

**Peut-on remplacer la climatisation électrique  
par une climatisation naturelle  
au Cameroun, à Douala?**



Gabouge Nawel \_\_\_ Tollen Marion \_\_\_ Njanga Njoh Sandrine \_\_\_ Bardet Estelle

# Peut-on remplacer la climatisation électrique par une climatisation naturelle au Cameroun, à Douala?



## Plan

### Introduction:

#### I- Le Cameroun, Douala

#### II- La climatisation naturelle

⌘A Évacuer la chaleur et l'empêcher d'entrer

⌘B Isoler

⌘C Rafraîchir

#### III- Avantages et inconvénients :

⌘A Isolation thermique

⌘B Systèmes de rafraîchissement

### Conclusion

# ANNEXE

## Introduction:

La climatisation est une technique qui consiste à modifier, contrôler et réguler les conditions climatiques (température, humidité, niveau de poussières) d'un local pour des raisons de confort ou des raisons techniques (laboratoire médical, salle informatique, bloc opératoire...)

La climatisation électrique moderne a été inventée par Willis H. Carrier en 1902.



Willis H. Carrier

**Willis H. Carrier** (1876-1950) fut un ingénieur américain, inventeur et propriétaire de la société internationale Carrier, spécialisée dans les équipements d'air climatisé. Depuis 1902, Carrier Corporation est le numéro 1 mondial de la climatisation.

À Buffalo (New York) le 17 Juillet 1902, Willis Carrier a présenté des dessins pour ce qui a été reconnu comme le premier système de climatisation moderne. Les autorités dans le domaine ont reconnu quatre fonctions fondamentales que la climatisation doit remplir:

- 1) contrôle de la température,
- 2) contrôle de l'humidité;
- 3) la circulation d'air de contrôle et de ventilation;
- 4) la purification de l'air.

Après plusieurs années de tests, le 2 Janvier 1906, Carrier a obtenu le brevet américain sur son invention, qu'il appelait un "Dispositif pour le traitement de l'air". Il a été conçu pour humidifier ou déshumidifier l'air, en chauffant de l'eau pour la première et en la refroidissant pour le second. La première vente de "l'appareil" a été faite à la Banque nationale de crosse en 1906.

La climatisation est donc définie comme un mode de confort thermique lorsque la température extérieure est élevée et a aussi pour fonction d'assécher l'air lorsqu'en été, des apports externes (solaires) ou internes (appareils électroniques, nombre important d'occupants dans une pièce...) sont sources de chaleur.

Néanmoins il y a plusieurs risques liés à cette technique. L'entretien d'un climatiseur est important; une déficience à ce niveau peut entraîner des risques sanitaires : dans certaines conditions, la température et l'hygrométrie\* ambiantes génèrent un phénomène de condensation de l'eau. Si l'eau de condensation n'est pas régulièrement évacuée, les risques sanitaires apparaissent: la stagnation favorise en effet un développement microbien.

Les principaux risques sont :

- les risques pour la santé : certains climatiseurs ou systèmes extérieurs de refroidissement produisent des eaux ou peuvent proliférer des organismes pathogènes (ex: la Légionellose) s'ils sont mal entretenus. Presque tous les systèmes de climatisation comportent des filtres, qui doivent être soit nettoyés, soit changés périodiquement. Il y a aussi risque de choc thermique lorsque les températures de l'espace climatisé et de celui non-climatisé ont une trop grande amplitude.

- les risques pour l'environnement : la climatisation dépense de l'énergie, augmente la consommation énergétique des bâtiments ou véhicules qui en sont équipés. Cette technique fait souvent appel à des dispositifs frigorigènes utilisant des gaz à effet de serre et une partie de ces gaz s'échappe inévitablement dans l'atmosphère lors d'accidents, fuites ou mauvaise gestion de la fin de vie du matériel.

L'électricité est employée par les climatiseurs et est souvent produite par des systèmes polluants. On pense donc souvent à des moyens de climatiser sans utiliser cette énergie nocive pour la planète. Cette question, récurrente de nos jours, a une place très importante dans l'actualité et les débats, allant jusqu'à influencer la politique.

## I- Le Cameroun, Douala

Le Cameroun est un pays d'Afrique centrale et occidentale, situé entre le Nigéria, le Tchad, la République Centrafricaine, le Gabon, la Guinée Equatoriale, la République du Congo et le golfe de Guinée. Le Cameroun présente des climats intertropicaux variés qui se succèdent, allant du climat équatorial humide près de l'Océan Atlantique, au climat tropical sahélien dans les régions du Lac Tchad.

Douala est situé en bordure de mer (océan Atlantique) et à l'embouchure du fleuve Wouri. La ville possède un climat équatorial humide: il est caractérisé par deux saisons principales, la saison sèche et la saison des pluies. La saison des pluies dure entre juin et octobre, avec d'abondantes précipitations et la saison sèche dure d'octobre à mai. L'air est constamment saturé d'humidité\* (près de 99% en saison des pluies et 80% en saison sèche).

Ce climat, par son taux très élevé d'humidité, est propice aux moustiques et nécessite l'utilisation quotidienne de la climatisation. Sa nécessaire utilisation est aussi due à la chaleur constante pendant l'année. Le climat de la côte est en effet humide et chaud. *De l'époque coloniale, durant laquelle les séjours des Européens s'étaient sur de longues périodes pour ceux installés au Cameroun, Douala a gardé la réputation exprimée en termes crus d'être le " pot de chambre de l'Afrique ". A tout nouvel arrivant, on s'empresse d'expliquer que " l'année s'y divise en deux périodes : la saison sèche et la saison où il pleut "...*

Le climat de Douala se distingue par l'abondance de la pluviosité : plus de quatre mètres de précipitations moyennes annuelles. La pluie tombe sous forme d'averses plus ou moins brèves. Tous les ans, la hauteur de pluies maximale tombée en 24 heures est supérieure à 100 mm, avec une moyenne interannuelle proche de 170 mm et des pointes de record à 238 en 1964 et 235 en 1966. La chaleur sans être excessive est surtout constante. La température moyenne annuelle est de 26° à Douala. Les moyennes mensuelles oscillent entre 25° et 30°.

