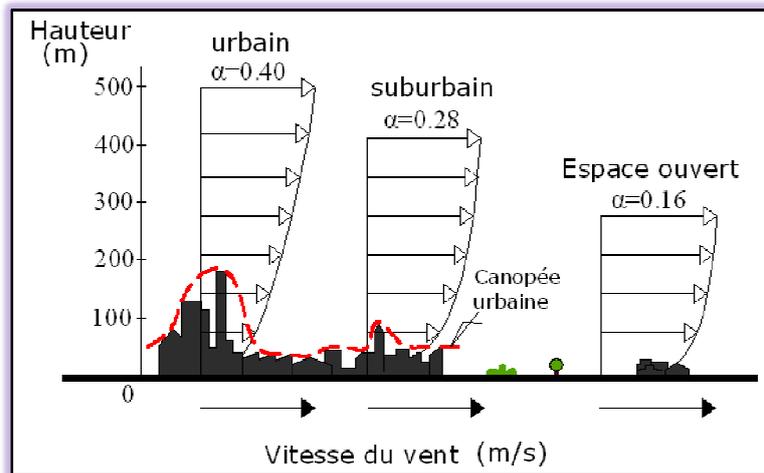


Figure-I.15 : Profils de vitesses du vent pour trois différents types de surfaces.

Source : Niels-Ulrik Kofoed and Maria Gaardsted, réadapté par l'auteur)

I.6.3.4-Pollution de l'air et des précipitations :

De Herde. Aet Liébard. A ont défini la pollution urbaine comme suit : Elle réduit les capacités de transmission de l'atmosphère urbaine...les taux d'ensoleillement en ville peuvent être gravement inférieurs à ceux de la campagne, ce qui fut le cas à Londres : en 1956, il a été instauré le -Clean Air Act- qui a permis de retrouver en 10 ans un taux d'ensoleillement hivernal dont la valeur était tombé à 50% de celui des environs.

Donc la pollution urbaine influe sur la qualité de l'air et l'ensoleillement (ambiance thermique et aéraulique), elle affecte aussi l'environnement acoustique et lumineux.

« Des niveaux de bruit de plus de 65db(A) sont considérés comme inacceptables, mais dans les villes modernes, la majorité de la population est exposée à de tels bruits.

La pollution lumineuse est devenue significative ces dernières décennies à cause de l'éclairage urbain et des niveaux de luminance qui peuvent être très élevés, même la nuit.

La température ambiante urbaine qui est supérieure à celle des environnements ruraux affecte aussi le confort et la consommation énergétique des bâtiments »²².

²¹ Niels-Ulrik Kofoed et Maria Gaardsted, Prise en compte du vent dans les espaces urbains

In RUROS, 1998-2002, p : 9

²² http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/tareb/docs/lea/lea_ch4_fr.pdf

Les sources de pollution extérieures principales sont :

- ☛ Les polluants industriels (azote et oxydes de soufre, ozone, composés organiques volatils (COV), fumée, particules, fibres,...).
- ☛ Les polluants dus aux transports : (monoxyde de carbone, gaz carbonique, oxydes d'azote, particules).
- ☛ Les polluants provenant du sol (radon, méthane)

Le fumée et brouillard ainsi que les pluies acides sont la meilleure preuve

La pollution urbaine limite l'énergie solaire incidente, augmente la diffusion dans la basse l'atmosphère. Les courtes longueurs d'onde sont plus affectées par cette diffusion (dite de Rayleigh) que les autres (ultraviolets et début du spectre visible).

Conclusion :

Dans ce monde, la forme sphérique de la terre, la course éclipique du soleil, la répartition des continents et la mer constituent les principales causes de la création des climats. Ces derniers, comme phénomène physique, est le résultat d'un grand nombre d'éléments qui se combinent entre eux.

Dans ce chapitre nous avons essayé de définir le concept climat et les facteurs composant de celui-ci pour mieux cerner et diriger le champ de notre recherche. Il était en effet nécessaire de parler sur les différentes échelles du climat, dont la connaissance est décisive en climatologie urbaine, notre recherche nous a permis de distinguer l'échelle locale et micro climat.

Le climat est l'une des clés de l'architecture bioclimatique et l'homme représente le centre de toute préoccupation, de ce fait, une bonne compréhension du mot climat conduit à une conception architecturale intelligente, qui assure à la fois la fonction et le confort dans les bâtiments dans n'importe quelle région. L'importance d'étudier le climat se révèle important encore une fois parce que nos modes de vie et plusieurs thermorégulations végétatives et comportementales et même techniques sont liés aux descriptions physiques de l'environnement à savoir : le vent, l'ensoleillement...

A cet effet, il est reconnu qu'une bonne connaissance des phénomènes climatologiques, ses variables, ainsi que leur utilisation de manière judicieuse, pourraient être d'un grand apport aux conditions de confort en générale, et particulièrement le confort des espaces intérieurs.