

## REDUCTION DE LA SENSATION DES MALAISES THERMIQUES: DETERMINATION ET CARTOGRAPHIE DES ORIENTATIONS PREFERENTIELLES DES BATIMENTS AU TOGO

AMEY K. B.<sup>1\*</sup>, SAMAH O.-D.<sup>2</sup>, AZOUMA Y. O.<sup>3</sup>, NEGLO K.<sup>1</sup>,  
KOUTO E. Y.<sup>4</sup>, ALOKPA K.<sup>4</sup>

1- Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs (ENSI), Université de Lomé,  
BP : 1515 Lomé (Togo)

2- Centre de la Construction et du Logement (CCL), BP. 1762 Lomé (Togo)

3- Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA), Université de Lomé, BP : 1515 Lomé (Togo)

4- Institut Universitaire de Formation Technique (FORMATEC), BP. 20436 Lomé (Togo)

*\*Auteur correspondant : ameykoss3@yahoo.fr*

(Reçu le 22 Avril 2014 ; Révisé le 23 Septembre 2014 ; Accepté le 06 Octobre 2014)

### RESUME

La présente étude a pour objet de contribuer à la réduction de la sensation des malaises thermiques à travers la recherche des orientations préférentielles des bâtiments dans les différentes zones du Togo à partir des conditions aérodynamiques et climatiques locales. Les données climatiques à savoir la température, l'hygrométrie, la pression et les directions du vent de neuf (9) stations météorologiques principales couvrant la période de 18 à 21 ans sont analysées. Il ressort que dans les zones situées au sud de la latitude du Front Inter Tropical (FIT), les malaises thermiques se font sentir toute l'année sauf pendant le mois de janvier. Quant aux zones situées au nord de la latitude du FIT, l'inconfort apparaît de décembre à février caractérisé par une température faible avec un confort dans les mois de mars et novembre. La période d'avril à octobre est celle de manifestation de malaises dus à des températures équivalentes élevées (supérieures à 60°C). A partir de ces résultats une carte indiquant, en tout point du territoire togolais, la configuration et les orientations à donner aux bâtiments est établie afin de permettre une ventilation naturelle optimale et un ensoleillement réduit, contribuant à la réduction des malaises thermiques.

Mots clés : Togo, climat, vent, orientation des bâtiments.

### ABSTRACT

The current study aims at contributing to the reduction in the effect of thermal discomfort through the search for preferred orientations of buildings in the various zones in Togo, based on local aerodynamic and climate conditions. Climate data namely temperature, hygrometry, pressure and wind directions recorded over a period of eighteen (18) to twenty one (21) years were analyzed. It emerges from the analysis that, in the zones situated south of the Inter-Tropical Front (FIT) latitude, thermal discomfort could be felt all year round except in the January. Relative to the northern zones of the FIT latitude, some discomfort is experienced from the month of December to that of February while some comfort characterized by low temperature is experienced in the months of March and November. From April to October, the indication of uneasiness experienced is due to the high equivalent temperatures (higher than 60°). From the obtained findings, a map is drawn up showing in every respect the configuration and orientation that should be given to building during their design on the Togolese Territory, in order to ensure the optimum natural ventilation and minimum sunlight to help reduce thermal discomfort.

Keywords: Togo, climate, wind, orientation of buildings.

**INTRODUCTION**

La ventilation naturelle permet d'assurer un débit d'air important dans un local afin d'évacuer les apports de chaleur dus au soleil, à l'occupation,... en rapprochant la température intérieure de celle de l'air extérieur sous abri et de créer une vitesse d'air élevée sur les occupants d'un bâtiment afin de favoriser le refroidissement du corps par convection et évaporation de la sueur(GIVONI B.,1981).

Ce double rôle sera plus ou moins bien rempli suivant qu'il s'agit d'un endroit plus ou moins dégagé (éminences ou lieux encaissés...) et suivant les effets de masque (urbanisme plus ou moins adapté, site urbain dense...)(GANDEMER B J *et al*, 1977). Il dépendra aussi de l'orientation du bâtiment. Aussi une ventilation transversale entre deux façades opposées permet d'utiliser au mieux les possibilités de la ventilation. Les ouvertures de ventilation sont donc à prévoir aussi larges que possible sur les faces exposées au vent (« face au vent » et « face sous le vent ») (Figure 1).

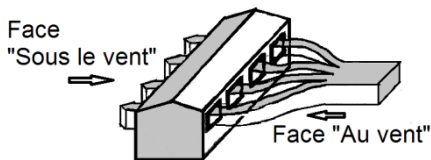


Figure 1 : Orientation de bâtiment pour une meilleure ventilation

Outre le vent et ses effets favorables sur le confort, l'ensoleillement, la température et

l'humidité sont des paramètres déterminants dans le confort thermique à l'intérieur du bâtiment. Une amélioration sensible du confort des bâtiments peut être obtenue en diminuant les apports solaires. Il s'agit de minimiser les surfaces ouvertes exposées aux rayonnements directs.

Au Togo, les directions du vent des alizés sont de Sud-Ouest au Nord-Est pour la mousson et de Nord-Est au Sud-Ouest pour l'harmattan. Sur la seule base de ces directions, les bâtiments peuvent être orientés de façon que les faces comportant plus d'ouvertures soient face au Sud-Ouest et au Nord-Est (Figure 2a). Quant à l'ensoleillement, il agit sur les façades Est et Ouest qui sont les plus exposées au rayonnement solaire durant la journée (Figure 2b).