Un climat hyper pluvieux, avec plus de 230 jours de pluie par an, s'accompagne de légers nuages, voire de brouillard, et d'une humidité constante. La ventilation de l'air modère la moiteur ambiante. Les vents sont en général très faibles le matin. Le climat de Douala est donc loin d'être uniforme. Si le climat semble souvent aussi désagréable, c'est surtout en raison de l'humidité qui enveloppe la ville à chaque instant de l'année.

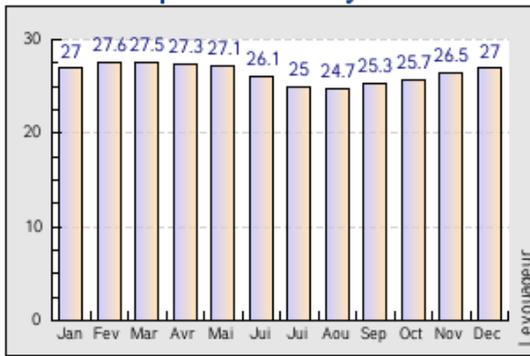
	3 novembre	4 novembre
Température	25°C	<i>minimale : 24°C maximale : 28°C</i>
Pression atmosphérique	1010 bars	-
Humidité	-	85%
Vitesse du vent	8 km/h	5km/h

*Exemple du temps de Douala les 3 et 4 novembre 2010.*

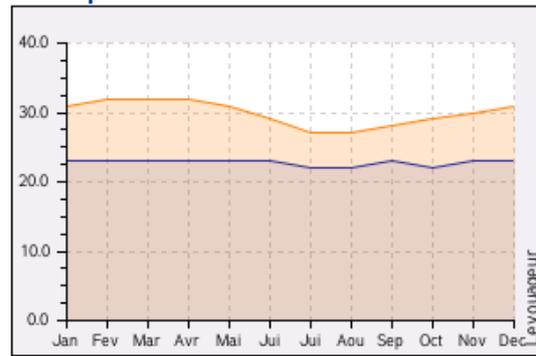
°c

°c

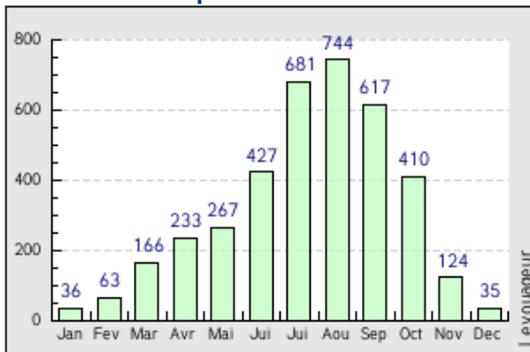
### Températures moyennes



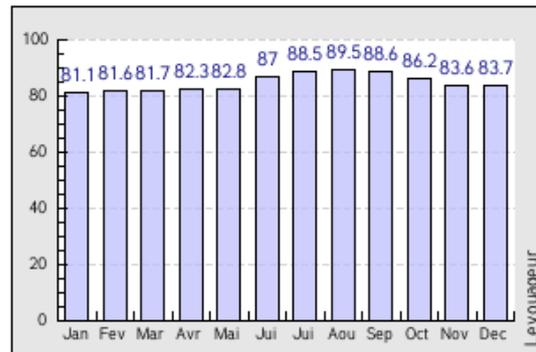
### Températures minimum et maximum



### Précipitations en mm



### Humidité



Comme on peut le constater, le climat de Douala est très chaud et humide. De fait, pour des conditions de confort, les milieux de vie doivent être constamment climatisés. La climatisation nécessite la plupart du temps de l'électricité. Or celle-ci est souvent obtenue par des techniques polluantes

L'électricité est une énergie secondaire, ce qui veut dire qu'elle est obtenue par la transformation d'une énergie primaire à l'aide d'un système de conversion. Une énergie primaire est une énergie que l'on trouve directement dans la nature (bois, charbon, gaz naturel, pétrole, vent, rayonnement solaire, eau, chaleur du sous-sol...). On entend par « énergie » la capacité à fournir du travail, à donner du mouvement ou à élever la température. L'électricité est fournie par différentes énergies : nucléaire, thermique et renouvelable.



Pour produire de l'électricité ici au Cameroun, on utilise majoritairement l'énergie hydraulique qui est une énergie renouvelable, certes, mais non moins polluante dans son obtention. Elle est produite dans des usines hydroélectriques à l'aide de barrages hydroélectriques. Un exemple de barrage est celui que l'on trouve à Edéa (*photo ci-contre*).

*Barrage de M'Bakaou sur le Dejem, affluent de la Sanaga (1968-1969)(Edea, Cameroun)*

Une autre énergie renouvelable que l'on pourrait utiliser au Cameroun est l'énergie solaire, obtenue par le biais de panneaux formés de cellules photovoltaïques qui captent la lumière du Soleil. Cette technique pourrait être très efficace en raison de l'important rayonnement solaire local.

