

Le confort thermique en climat tropical humide vers un réaménagement des normes ergonomiques

Alexis Kemajou^{1*}, Ange Tseuyep^{1†} et Nkongho Ebobebangah Egbewatt^{2‡}

¹ Laboratoire de Froid et Climatisation, Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique
Université de Douala, B.P. 1872, Douala, Cameroun

² Laboratoire des Energies Renouvelables, Département de Chimie, Faculté de Sciences
Université de Douala, B.P. 1872, Douala, Cameroun

(reçu le 03 Novembre 2011- accepté le 29 Septembre 2012)

Résumé – Cet article traite des conditions de confort thermique en climat tropical humide. Plusieurs études en situation réelle ont permis de constater, sous ce type de climat, une surestimation dans les bâtiments climatisés du niveau de l'inconfort perçu en réalité par rapport à celui prévu par les normes internationales. Nous présentons les résultats d'une enquête menée dans les bâtiments climatisés dans les villes de Douala et Yaoundé au Cameroun afin de déterminer les conditions de confort optimal et la zone de confort thermique acceptable. Les résultats expérimentaux trouvés, en accord avec d'autres études en ambiance climatisée en climat tropical, permettent d'assurer le confort thermique avec des consommations d'énergie plus modestes sans recours systématique à la climatisation active. Nous préconisons un réaménagement des normes ergonomiques internationales ASHRAE 55-81 et ISO 7730 à des situations en climats tropicaux, pour les locaux climatisés, pour justifier leur prétention à servir de critères ergonomiques valables universellement.

Abstract – This article deals with the conditions of thermal comfort in humid tropical climate. Several studies in a real situation have shown that, on this type of climate, an overestimation of air-conditioned buildings in of the level of discomfort perceived in reality compared to that provided by international standards. Included are an investigation carried out in southern Cameroon to determine the conditions of comfort and acceptable thermal comfort zone. These experimental results, in agreement with other studies in conditioned ambiance under a tropical climate, can provide thermal comfort with more moderate energy consumption without the systematic use of active cooling. This leads to energy savings of 10-20% depending on the buildings. We recommend a reordering of international ergonomics standards ASHRAE 55-81 and ISO 7730 to situations in tropical climates, for conditioned spaces, to justify their contention to use ergonomic universally valid.

Mots clés: Confort thermique - Climat tropical humide - Normes internationales - Thermoneutralité.

1. INTRODUCTION

Le confort thermique constitue un paramètre important dans les bâtiments climatisés du fait de son impact sur la qualité des ambiances intérieures, la santé et la productivité de l'occupant. Ce paramètre est réglementé par des normes internationales qui

* kemajoualexis@yahoo.fr

† tseuyepa@yahoo.fr

‡ negbewatt@yahoo.com

permettent d'assurer la conformité des ambiances intérieures aux exigences du confort thermique.

Les audits effectués dans les bâtiments climatisés en Afrique Tropicale font ressortir que la part de la consommation électrique due à la climatisation se situe dans une plage de 40 à 80 % [1] de la consommation électrique totale du bâtiment, ce qui place ce poste au centre des actions d'économie d'énergie.

Plusieurs études, menées dans les zones sous climat tropical humide, ont mis en évidence une différence sensible entre les conditions optimales de confort thermique issues des résultats expérimentaux et les prédictions des normes internationales [2]. Ceci s'explique par le fait que ces prédictions ont été calculées suivant une approche analytique sans tenir compte du phénomène adaptatif, qui prend une importance notable dans ces régions.

Il est plus judicieux de déterminer les conditions de confort, sous ce type de climat, en prenant en compte dans une large mesure les actions adaptatives de l'occupant selon les caractéristiques du bâtiment et les données météorologiques extérieures [3].

Cet article a deux objectifs:

- déterminer les conditions optimales de confort thermique dans les villes de Douala et Yaoundé au Cameroun à partir d'une enquête dans les locaux climatisés
- confronter ces résultats expérimentaux aux prédictions des normes internationales en matière de confort thermique.

2. CADRE GENERAL DE L'ENQUETE

2.1 Sélection des villes et caractéristiques des bâtiments

L'enquête s'est déroulée dans les deux principales villes du Cameroun: Yaoundé et Douala, compte tenu de leur taux d'urbanisation élevée, de l'activité économique prépondérante et de l'importance des bâtiments climatisés.