Les bâtiments au Togo sont réalisés en considérant rarement les directions du vent et de l'ensoleillement. Même, si ces deux paramètres sont pris en compte par les acteurs de la conception des bâtiments (ingénieurs, architectes, etc.), ils les construisent de préférence avec les façades qui comportent les plus grandes parties des ouvertures «façades principales», orientées dans la direction Est-Ouest, correspondant à la seule prise en compte des direction des deux alizés. Ainsi les ouvertures devraient être protégées contre les rayonnements solaires et recevoir une grande partie du vent venant du Sud ou du Nord.

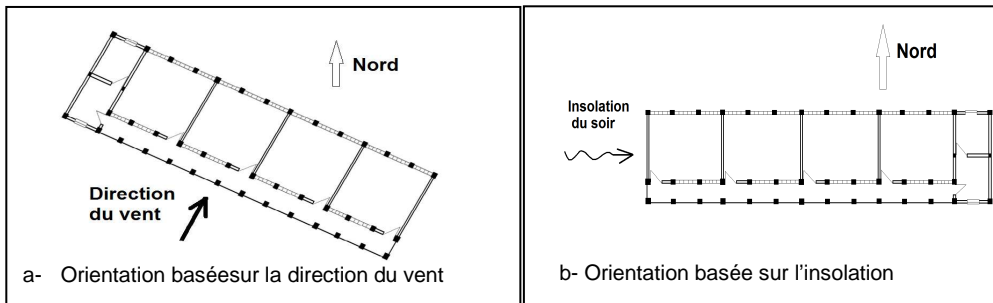


Figure 2 :Orientation de bâtiment au Togo

## Réduction de la sensation des malaises thermiques: détermination et cartographie des orientations préférentielles des bâtiments au Togo.

Malheureusement, aux considérations planétaires de la direction du vent (directions de la mousson et de l'harmattan) s'ajoutent celles nées à partir des microclimats, de plans d'eau ou encore d'agglomérations denses. Ainsi, des travaux effectués sur ces directions du vent au Togo, ont montré qu'il existe dix (10) zones de directions différentes de vent (AMEY K. B. *et al*, 2009). La prise en compte des seules directions des alizés, pour l'orientation à donner aux bâtiments au Togo par les acteurs de la construction sont pour la plus part du temps non sujette à une bonne ventilation naturelle. La grande partie de la population étant dans l'impossibilité d'avoir recours à un conditionnement artificiel (ventilation ou climatisation), se retrouve donc dans l'obligation de passer une grande partie de leurs nuits et de leurs heures de service à l'extérieur des bâtiments, recherchant un minimum de confort à travers une ventilation naturelle. Cette situation s'est aggravée par les délestages électriques qui se produisent régulièrement, mettant ainsi les locaux

climatisés hors usage de leurs systèmes de conditionnement artificiel.

Le présent travail consiste à rechercher pour le Togo, à partir des conditions aérodynamiques et climatiques locales (directions du vent, rayonnements solaires, température, hygrométrie et pression atmosphérique du Togo), la configuration des bâtiments et leur orientation sur les sites de construction au cours de la conception, permettant une ventilation naturelle optimale et un ensoleillement réduit conduisant à réduire les malaises thermiques.

## MATERIEL ET METHODE

### Matériel

Cette étude se porte sur le Togo, situé en Afrique occidentale et limité au nord par le Burkina-Faso, au sud par l'Océan Atlantique, à l'Ouest par le Ghana et à l'Est par le Bénin (Figure 3).

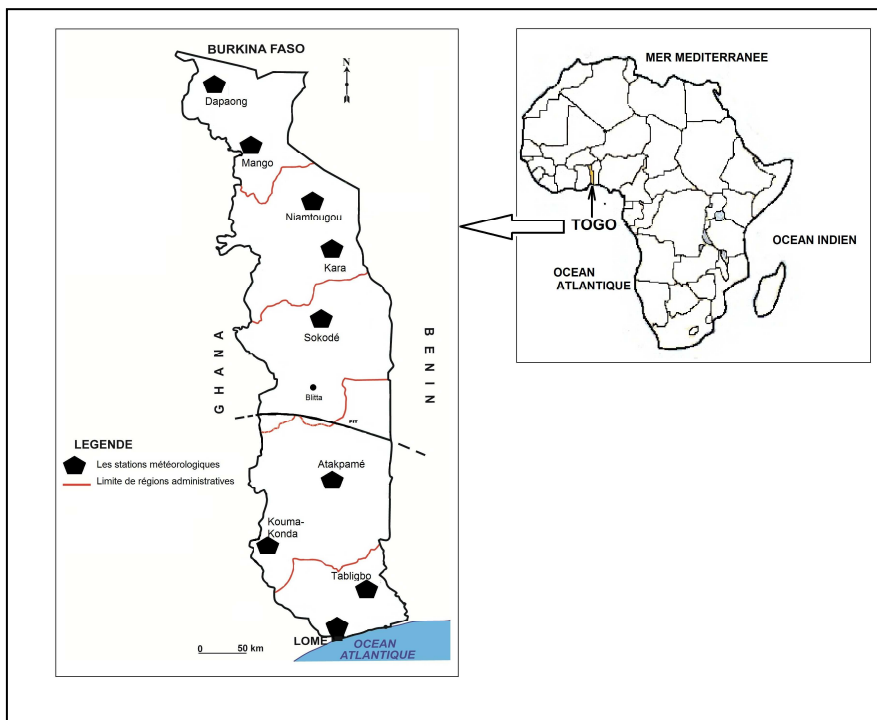


Figure 3. Localisation des stations météorologiques principales du Togo

Les données (température, humidité, pression et direction) des neuf (9) stations météorologiques principales sont recueillies à la Direction de la Météorologie Nationale du Togo. En s’orientant du Sud au Nord, elles sont situées dans les localités suivantes(Figure 2):