## II- La climatisation naturelle directe

*A Douala, les habitations de l'époque coloniale (datant d'avant 1960) présentent des techniques de climatisation naturelle. En effet, l'électricité était plus difficile à obtenir et les habitants disposaient de suffisamment d'espace pour mettre en place les dispositifs encombrants ou orienter plus librement les ouvertures.*

### ⌘A Évacuer la chaleur et l'empêcher d'entrer

*La chaleur entre dans les bâtiments de plusieurs manières : par les vitrages, les murs ou le toit, par la pénétration d'air chaud... mais elle peut aussi provenir de l'intérieur (lampes, cuisines, ...).*

★ L'architecture permet de limiter le réchauffement d'une pièce. Les toitures avancées, les balcons, les fenêtres en retrait abritent une partie du bâtiment face au rayonnement solaire. Placer les grandes surfaces vitrées vers le Sud au lieu de l'ouest peut se révéler efficace, tout comme éviter les fenêtres de toit.

★ L'air chaud est plus léger que l'air froid et monte. Donc les plafonds hauts et en forme de voutes récupèrent la chaleur et laissent l'air le plus frais près du sol. Sur le même principe, on peut ouvrir une fenêtre sur le toit mais il ne faut l'ouvrir que s'il ne fait pas trop chaud à l'extérieur. Il est préférable de l'isoler et de l'abriter des rayons directs du Soleil lorsqu'elle n'est pas utilisée car elle peut devenir une raison de la surchauffe de la pièce.

★ On peut protéger les fenêtres grâce à des stores, des volets, des persiennes, installer des doubles vitrages anti-émissifs, des films solaires, qui arrêtent tout ou une partie des rayons du Soleil.

★ Pour réduire les apports d'air chaud, il est nécessaire de ne pas laisser les fenêtres ouvertes lorsque la température extérieure dépasse celle de l'intérieur. Sinon, la chaleur s'accumule dans les murs.

★ Enfin, un moyen de limiter la production intérieure d'air chaud est d'éviter les lampes à incandescence et halogènes. Il existe des lampes (appelées lampes fluo-compactes) qui dégagent bien moins de chaleur. Les appareils électroménagers et bureautiques (ordinateurs de bureau...) ainsi que la cuisine (gazinière...) sont d'autres sources de chaleur importantes à éviter en leur préférant des machines plus performantes, les ordinateurs portables (qui dégagent 10 fois moins de chaleur que les ordinateurs de bureau !), des cuissons limitées dans le temps...

### ⌘B Isoler

**L'isolation d'un bâtiment peut se faire de plusieurs manières différentes.** Elle est de préférence faite de l'extérieur.

Tout d'abord, l'**inertie**\* des matériaux utilisés joue un rôle important dans l'isolation. L'inertie est la capacité d'un matériau à conserver sa température afin de réduire les apports nécessaires en air frais et la température de la pièce. La pierre, par exemple, à une

forte inertie, à l'instar de la brique monomur, plus moderne. Des cloisons en matériaux lourd tels que les carreaux de plâtre et les briques de terre crue ou des sols minéraux tels que du carrelage épais... peuvent jouer le même rôle et sont plus simple à installer. Ils permettent une autorégulation de la température de la pièce et apportent donc un certain confort à ses occupants.

L'utilisation de la **chaux** pour peindre les murs est particulièrement efficace. Son action peut être renforcée par l'ajout de chanvre à la chaux utilisée.

Le blanc renvoie en effet vers l'espace une grande quantité de rayonnement solaire

**Peindre les toits des villes en blanc** les rafraîchirait.

Cette technique ajoute aussi à l'esthétisme de ces villes et leur donne un « air » méditerranéen (dans les deux sens du terme).

Si tous les toits étaient peints en blanc, l'îlot thermique caractéristique des grands centres urbains pourrait être réduit de 33%. En été, cet effet rafraîchissant serait bien évidemment plus important, puisque que la quantité de rayonnement reçue est supérieure.



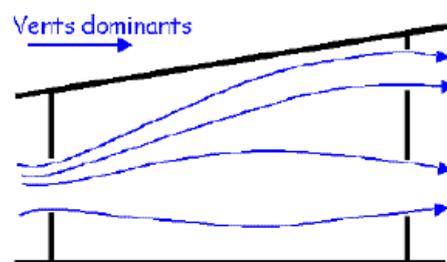
**EXEMPLE :**



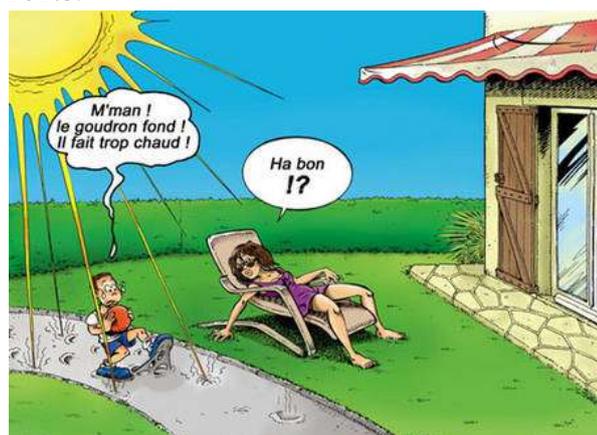
*Sur la tour Elithis la partie la plus exposée a été recouverte d'un bouclier thermique transparent en **résille**. Le procédé semble efficace, puisque les calculs montrent que l'effet du rayonnement solaire se trouve atténué de 80 %. Des panneaux isolants de 12 cm d'épaisseur à base de **ouate de cellulose** renforcent également l'isolation thermique du bâtiment. Le double-vitrage (1.400 mètres carrés en façade) enferme de **l'argon** entre les deux surfaces vitrées La climatisation devrait être peu sollicitée grâce à **l'isolation**, avec le **vélum métallique** protégeant des rayons solaires, mais aussi grâce à une **ventilation naturelle**.*

**⌘C** Rafraîchir

La première technique de rafraîchissement utilise la **ventilation**. Elle est plus efficace de nuit que de jour. Pour que ses effets soient tangibles, l'air doit être renouvelé en totalité 4 à 8 fois par heure. Donc il faut d'abord que des ouvertures soient pratiquées de deux côtés opposés de la pièce afin que le vent puisse traverser : il s'agit d'une **ventilation transversale**. Elle est d'autant plus efficace lorsque les orifices de sortie ont une surface une fois et demie supérieure à celle des orifices d'entrée et qu'ils sont orientés en direction des vents les plus forts.



la  
Elle



**La pelouse** permet de refroidir l'air. Son rôle de régulateur thermique est dû à un processus d'évapotranspiration : chaque brin d'herbe agit en refroidisseur évaporatoire. En effet, surtout en été - ce qui convient pour Douala - le gazon libère de l'eau par évaporation et par transpiration.