Les bâtiments rencontrés quoique de constructions classique se repartissent en deux groupes: les bâtiments anciens avec des murs très épais (25 à 30 cm), des toitures en amiante ciment avec faux-plafond et de grandes ouvertures; et les bâtiments relativement modernes avec des murs en parpaings avec enduit ciment (15 à 20 cm), les toitures en dalle ou en bac aluminium avec faux-plafond en contre plaqué.

Les bâtiments visités dans chaque ville étaient généralement de un à plusieurs niveaux et qui répondaient aux normes de construction thermique des bâtiments [4-6]. La prise en compte de ce facteur avait pour inconvénient de réduire la taille de l'échantillon de notre enquête.

2.2 Collecte des données

La collecte des données s'est effectuée en deux phases: du 25 Janvier au 11 Février 2010 à Douala; du 15 Février au 03 Mars 2010 à Yaoundé. Les données ont été recueillies dans chaque bureau et consignées dans un formulaire; il s'agissait notamment:

- des informations générales concernant l'enquête: l'âge, le poids, la taille ainsi que le sexe, la date, l'heure de l'enquête et le nom du local visité.

- des échelles de jugements de l'air ambiant. Il s'agit de l'échelle de sensation thermique ASHRAE (J1) en sept points celle de Mc Intyre (J2) en trois points (Tableau 1).
- une section contenant une liste d'effets vestimentaires susceptible d'être portés par les enquêtés afin de calculer leur isolement vestimentaire.

Tableau 1: Echelle de jugement ASHRAE (J1) et Mc Intyre (J2)

J1- En ce moment précis, comment ressentez-vous l'air ambiant de ce local	J2- En ce moment précis, je souhaiterais qu'il fasse:
3 – froid	-1 – plus frais
2 - frais	0 – aucun changement
1 – légèrement frais	1 – plus chaud
0 - neutre	
-1 – légèrement tiède	
-2 – tiède	
-3 - chaud	

2.3 Mesure des paramètres physiques

Les paramètres environnementaux mesurés ont été: la température de l'air, la température moyenne de rayonnement, l'humidité relative et la vitesse de l'air. A chaque occasion, les mesures ont été effectuées dans la zone d'occupation du local, conformément à la norme AFNOR NFX 35-202 [7]:

- la température de l'air à l'aide d'un thermomètre électronique d'ambiance à $\pm 0,1$ °C
- l'humidité relative de l'air à l'aide d'un hygromètre électronique à ± 5 %, étalonné avec un psychromètre rotatif comportant deux thermomètres à bulbe sec (température humide, température sèche)
- la vitesse de l'air avec un anémomètre à ailettes, à $\pm 0,05$ m.s⁻¹
- la température moyenne de rayonnement relevée grâce à un thermomètre à mercure à $\pm 0,1$ °C enfoncé à l'intérieur d'un cylindre noir.

Les caractéristiques de chaque local visité ont été consignées: la nature des matériaux constituant les murs et la toiture, la couleur des murs, la position des ouvertures et le facteur de store.

L'énergie métabolique n'a pas été mesurée directement. Cependant, les sujets ont été soumis à une activité de bureau; leur énergie métabolique est supposée être de 70W.m⁻². L'isolement thermique des vêtements portés, estimé conformément à la proposition de la norme ISO AP 9920 [8] pour les deux villes sont en moyenne de 0,53 clo pour les femmes, 0,7 clo en moyenne pour les hommes. Cela correspond à une tenue type composé d'éléments vestimentaires suivant:

- pour les hommes: chemise légère à manches longues, cravate, pantalon léger, slip ou caleçon et souliers.
- pour les femmes: chemisier ou corsage à manches courtes, veste légère, jupe légère, slip, jupon, soutien gorge et souliers (à défaut, une robe légère pouvant remplacer le corsage et la veste légère).

Le **Tableau 1**, ci-dessous présente à titre indicatif les valeurs moyennes des paramètres thermiques dans les bâtiments climatisés choisis pour l'enquête.