Lomé, Tabligbo, Atakpamé, Kouma-Konda, Sokodé, Kara, Niamtougou, Mango et Dapaong. Leurs coordonnées géographiques (ATLAS TOGO, 1981) et le nombre d’années d’observations sont donnés par le tableau I.

Tableau I : Coordonnées géographiques et nombre d’années d’observations des stations météorologiques du Togo

Stations météorologiques principales	Latitude (Nord)	Longitude (Est)	Altitude (m)	Années d’observations	Périodes d’observation
Lomé	06°10’	01°15’	19,60	1978-1998	21
Tabligbo	06°35’	01°30’0	44,00	1978-1998	21
Atakpamé	07°35’	01°07’	399,66	1978-1998	21
Kouma-Konda	06°57’	00°35’	638,00	1989-1998	10
Sokodé	08°59’50’’	01°09’10’’	386,48	1978-1998	21
Kara	09°33’	01°10’	341,73	1978-1998	21
Niamtougou	09°46’	01°06’	461,73	1980-1998	19
Mango	10°22’	00°22’	144,70	1981-1998	18
Dapaong	10°52’	00°15’	329,01	1980-1998	19

Les données du vent sont mesurées soit à l’aide d’un ensemble de mesure de vent interactif, soit à l’aide d’un indicateur combiné de direction et vitesse. Ces deux appareils comportent une girouette qui donne les directions du vent par rapport au nord géographique sur les neuf (9) stations météorologiques. La rose des vents donnée par la figure 4 a servi de référence dans l’orientation des directions de vent.

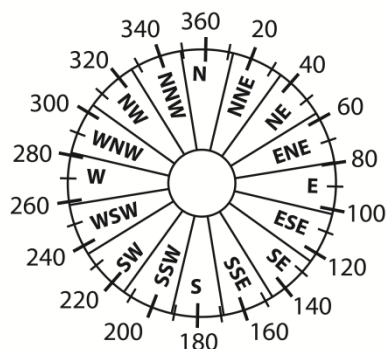


Figure 4 : Rose des vents

Les mesures des températures, de l’hygrométrie et de la pression atmosphérique sont données par un psychromètre composé de deux thermomètres qui sont liés à un thermographe mesurant la température de façon continue et un hygrographe enregistrant continuellement l’humidité de l’air.

Les tableaux II à IV donnent les différentes températures (t), humidités relatives (h) et pressions ( $P_{atm}$ ) obtenues dans ces différentes stations météorologiques.

Réduction de la sensation des malaises thermiques: détermination et cartographie des orientations préférentielles des bâtiments au Togo.

TableauII : Température t (°C)

Stations météorologie	Mois												Moyenne annuelle
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	
Lomé	22,93	28,59	28,78	28,69	27,93	26,88	25,92	25,82	26,27	27,08	27,88	27,61	27,03
Tabligbo	27,78	29,40	29,58	29,10	28,32	27,02	26,12	26,01	26,70	27,27	28,12	27,72	27,76
Kouma-Konda	25,15	26,32	26,19	25,61	24,70	23,59	22,47	22,45	23,04	23,73	24,46	24,28	24,33
Atakpamé	27,63	28,62	28,50	27,64	26,85	25,80	24,50	24,43	24,95	25,83	27,16	27,05	26,58
Sokodé	26,02	27,95	28,85	28,22	27,07	25,83	24,96	24,77	25,19	26,11	26,01	25,61	26,38
Kara	26,55	29,06	30,22	29,97	28,31	26,63	25,51	25,22	25,90	26,74	26,42	26,23	27,23
Niamtougou	26,13	28,35	29,48	28,95	27,33	25,69	24,68	24,46	25,09	26,03	26,29	26,26	26,56
Mango	26,89	29,70	31,89	31,96	29,84	27,78	26,64	26,42	26,87	28,19	28,07	26,93	28,43
Dapaong	26,75	29,36	31,56	31,56	29,61	27,18	25,78	25,28	25,86	27,96	28,65	27,22	28,06

Tableau III : Humidité relative h (%)

Station météorologique	Mois												Moyennes annuelles
	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	
Lomé	75,00	77,00	78,45	80,20	81,80	85,05	85,85	85,30	84,45	83,10	80,05	77,15	81,11
Tabligbo	67,65	67,50	72,25	75,50	78,60	81,20	82,00	81,40	79,85	79,25	76,00	72,10	76,10
Kouma - Konda	64,38	62,88	71,75	78,63	82,25	87,13	86,63	90,25	88,38	85,38	78,75	71,38	78,98
Atakpamé	52,35	56,10	65,15	73,45	76,95	80,90	84,55	84,65	83,10	78,95	68,50	59,35	72,00
Sokodé	39,50	40,95	55,15	70,20	75,75	79,50	82,50	83,60	82,20	75,90	62,85	48,00	66,34
Kara	34,80	37,55	49,40	65,65	72,85	78,55	83,00	83,50	81,35	74,60	58,60	41,60	63,45
Niamtougou	29,85	32,55	47,60	65,30	74,30	80,25	83,65	84,50	78,15	76,45	56,75	38,40	62,31
Mango	27,35	29,40	42,00	59,70	69,50	76,45	82,05	83,10	81,45	73,45	53,35	34,65	59,37
Dapaong	22,05	21,75	32,20	53,60	63,55	73,35	78,60	82,05	80,20	64,80	39,85	25,10	53,09