Cela contribue au refroidissement de l'air (en été, les zones de pelouse peuvent être de 6° à 9° plus fraîches qu'autour d'une surface bétonnée ou couverte d'asphalte).

Néanmoins, ce procédé ajoute à l'humidité de l'air, déjà élevé à Douala. (Voir partie III)

Sur le même principe, on peut rafraîchir en faisant évaporer de l'eau dans des « canaris » par exemple (des vases en argile poreux). C'est un moyen archaïque mais particulièrement efficace. Même notre corps ou les plantes en ont l'usage : on transpire et les plantes utilisent l'évapotranspiration décrite précédemment



La **végétalisation** du toit a le même effet que le **mur végétal** et contribue en outre à l'intégration des édifices dans le paysage. Elle permet, comme toutes les plantes de faire de l'ombre et d'éviter le réchauffement de l'air.



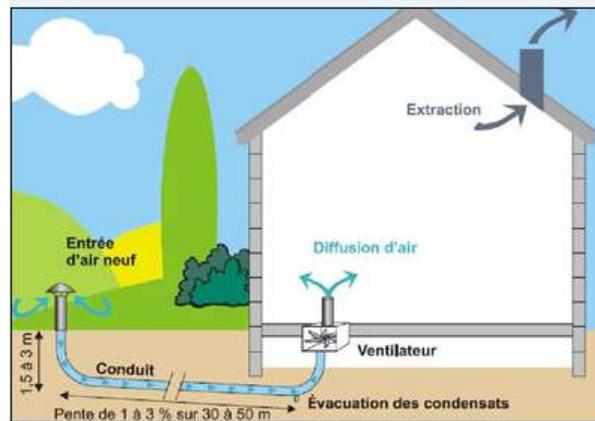
Le toit végétal, lui, se divise en 5 parties primordiales: la structure portante (assez solide pour supporter le poids des végétaux et de l'eau d'arrosage ou des possibles intempéries), une couche garantissant l'étanchéité de l'installation, une possible couche de drainage et de filtration (afin que l'eau ne s'accumule pas sur la toiture et qu'une fois filtrée, elle remonte et alimente les plantes en eau), un substrat de croissance (dans le but d'éviter que la terre se gorge d'eau et devienne trop lourde), et la couche de végétation (souvent constituée de plantes succulentes\* du fait de leur résistance). Il est souvent incliné (d'une pente d'environ 10° en général) pour faciliter le drainage.

On peut aussi **évaporer de l'eau** par divers procédés très simples : en mouillant périodiquement le carrelage, en arrosant la terrasse le soir, en disposant du linge humide en face d'un ventilateur...

Il existe des *rafraîchisseurs d'air*, appareils électriques qui refroidissent l'air en faisant passer de l'eau de l'état liquide à gazeux. Néanmoins, de l'énergie est utilisée (*chaque fois qu'un gramme d'eau passe de l'état liquide à celui de vapeur, il prend 600 calories à l'environnement dans lequel il se trouve*).

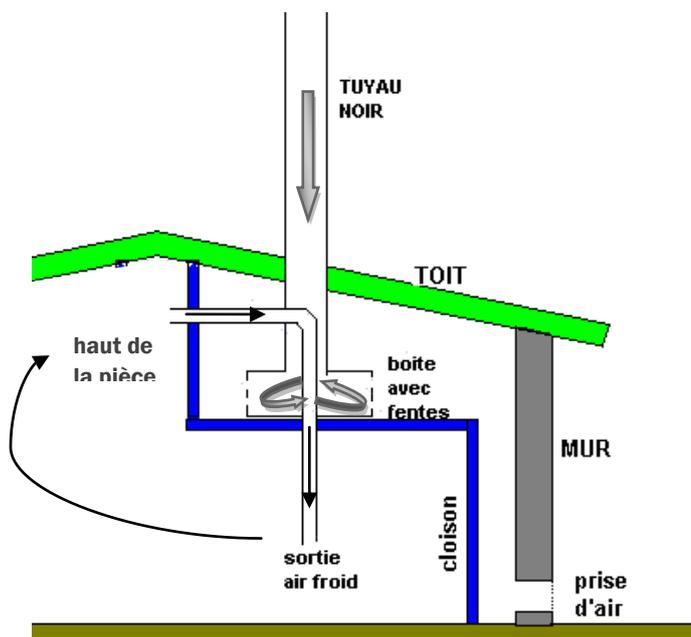
Des **tuyaux** intégrés dans les parois et qui font circuler de l'eau froide rafraîchissent les cloisons, le plancher, le plafond... C'est une technique peu répandue mais le nombre de ses utilisateurs croît.