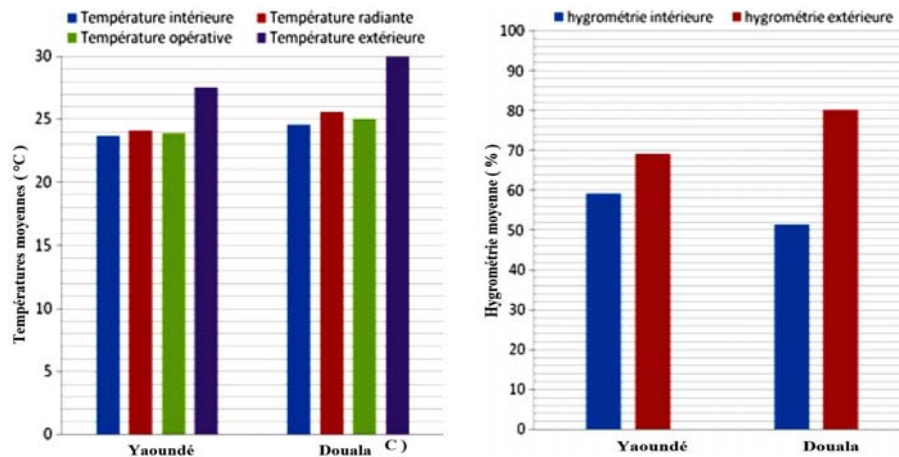


Fig. 1: Répartition des paramètres thermiques des locaux climatisés

Dans le cadre de notre étude, nous avons calculé à partir des données recueillies sur le terrain, la température opérative qui est définie comme étant la moyenne arithmétique des températures de l'air et de rayonnement en air calme (vitesse de l'air inférieur à 0.4 m.s^{-1}).

2.4 Déroulement des séances

Les séances se déroulaient en général comme suit:

- une fois dans un bureau, nous installons les appareils de mesure et expliquons le but de l'étude et la façon dont les fiches devaient être remplies.
- nous distribuons les fiches et pendant que les enquêtés (les occupants devaient être en place depuis au moins une demi-heure) les remplissaient, nous procédons à la mesure des paramètres physiques intérieurs au niveau des occupants,
- l'enquête se termine par le ramassage des fiches.

Chaque sujet est observé une seule fois.

2.5 Profil de l'échantillon

Un échantillon de 293 personnes a participé à l'enquête, soit 187 hommes et 106 femmes âgées de 20 à 58 ans (moyenne d'âge: 36,5 ans), réparti comme suit:

- Yaoundé: 92 hommes et 44 femmes
- Douala: 95 hommes et 62 femmes

2.6 Méthodologie

Les réponses ont été codées sous forme algébrique et traitées en tant que données quantitatives. On a également calculé les moyennes des jugements par groupe de sujets et appliqué l'analyse de régression linéaire. Un groupe est constitué par l'ensemble des sujets (01 à 10 personnes) qui ont exprimés leurs jugements pour les mêmes conditions ambiantes.

Le jugement individuel est un entier. Le jugement moyen d'un groupe pourrait ne pas être un entier (somme des jugements individuels divisé par le nombre de sujets).

Nous avons utilisé l'hypothèse du test de non nullité des coefficients de régression [9, 10] pour vérifier que la corrélation linéaire établie dans un intervalle de confiance de 95% est satisfaisante.

La droite de régression du confort thermique établie pour chaque ville, sur la base des jugements émis selon l'échelle ASHRAE, a permis de déterminer les températures de thermoneutralité et les zones de confort thermique acceptables.

3. LES RESULTATS DE L'ENQUETE

3.1 Jugement selon les échelles de sensation thermique ASHRAE (J1) et Mc Intyre (J2)

Nous avons recueilli les jugements des sujets sur les sept points de l'échelle de sensation thermique ASHRAE (J1) et les trois points de l'échelle Mc Intyre (J2) par rapport aux conditions ambiantes dans les bureaux climatisés.

Sur l'échelle ASHRAE, la répartition des jugements est sensiblement identique pour chaque ville et pour l'ensemble des deux villes (Fig. 2); soit, pour ce dernier cas:

- 28.32 % environ des jugements se situent au point zéro (c'est-à-dire 'neutre')
- 56.64 % entre 'ni chaud ni froid' et 'très froid'
- 15 % entre 'ni chaud ni froid' et 'très chaud'.