Tableau IV : Altitude (z) et pression atmosphérique ( $P_{atm}$ )

Station météorologique	Pression atmosphérique	
	Altitude (m)	(m.b)
Lomé	19,60	1010,9558
Tabligbo	44,00	1008,1620
Kouma - Konda	638,00	940,1490
Atakpamé	399,66	967,4389
Sokodé	386,48	968,9480
Kara	341,55	974,0925
Niamtougou	461,73	946,4800
Mango	144,70	996,6319
Dapaong	329,01	975,5284

**Méthode**

Deux étapes sont utilisées pour la recherche de la direction préférentielle:

- la recherche des périodes d'apparition des malaises thermiques dans l'année pour les différentes zones de direction de vent données par la figure 3;
- la détermination des orientations des bâtiments en fonction de l'effet conjugué du soleil et du vent.

**a-Périodes d'apparition des malaises thermiques.**

La recherche des périodes d'apparition des malaises thermiques, dans les différentes zones de direction de vent au Togo données par le tableau V et la figure 3, est faite à partir de la détermination des températures équivalentes qui traduisent la notion physique de chaleur interne de l'air atmosphérique et qui sont des combinaisons de valeurs des températures et des humidités des neuf (9) points de mesures. Ces différentes températures équivalentes ont servi à l'appréciation du confort à partir de la comparaison à celle qui marque le début de sensation de malaise thermique (60°C) B.C.E.O.M., 1952.

L'expression de la température équivalente pour les points de faibles altitudes est donnée par l'équation (1)

$$T = t + 1,6e_v \tag{1}$$

où t est la température de l'air atmosphérique (en °C), donnée par le tableau 2 et e<sub>v</sub>, la tension de vapeur dont l'expression est :

$$e_v = P_{ah} - P_{as} \tag{2}$$

avec P<sub>ah</sub>, la pression d'une quantité d'air humide donnée (en mb) et P<sub>as</sub>, la pression de cette même quantité d'air privé de son humidité (en mb).

Lorsque la vapeur d'eau est assimilée à un gaz parfait, l'expression de la tension de vapeur ou pression partielle est donnée par l'équation (3):

$$e_v = \frac{m_{vE} R_o T}{M_{vE}} \tag{3}$$

Dans cette équation, m<sub>vE</sub> désigne la masse de vapeur d'eau contenue dans l'air en kg; M<sub>vE</sub>, la masse molaire de la vapeur d'eau en kg/mol ;T,

la température de l'air en K et R<sub>o</sub>, la constante molaire des gaz parfaits (R<sub>o</sub>=8,31 J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>)

La tension de vapeur peut s'exprimer aussi en fonction du degré hygrométrique (r) donné par le diagramme d'air humide (voir figure 4) à partir de la température (t) et de l'humidité relative (h).

$$e_v = \frac{r.P_{ah}}{r+622} \tag{4}$$

où P<sub>ah</sub>, défini précédemment est égale à la pression atmosphérique (P<sub>atm</sub>) pour des mesures effectuées en milieu non

asséchés( P<sub>ah</sub> = P<sub>atm</sub> ).

Dans l'atmosphère, la variation de la pression avec l'altitude est exprimée en termes de température ou de pression comme suit:

$$\frac{P_z}{P_o} = \left( 1 - \frac{n-1}{n} \cdot \frac{z}{R_m T_o} \right)^{\frac{n}{n-1}} \tag{5}$$

ou

$$\frac{P_z}{P_o} = \left( 1 - \frac{n-1}{n} \cdot \frac{z \cdot \rho_o}{P_o} \right)^{\frac{n}{n-1}} \tag{6}$$

Dans ces équations, P<sub>z</sub> est la pression au point de mesure de niveau z (Tableau IV), P<sub>o</sub> la pression correspondant au niveau zéro (niveau de la mer), T<sub>o</sub> la température initiale au niveau du sol, z l'altitude du point de mesure (Tableau IV), n le rapport de la chaleur spécifique de l'air à température constante à celle de l'air à volume constant, ρ<sub>o</sub> la masse volumique de l'air et R<sub>m</sub> la constante massique des gaz parfaits (R=287 j/kg.K).

Le milieu atmosphérique étant considéré comme un milieu adiabatique, le rapport de la chaleur spécifique de l'air à température constante à celle de l'air à volume constant (n) des équations (5) et (6) prend la valeur 1; ainsi, ces équations deviennent respectivement :

$$\frac{P_z}{P_o} = e^{-\frac{z}{R.T_o}} \tag{7}$$

et

$$\frac{P_z}{P_o} = e^{-\frac{z \cdot \rho_o}{P_o}} \tag{8}$$

## Réduction de la sensation des malaises thermiques: détermination et cartographie des orientations préférentielles des bâtiments au Togo.