Le **puits canadien** est parfois appelé « puits provençal ». Il peut réduire la température des maisons de 5 à 8°C. A Douala, la température du sol tourne autour de 17°C. Il faut installer un tuyau à environ 1,50 ou 2,00 mètres de profondeur qui s'étend sur près de 30 mètres (pour habitation individuelle). En faisant circuler de l'air à l'intérieur, on le refroidit pour ensuite l'introduire dans le bâtiment dont il est question.



et une

Cette installation nécessite l'ajout d'une VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée) \* afin de faire circuler l'air ainsi que pour éviter l'humidité. On sait que cet aspect est nécessaire pour le cas de Douala.



On peut enfin climatiser par **effet vortex** en utilisant la chaleur du soleil. Ce système fonctionne grâce à un tuyau noir en fonte qui accumule la chaleur reçue des émissions solaires. Cette chaleur arrive au niveau d'une boîte dont les côtés sont fendus. Ces fentes sont toutes orientées dans la même direction et permettent donc de faire tourner l'air dans cette boîte : il s'agit d'un effet vortex. L'air frais se retrouve au centre. On fait donc passer un tuyau plus fin, de métal, bon conducteur de température, à cet endroit. L'air qu'il contient est celui de la pièce, qu'il récupère en hauteur, où il est plus chaud. Cet air ainsi rafraîchi retourne dans la pièce en descendant le long de ce même

tuyau fin. Bien qu'il n'y ait pas de ventilation ou de renouvellement d'air, la pièce est climatisée.

### III- Avantages et inconvénients :

L'énergie hydraulique utilisée actuellement au Cameroun, nécessite l'installation de barrages. Cependant, ils sont peu nombreux (on en recense que 2 et un troisième et peut-

être prévu...), donc d'efficacité aléatoire, et modifient fortement le paysage. L'utilisation de panneaux solaires, possible, est un investissement de départ coûteux et le Cameroun est un pays du Sud, pas très riche et peu porté sur les nouvelles technologies. De plus, leur fabrication serait très polluante.

Il peut donc être intéressant de se pencher sur des solutions de climatisation naturelle, réduisant la pollution et l'utilisation de l'électricité, et se demander si elles sont applicables au niveau local.

### ⌘ A Isolation thermique

Les méthodes de climatisation naturelle n'ayant parfois pas autant d'efficacité qu'un climatiseur électrique, il est possible de les coupler avec une bonne isolation, afin de faire déjà baisser la température. *Il existe plusieurs méthodes d'isolation thermique qui présentent moult **avantages**...*

#### ★ **Le mur végétal :**

La couche de végétaux a un bon effet d'isolation thermique. Elle « purge » aussi l'air, puisque les feuilles des plantes retiennent la poussière et le CO<sub>2</sub> (gaz à effet de serre), ainsi que d'autres substances polluantes : on parle de bio filtration. Elle protège aussi les bâtiments de la pluie et de l'humidité dans le cas où elle recouvre tout le mur.

En outre, son installation n'est pas très compliquée, et on compte pour le coût, de 100 à 500 € par mètre carré (soit environ de 65.500 à 327.000 Fcfa), selon le type de mur végétal souhaité : artisanal ou à grande performance. L'entretien n'est pas très contraignant : pour un mur de particulier, il faut juste vérifier régulièrement le système d'arrosage, tailler les plantes de temps en temps et s'assurer de choisir des plantes correspondantes au climat et de leur donner de l'engrais.

Enfin, le climat camerounais étant entre 80 % et 95 % d'humidité toute l'année, avec beaucoup de pluie sur la moitié de l'année, et assez de soleil, il est assez favorable au développement des plantes. Cette humidité permet notamment d'éviter les problèmes de plantes fragilisées par la sécheresse de l'air, rencontrés en Europe dans les hauteurs.

#### ★ **Les toits peints en blanc :**

Le blanc a la faculté de renvoyer les rayons solaires, donc la chaleur. Dans un pays très chaud, comme le Cameroun, ce serait à priori une méthode efficace.

#### ★ **Les murs recouverts de chaux :**

D'après le même principe, ils renvoient la lumière et la chaleur. C'est un bon isolant, à l'intérieur comme à l'extérieur. Si on ne veut pas que l'enduit soit trop épais, il peut être un simple correcteur thermique.

*Mais il y a aussi des **inconvenients** :*

#### ★ **Le mur végétal :**

S'il est imposant, il demande beaucoup d'entretien. Il est conseillé de le faire faire par une société, ce qui est un coût supplémentaire. Enfin, il suffit d'une coupure d'eau dans la ville, ou d'électricité (c'est ce qui alimente la pompe pour l'eau), et le mur peut-être ruiné : il faut le

replanter. Il attirerait également les moustiques, ce qui serait très désagréable dans un pays équatorial tel que le Cameroun, où il y en a beaucoup.

#### ★ **Des toits peints en blanc :**

Ils finissent par s'obscurcir, notamment avec les poussières. Ils deviennent moins efficace et plus du tout esthétiques. De nombreuses surfaces ne pourraient être recouvertes (bouches d'aération). Il faut noter qu'il peut y avoir, dans les villes camerounaises, beaucoup de poussière, ainsi que de fortes pluies qui obligent à repeindre chaque année. Enfin, cette méthode ne marche pas sur tous les matériaux (par exemple, l'aluminium, qui absorbe la chaleur quoi qu'il arrive, ou la tôle dont sont fait la majorité des toits des habitations locales).

#### ★ **La chaux :**

Si elle n'est pas très utilisée actuellement par les entrepreneurs et autres, c'est parce qu'elle est chère (environ 60 €, ou 39.300 Fcfa, par mètre carré, pour deux couches).

### ⌘ Systemes de rafraîchissement

Dans un plus grand souci d'écologie et d'économie en matière de climatisation, des solutions plus naturelles ont été envisagées, afin de se rafraîchir sans avoir recours, ou alors très peu, à l'électricité qui, même lorsqu'elle provient d'une source naturelle, alimente des climatiseurs polluants.