A partir des températures (t) du tableau II et des humidités relatives (h) du tableau III, nous avons déterminé les degrés hygrométriques (r) par le diagramme d'air humide de la figure 6. L'équation (7), nous a permis ensuite de calculer les pressions à l'altitude zéro (Z=0) et de déterminer les tensions de vapeurs par

l'équation (4). Quant à la température équivalente, elle est déterminée par l'équation (1).

La comparaison des températures équivalentes déterminées à celle de sensation de malaise thermique qui est de 60°C, nous a permis d'identifier, pour chaque zone de direction du vent au Togo (Figure 5 et tableau V), les périodes qui nécessitent une ventilation naturelle optimale.

Tableau V : Directions dominantes du vent dans les différentes zones du Togo (AMEY K. B. *et al*, 2009)

		Zone															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X						
Direction du vent	en degré	220	140	280	180	220	80	180	80	280	100	220	80	180	40	220	40
	en point cardinaux	SW	SE	W	S	SSW	E	S	E	W	E	SW	W	S	NE	SW	NE

### b- Orientations des bâtiments en fonction des effets simultanés du vent et du soleil

Pour les différentes périodes de sensation de malaises, les directions d'orientation des bâtiments sont déterminées à partir des principes suivants :

- le bâtiment doit, de préférence, être traversé par les vents dominants donnés par la figure 3 et le tableau V (AMEY K. B. *et al*, 2009) sur leurs faces principales (face comportant plus d'ouvertures) ;
- les façades Est et Ouest sont celles qui reçoivent plus d'énergie solaire au cours de la journée ; en conséquence elles doivent être orientées, dans la mesure du possible, parallèlement à la direction Est-Ouest ;
- les orientations de vent s'écartant de moins de 45° de la normale à la façade principale du

bâtiment donnent des résultats satisfaisants en matière de ventilation avec un ensoleillement adouci B.C.E.O.M., 1952.

Sur cette base, la définir l'orientation préférentielle est définie de la façon suivante :

- détermination de direction de l'orientation des bâtiments à partir de la seule direction du vent des différentes zones ;
- détermination de la marge de direction d'orientation des bâtiments en faisant  $\pm 45^\circ$  de leur direction d'orientation ;
- déduction de la direction la plus proche de l'orientation Est-Ouest comme direction préférentielle d'orientation des bâtiments ; il est à signaler que l'orientation Est-Ouest correspond à la protection des ouvertures contre l'ensoleillement.

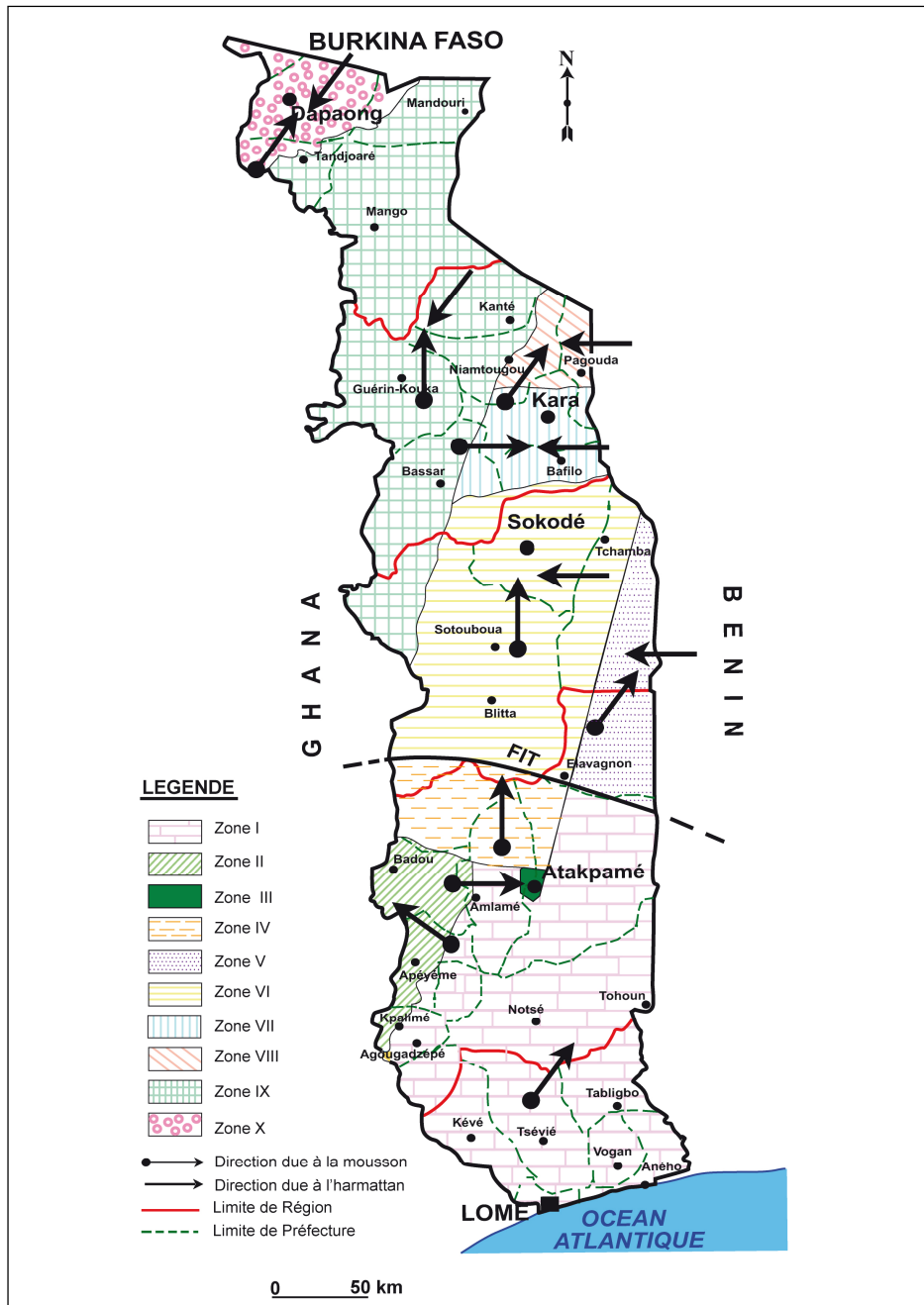
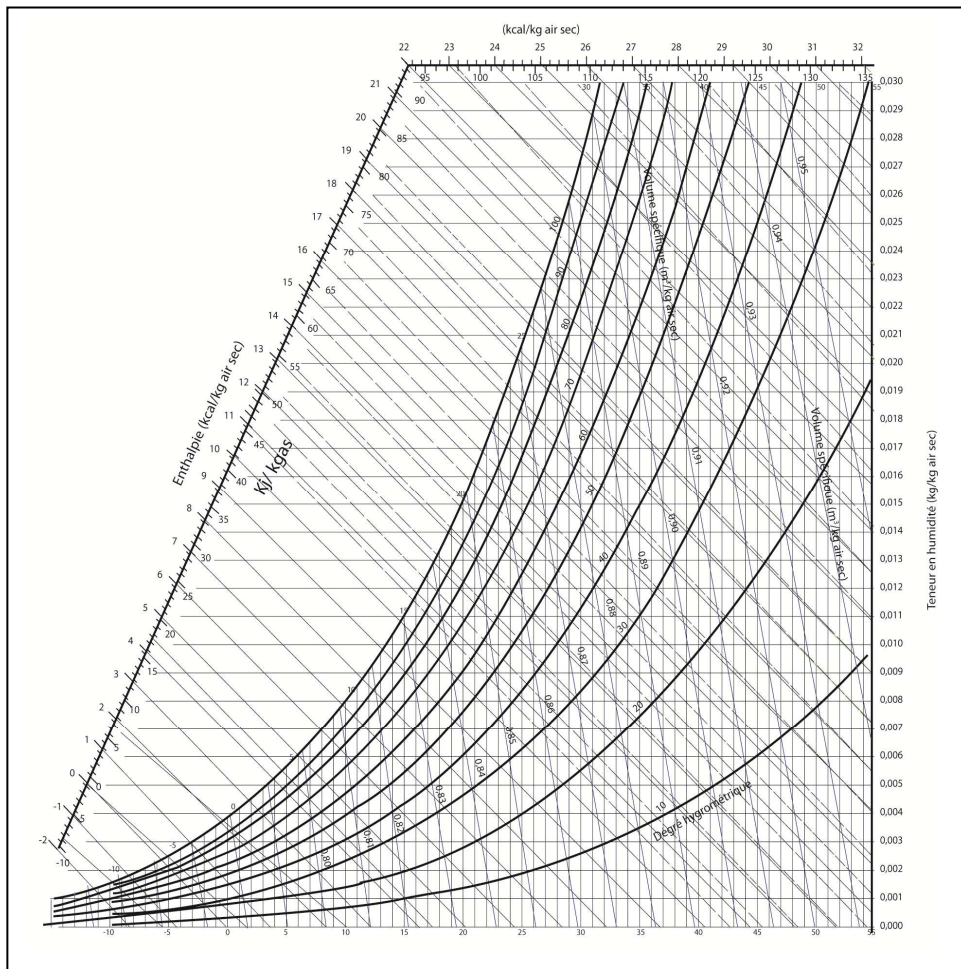




Figure 5 : Carte Région -Directions de vents dominants du Togo (AMEY K. B. *et al*, 2009)



## RESULTATS ET DISCUSSIONS

De l'étude sur l'établissement de carte région-vent des directions de vent au Togo (AMEY K. B. *et al*, 2009), il ressort que la région sud de la latitude du FIT présente une seule direction de vent remarquable tandis que celle nord présente deux directions de vent (Figure 3). Pour cette étude, les données des stations

météorologiques sont regroupées en fonction des deux régions: région sud (sud de la latitude du FIT) et région nord (nord de la latitude du FIT).

Les résultats des calculs des températures équivalentes sont donnés par les figures 7 et 8 qui donnent la variation des températures équivalentes durant les 12 mois de l'année, respectivement pour les régions sud et nord.