Il existe aussi, hormis le mur végétal, des techniques naturelles exclusivement destinées à rafraîchir. Quelques uns sont expliqués plus haut (*partie II*) dont les *avantages* sont souvent *incontestables* :

#### ★ **Les tuyaux intégrés dans les murs :**

Ce système est intéressant car les tuyaux peuvent être intégrés dans le plafond, les murs et le sol. La pièce est constamment fraîche, et ce de manière assez homogène.

#### ★ **Le puits provençal :**

S'il est bien installé, ce système ne nécessite pas d'entretien particulier, à part le changement du filtre de la VMC, régulièrement. Comparée aux climatisations électriques, le coût de la consommation électrique de ce système, limité à la VMC, est moindre. Il n'est pas bruyant, et renouvelle en permanence l'air tout en rafraîchissant.

#### ★ **La climatisation solaire par effet vortex :**

Ce système, une fois installé, fonctionne tout seul. Plus il y a de soleil, plus il est efficace, ce qui est un bon point pour un pays équatorial comme le Cameroun. Un particulier peut le faire lui-même, ce n'est pas compliqué et pas trop cher à réaliser. Pour finir, même si le coût de départ et la pollution causée par la fabrication des matériaux nécessaires sont des facteurs de rejet du système, il faut considérer le long terme (puisque cette installation est durable) et voir que ces malus sont de loin compensés au fil de l'utilisation (qui ne demande aucune énergie polluante).

*Mais ces techniques ne sont pas non plus dépourvues d'inconvénients, qui se révèlent parfois non négligeables :*

### ★ Les tuyaux intégrés dans les murs :

Cette installation a pour inconvénient majeur de devoir être mise en place dès la construction de la maison. Il est très difficile de le faire après et tout problème technique demande des réparations ardues qui peuvent s'avérer coûteuses.

### ★ Le puits provençal :

L'inconvénient majeur de ce système est la nécessité d'avoir un espace vert à proximité, surtout parce que le tuyau doit être d'une certaine longueur. De plus, au niveau de l'efficacité, au Cameroun, le sol est chaud, surtout en saison sèche. La diminution de la température intérieure ne sera en conséquent pas très importante. Une mauvaise conception (tuyaux peu étanches ou pas assez lisses) peut entraîner la diffusion de radon (gaz radioactif naturel) dans la maison, et la présence de moisissures dans le conduit ; or, les mesures contre tout cela ont un coût plutôt élevé.

Aussi le système aspire l'air de l'extérieur, donc aussi la pollution, les pollens, les rejets de cuisine et autres. L'installation est compliquée car il faut enfouir les tuyaux, ce qu'il vaut mieux faire pendant la construction du bâtiment. Enfin, c'est très cher : pour une installation saine, efficace et durable, faite par un professionnel, il faut compter 10 000 € (soit près de 6.550.000 Fcfa). Or, on ne trouve même pas les matériaux les plus adaptés ici. Cela est sans compter que le Cameroun a un taux d'humidité de 99%. Les tuyaux, à une certaine profondeur, peuvent se retrouver dans une terre imbibée d'eau. Dans ce cas, si le terrain n'est pas assez pentu, on retrouve le problème d'eau stagnante et de bactéries.

### ★ La climatisation solaire par effet vortex :

Elle peut être faite artisanalement chez un particulier, mais une installation de professionnel (à l'instar de celle de l'hôtel Belroy, en Espagne) n'est pas encore possible. De ce fait, les systèmes artisanaux ne sont pas aussi efficaces que celui-là, la température ne baisse que de quelques degrés, qui dépendent surtout de l'ensoleillement. Enfin, la surface de tuyaux noirs à exposer au soleil est assez importante (plusieurs mètres).

En bilan aux inconvénients et aux avantages de ces méthodes dans le cadre de l'environnement Camerounais, il est important d'aborder l'aspect architectural du problème. En effet, les méthodes les plus reconnues, notamment le puits provençal, doivent, dans le meilleur des cas, être installées lors de la construction, ou lors de rénovations complètes. Il faut en outre de la place et de l'organisation, en tenant compte du voisinage. Or Douala ne s'est absolument pas développé, au fil du temps, dans cette optique, et la manière dont sont disposés les bâtiments empêche de mettre en place ces systèmes afin qu'ils s'adaptent efficacement au climat.

On rencontre le même problème pour les questions d'orientation des ouvertures : une fois les bâtiments terminés, il est très difficile de les changer pour diriger les portes, fenêtres ou baies-vitrées de manière à ce qu'elles permettent l'entrée du minimum de chaleur et du maximum de fraîcheur. De même, la position relative des constructions dans l'espace urbain impose indirectement des emplacements précis en raison d'un possible vis-à-vis, ou plus simplement de l'accès à chaque édifice, autant par les véhicules que par les personnes.



## CONCLUSION



Nous avons vu au cours de ce TPE qu'il existe de nombreux moyens pour climatiser de manière naturelle.

Certains peuvent être utilisés au Cameroun, et plus particulièrement à Douala. Néanmoins, le climat local et les caractéristiques de l'environnement sont très contraignants (fort taux d'humidité, très hautes températures, poussière...). Par ce fait, certains systèmes ne peuvent être employés, à l'instar de ceux qui utilisent l'évapotranspiration des plantes, qui augmentent l'humidité déjà élevée de Douala. En outre quelques moyens sont trop coûteux et leur installation est fort complexe, le matériel n'étant pas toujours disponible au Cameroun. Mais malgré tout d'autres sont plus simples, entre-autres le puits Canadien dont un essai a été effectué à Kribi, au Sud de Douala. Cependant le sol marécageux a empêché le bon fonctionnement du système. Le mur ou le toit végétal sont des structures tout à fait adaptés au climat, étant donné les fortes précipitations et l'abondance de la lumière solaire...

Enfin, il faudrait s'intéresser à la climatisation par effet vortex. En effet, c'est un système encore méconnu mais Douala réunit les caractéristiques climatiques nécessaires à son bon fonctionnement. C'est pourquoi nous avons choisi de réaliser une maquette présentant cette technique de rafraîchissement (voir annexe).

# ANNEXE

Dans le cadre de ce TPE, nous avons souhaité représenter sous forme de maquette une des méthodes de climatisation naturelle que nous avons étudiées. Nous ne souhaitions pas fabriquer une simple maquette en carton, mais quelque chose de plus concret. Pour cette raison, notre choix s'est porté sur la climatisation solaire à effet vortex, car un puits provençal aurait été trop contraignant à réaliser. De plus, il était intéressant de se pencher sur la conception d'un système peu connu et dit peu difficile à réaliser. Enfin, une climatisation solaire était le choix le plus adapté pour un pays comme le Cameroun, par rapport au climat.

## Le fonctionnement

La maquette que nous avons réalisée représente un système de climatisation à effet vortex. Il



s'agit d'un système basé sur la création d'un vortex qui existe grâce au rayonnement solaire. Ce dernier est accumulé par le tuyau sortant du toit, d'où l'utilisation de la fonte (étant un métal, c'est un bon conducteur thermique) qui de plus est peint en noir (il a tendance à emprisonner la chaleur émise par le soleil).



La forte température du tuyau doublée de l'air entrant par la prise d'air prévue à cet effet crée un vortex dans une boîte. Sa périphérie est parcourue de fentes qui dans le même

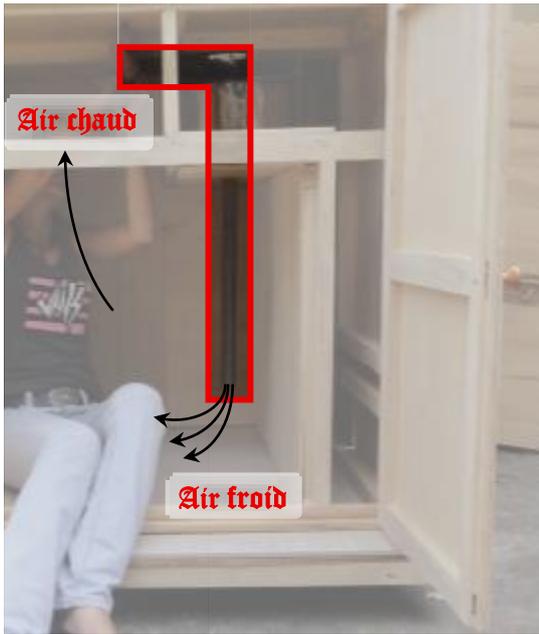


en  
vont  
sens

et font ainsi tourner l'air entrant. L'air chaud se concentre à périphérie, et l'air froid du centre est employé pour le refroidissement de la pièce. Pour cela, un tube fin, coudé, en acier galvanisé (bien que l'on puisse aussi se servir d'un



la



autre matériau qui soit bon conducteur thermique, à l'instar du cuivre...), récupère l'air chaud en hauteur, passe au centre du vortex, où l'air se refroidit pour ensuite redescendre et rafraîchir cet espace.

Les matériaux et la réalisation de la maquette:

Comme dit plus haut, une maquette « en dur » nous tenait à cœur, parce que cela nous semblait plus parlant.

Les matériaux utilisés pour fabriquer l'enceinte du système et de la pièce à ventiler sont du bois et du contreplaqué. Nous avons remis cette partie de la réalisation à un menuisier à qui nous avons remis les plans détaillés de cette enceinte.

Un des murs s'ouvre en deux portes, afin de pouvoir observer de l'extérieur le système de climatisation et prendre la température intérieure du système.

Un autre des murs est légèrement creux et contient un bac de bois, lui-même servant de support à un mur de briques. Nous avons rencontré quelques problèmes avec ce mur, notamment au moment de le fixer sur l'enceinte, car le bois avait travaillé et s'était déformé. Le système de climatisation se trouve du côté opposé à ce mur afin que le poids du tuyau en fonte équilibre celui des briques.

Pour fabriquer la boîte, nous avons utilisé une bande d'aluminium dans laquelle nous avons-nous même ouvert des fentes. Toutes les déformer du même côté permet de déterminer le sens dans lequel tournera l'air pour créer l'effet vortex. Cette bande, recourbée en cercle, est fixée à deux plaques d'acier. La plaque supérieure comporte un trou pour accueillir le tuyau en fonte et celle du dessous est percée d'un orifice plus petit permettant le passage du tuyau plus fin en cuivre.

Deux panneaux de bois permettent d'ouvrir et refermer la prise d'air, ce qui permet d'étudier le comportement du système selon la quantité d'air qui tourne dans la boîte.

Le tuyau de récupération de l'air frais, coudé, lui, est en cuivre car c'est un bon conducteur thermique.

Enfin, l'intérieur est isolé avec du polystyrène pour favoriser le fonctionnement du système en évitant que le froid ne se perde trop vite car il pourrait passer par les murs peu épais en contreplaqué. Le soin a bien sûr été pris de prendre les mesures de température avec et sans polystyrène.

#### Quelques problèmes dans sa réalisation:

La mise en place d'une plaque de contreplaqué à l'intérieur de la pièce à ventiler -- à travers laquelle le tuyau de récupération de l'air frais devait passer -- n'a pas pu entrer une fois le tuyau installé. Le trou était décalé puisque la plaque est maintenue sur deux côtés dans des encoches dans lesquelles elle entre.