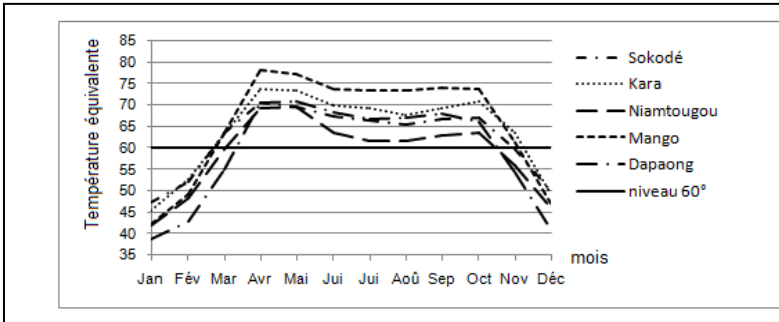


Figure 7 : Evolution des températures équivalentes au cours de l'année dans les stations situées au sud de la latitude du FIT

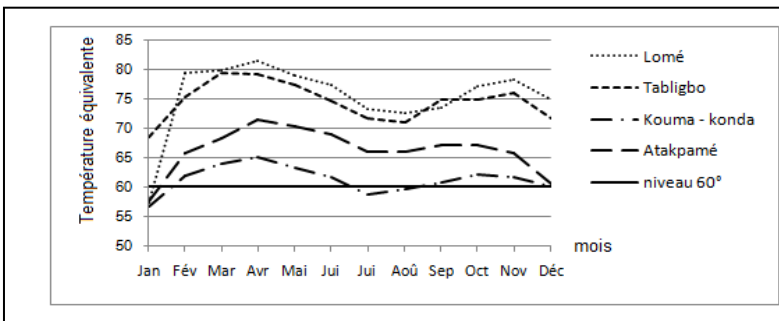


Figure 8 : Evolution des températures équivalentes au cours de l'année dans les stations situées au nord de la latitude du FIT

De la figure 5, il ressort que les valeurs de la température équivalente restent globalement supérieures à la valeur du seuil de 60°C au sud de la latitude du FIT. En effet :

- à Lomé et à Atakpamé, en dehors du mois de Janvier (où les températures équivalentes sont respectivement 57,41°C et 57,50°C) les valeurs de la température équivalente sont nettement supérieures à 60°C pendant le reste de l'année ;
- à Tabligbo, le phénomène d'inconfort est présent toute l'année puisque les valeurs de la température équivalente sont en tout temps au-delà de 60°C ;
- à Kouma-Konda, on constate que les valeurs de la température équivalente inférieures à 60°C ne sont pas pour autant éloignées de cette valeur ; en effet, elles

donnent respectivement 56,59°C en Janvier, 58,76°C en Juillet et 59,57°C en Août.

L'existence d'une température globalement supérieure à la valeur du seuil de 60° est due à la présence de la mousson qui est un vent humide, couvrant la majeure partie de l'année. Quant à la faible valeur de la température équivalente dans le mois de janvier (valeur inférieure à 60° sauf à Tabligbo), elle est due au passage de l'harmattan qui est un vent sec. Ainsi, dans cette partie du Togo, la direction dominante du vent sera retenue comme direction de confort. Car la valeur de la température équivalente montre qu'une ventilation naturelle est quasiment nécessaire toute l'année (valeur de température équivalente globalement supérieure à 60°C).

## Réduction de la sensation des malaises thermiques: détermination et cartographie des orientations préférentielles des bâtiments au Togo.

La figure 6 montre que les régions au nord de la latitude du FIT bénéficient d'au moins trois mois de températures équivalentes inférieures au seuil de 60°C. Ainsi :

- à Kara et à Mango, les températures équivalentes sont inférieures à 60°C pendant les mois de Janvier, Février et Décembre ;
- la situation s'améliore davantage à Sokodé où on dénombre quatre mois sur douze où la température équivalente reste inférieure à 60°C ; il s'agit notamment des mois de Janvier, Février, Novembre et Décembre ;
- enfin à Niamtougou et à Dapaong, pendant les mois de Janvier, Février, Mars, Novembre et Décembre cette température reste en dessous du seuil de 60°C.

La faible température équivalente par rapport au seuil d'inconfort (60°C), entre Novembre et Février, est due au règne de l'harmattan, qui est un vent sec produisant pendant cette période d'importantes quantités de poussière : la ventilation n'est donc pas nécessaire. Alors que le passage de la mousson avec des taux d'humidité relativement important pendant les mois de mars à octobre, produit une élévation de la température équivalente au-delà de 60°C. Fort de ces constatations, l'orientation des bâtiments dans cette partie du Togo en fonction des directions liées à l'influence de la mousson est retenue.

Le tableau VI donne pour les différentes stations, les directions à retenir pour l'orientation des bâtiments.

Tableau VI : Directions des vents pour l'orientation des bâtiments au Togo

Situation météorologique	Lomé	Tabligbo	Kouma-Konda	Atakpamé	Sokodé	Kara	Niamtougou	Mango	Dapaong
Direction (°)	220	220	140	280	180	280	220	180	220

Pour une ventilation optimale, il convient que les façades principales du bâtiment soient perpendiculaires aux directions des vents. Si on désigne par  $D_B$ , la direction pour l'orientation

des façades du bâtiment comportant plus d'ouvertures (direction du plan de la façade) et  $D_V$ , la direction du vent (Figure 9), la différence entre les deux directions sera de 90°.

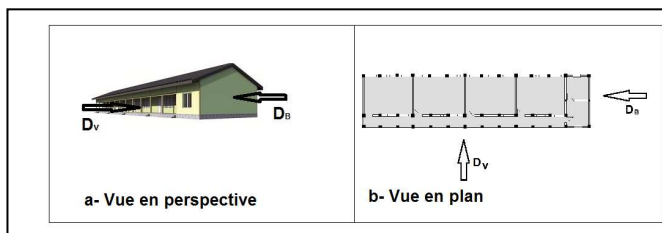


Figure 9 :Symbolisme des directions  $D_v$  et  $D_B$

Le tableau VII donne le récapitulatif de ces directions.