Le travail du bois a été un obstacle à la fixation du mur de briques. Pour y parvenir, il a fallu limer les bords du « bac » en bois contenant le mur de briques avec une lime à bois pour le faire rentrer plus facilement.

La pluie de Douala a causé le détachement d'une portion du mur de briques, dans le coin. Le problème a été résolu grâce à un morceau de bois cloué en travers pour maintenir cette portion de mur en place.

#### Et son "rendement":

Notre rencontre avec plusieurs architectes et autres professionnels nous a permis de comprendre que la maquette ne fonctionnerait probablement pas, c'est-à-dire que la pièce ne serait sans doute pas climatisée, puisque ce n'était pas un modèle à taille réelle. Bien sûr, nous n'avions ni le niveau ni le temps nécessaires pour effectuer des calculs plus techniques et savoir quels paramètres il fallait respecter, notamment au sujet du volume de la pièce à climatiser, du débit et du volume d'air à faire circuler par la prise d'air pour obtenir une réelle diminution de température ou encore de la dimension du tuyau en fonte pour un rafraîchissement optimal.

Cependant, la maquette et le tuyau sont de taille plutôt imposante, ce qui laisse espérer un résultat, même léger.

#### Pour conclure:

Cette maquette, qu'elle fonctionne ou pas, permet de comprendre comment est organisé ce système de climatisation peu connu, et de réfléchir aux différents paramètres à respecter afin d'obtenir une climatisation à la fois naturelle et efficace. Ils concernent autant les matériaux que la taille, l'isolation, le volume d'air véhiculé, la taille de l'espace à climatiser, ... etc.

# Lexique

**Humidité:** présence d'eau (ou vapeur d'eau) dans l'air ou dans une substance (linge, pain, produit chimique...).

**Hygrométrie:** taux d'humidité de l'air.

**Inertie thermique:** L'inertie thermique est la capacité physique d'un matériau à conserver sa température. Un bâtiment à forte inertie thermique équilibrera sa température en accumulant le jour, la chaleur qu'il restituera la nuit pour assurer une température moyenne de confort.

**Plantes succulentes:** plantes charnues, également appelées « plantes grasses » (bien qu'elles n'aient pas de graisse), adaptées pour survivre dans des milieux arides car elles sont capables d'assimiler rapidement l'eau de pluie dans le sol ou des brouillards matinaux en bord de mer. Elles sont géographiquement réparties en bordure de mer, en plaine, en montagne jusqu'à plusieurs milliers de mètres d'altitude suivant les espèces.

**VMC:** (**Ventilation Mécanique Contrôlée**) dispositif intégré au bâtiment fonctionnant avec une centrale de ventilation forçant l'extraction de l'air pour le renouveler et assurer ainsi la qualité de l'air intérieur.

Double vitrage anti-émisif : vitrage formé de deux vitres séparées par une lame d'argon ou par de l'air ; c'est un bon isolant.

## Sites Web :

- ✘ <http://www.raec.org/>
- ✘ <http://fr.ekopedia.org>
- ✘ <http://www.larousse.fr>
- ✘ <http://fr.wikipédia.org/>
- ✘ <http://biohabitat.free.fr>
- ✘ <http://biohabitat.free.fr/>
- ✘ [www.puits-canadien.net/](http://www.puits-canadien.net/)
- ✘ <http://www.vacanceo.com>
- ✘ <http://www.levoyageur.net>
- ✘ <http://www.linternaute.com>
- ✘ <http://www.douala-net.info/>
- ✘ <http://www.econologie.com/>
- ✘ [www.futura-sciences.com/fr/](http://www.futura-sciences.com/fr/)
- ✘ <http://www.le-dictionnaire.com>
- ✘ <http://www.ecologie-urbaine.org>
- ✘ <http://www.cameroun-online.com>
- ✘ <http://www.sortirdunucleaire.org/>
- ✘ <http://erds.guia.free.fr/?q=node/26>
- ✘ <http://www.gapah.fr/duitcanadien.html>
- ✘ <http://www.hellopro.fr/tube-vortex-climatisation>
- ✘ <http://www.outilssolaires.com/visites/default.html>
- ✘ [www.troyes-ecologie.info/Dijon-l-exemple-a-suivre-pour.html](http://www.troyes-ecologie.info/Dijon-l-exemple-a-suivre-pour.html)
- ✘ <http://www.forumconstruire.com/construire/topic-93536.php>
- ✘ <http://www.climatisation.com/maison-energie-zero.php?Doss=35>
- ✘ [www.puit-canadien.net/duit-canadien/un-duit-canadien-a-la-reunion/](http://www.puit-canadien.net/duit-canadien/un-duit-canadien-a-la-reunion/)
- ✘ <http://www.isolation-et-chauffage.com/duit-canadien-ou-duit-provençal>
- ✘ <http://www.climatisation.com/inertie-thermique.php?choix=&key=175&subk=171>
- ✘ [http://mindminster.com/fr/maps/show\\_public/43252523?title=ecologie-et-habitat](http://mindminster.com/fr/maps/show_public/43252523?title=ecologie-et-habitat)
- ✘ <http://e-environnement.futura-sciences.com/climatisation-economie-d-energie.html>
- ✘ [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers09-03/010024637.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010024637.pdf)
- ✘ <http://www.guideperrier.com/article1315/murs-vegetalise-le-mur-vert-urbain-par-excellence>
- ✘ <http://forums.futura-sciences.com/habitat-bioclimatique-isolation-chauffage/322351-isolation-chaud-climat-equatorial.html>

## Revues :

- ♣ Science & vie 1042 (07/2004)
- ♣ Science & vie junior 175 (04/2004)