En se référant à la carte région-vent de direction du vent au Togo donnée par la figure 3 et le tableau V (AMEY K. B. et al, 2009), les

différentes directions d'orientation des bâtiments en fonction des différentes zones du Togo sont retenues (Tableau VIII). Ces zones peuvent être classées en deux groupes de directions préférentielles :

- le groupe I correspondant aux zones I, II, III, V, VI VIII, IX et X et dont la direction préférentielle est de 90°C ;
- le groupe II qui correspond aux zones IV et VII avec une direction préférentielle de 235°.

La carte région-vent d'orientation préférentielle des bâtiments pour une ventilation optimale et un ensoleillement minimum dans les différents

points du Togo est donc retenue (Figure 10). Cette carte donne deux directions principales d'orientation des bâtiments au Togo qui permettent d'identifier en tout point du territoire togolais, la configuration et l'orientation à donner aux bâtiments par les concepteurs et réalisateurs pour qu'ils bénéficient d'une bonne ventilation et d'un ensoleillement le plus réduit possible.

Tableau VII : Directions pour l'orientation des bâtiments dans les différentes stations du Togo

Situation météorologique	Lomé	Tabligbo	Kouma-Konda	Atakpamé	Sokodé	Kara	Niamtougou	Mango	Dapaong
Direction du vent $D_V$ (°)	220	220	140	280	180	280	220	180	220
Direction du bâtiment $D_B$ (°)	130	130	50	190	90	190	130	90	130
Marge de direction (°)	85-175	85-175	5-95	145-235	45-135	145-235	85-175	45-135	85-175
Direction préférentielle (°)	90	90	90	235	90	235	90	90	90

Tableau VIII : Directions pour l'orientation des bâtiments dans différentes zones du Togo

	Zone										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Direction du vent $D_V$ (°)	en degré	220	140	280	180	220	180	280	220	180	220
	en points cardinaux	SSW	SE	W	S	SW	S	W	SW	S	SW
Marge de direction $D_B$ (°)		85-175	85-175	145-235	45-135	85-175	45-135	145-235	85-175	45-135	85-175
Direction préférentielle $D_B$	en degré	90	90	90	235	90	90	235	90	90	90
	en points cardinaux	E	E	E	SW	E	E	SW	E	E	E

Réduction de la sensation des malaises thermiques: détermination et cartographie des orientations préférentielles des bâtiments au Togo.



Figure 10 :Directions pour l'orientation des bâtiments dans les zones du Togo

**CONCLUSION**

Cette étude a permis de constater qu'au sud de la latitude du FIT, la température est supérieure à la valeur du seuil de 60°, offrant ainsi un malaise thermique pendant la majeure partie de l'année, sauf le mois de janvier qui présente une amélioration de sensation de confort. Pour la partie nord du FIT, il ressort que de Novembre à Février, il y a une réduction

notable de malaise de sensation thermique ; la ventilation naturelle n'est donc pas nécessaire. Toutefois les mois de Mars à Octobre correspondent à la période d'inconfort avec le passage de la mousson.

A partir de ces états de confort et d'inconfort, une carte de direction préférentielle pour l'orientation des bâtiments est établie pour

le territoire togolais afin pour permettre la réduction des malaises thermiques. Ainsi, les acteurs de la construction des bâtiments ont un outil de conception leur permettant de décider, de la position des

ouvertures et de leur orientation sur le site en fonction de la localisation des ouvrages sur n'importe quel point du territoire togolais, afin d'assurer une ventilation naturelle optimale et un ensoleillement minimum.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. GIVONI B., 1981. *L'Homme, l'Architecture et le Climat*, Editions du Moniteur.
2. GANDEMER B J., GUYOT A., ABCGr., 1977. Intégration du phénomène vent dans les ensembles bâtis.
3. AMEY K. B., et MANZI N., 2009. Analyse des directions du vent dans les différentes régions du Togo : établissement d'une carte région-vent. *J.Rech.Sci. Univ. Lomé (Togo)*, série E, 11 (1), 27-39.
4. ATLAS TOGO, 1981. *Les Editions Jeune Afrique*.
5. B.C.E.O.M., 1952. *Essai sur l'habitation tropicale. Service de l'habitat, 90 Boulevard Latour-Maubourg, Paris 7<sup>e</sup>*.
6. BOREL J-C., MILLET J-R., MURRIS F., (année). *Conception thermique des bâtiments sur l'Île de la Réunion*.
7. RECEUIL DE COMMUNICATIONS, 1986. *Méthode de conception climatique des bâtiments au Sénégal. Programme Interministériel REXCOOP, Dakar-Sénégal*.
8. SIGMA, ERGM, 1988. *Habitats climatiques, Programme Interministériel REXCOOP, France*.
9. UNITED NATIONS, 1971. Department of Economy and Social Affairs. *Climate and house design: design of low-cost housing and community facilities. Volume I, New York*.
10. UNITED NATIONS, 1971. *Design of low-cost housing and community facilities. volume I: climate and house design, New York*.
11. AMEYK. B., 2005. Analyse des effets du vent sur les constructions au Togo : détermination des vitesses et pression dynamique de base. *J.Rech.Sci. Univ. Lomé (Togo)*, série E, 7(1), 25-32.