Sur l'échelle Mc Intyre (Fig. 3), dans l'ensemble des deux villes:

- 72 % portent leur jugement sur 'aucun changement'
- 16.72 % sur 'plus frais'
- 11.6 % pour 'plus chaud'.

Ces jugements sont sensiblement identiques dans chaque ville. On constate que la tendance générale des jugements perceptifs est une sensation de froid dans les ambiances climatisées.

3.2 Les réponses moyennes

La moyenne des jugements perceptifs sur l'échelle ASHRAE par région est la suivante:

- J1 = -0,65 à Yaoundé, c'est-à-dire plus 'légèrement froid' que 'neutre'
- J1 = -0,57 à Douala, compris entre 'neutre' et 'légèrement froid'.

Sur l'échelle de Mc Intyre, le jugement moyen est:

- J2 = 0,06 à Yaoundé, c'est-à-dire 'aucun changement'
- J2 = -0,15 à Douala, c'est-à-dire 'aucun changement'.

3.3 Analyse de régression

Le confort thermique est fonction de quatre (04) paramètres d'ambiance (Température opérative: T_0 , Température radiante moyenne: T_r , Humidité relative de l'air: H_r , Vitesse de l'air: V_a) et deux (02) paramètres liés à l'individu (isolement vestimentaire et activité).

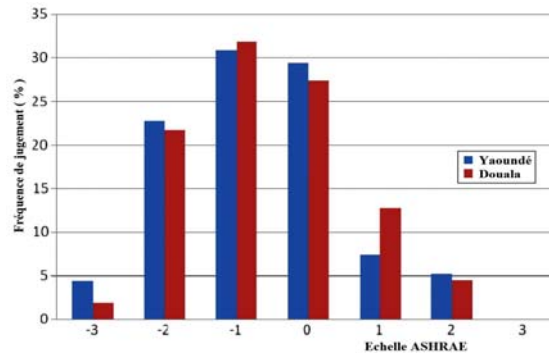


Fig. 2: Fréquence de jugement ASHRAE

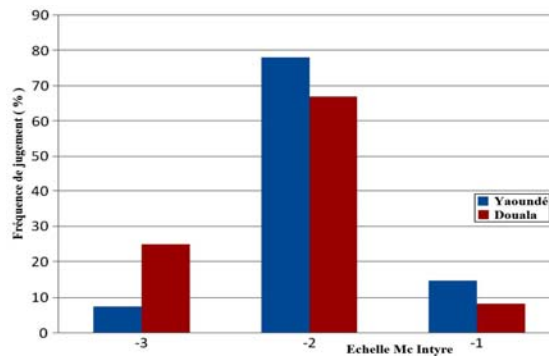


Fig. 3: Fréquence de jugement Mc Intyre

Pour cela, nous avons effectué une régression linéaire simple et multiple du jugement perceptif et affectif moyen observé en T_0 d'une part et en T_0 , H_r et clos (isolement vestimentaire du sujet) d'autre part. La vitesse d'air est considérée faible ($V_a < 0.2 \text{ m.s}^{-1}$) et l'activité du sujet est connue (travail intellectuel de bureau). Chaque jugement moyen est affecté du poids des jugements individuels.

3.3.1 Coefficient de corrélation R et équation de régression linéaire de $J1$ en T_0

Les figures 4 et 5 montrent les équations de régression trouvées à partir des jugements individuels dans chaque ville.

$$\text{Yaoundé} \quad R^2 = 0.647 \quad J1 = 0.509 \times T_0 - 12.85 \quad (1)$$

$$\text{Douala} \quad R^2 = 0.772 \quad J1 = 0.493 \times T_0 - 12.87 \quad (2)$$

3.3.2 Coefficient de corrélation R et équation de régression linéaire de $J2$ en T_0

Les figures 6 et 7 montrent les équations de régression trouvées à partir des jugements individuels dans chaque ville.

$$\text{Yaoundé} \quad R^2 = 0.695 \quad J2 = 0.215 \times T_0 + 5.221 \quad (3)$$

$$\text{Douala} \quad R^2 = 0.798 \quad J2 = 0.253 \times T_0 + 6.164 \quad (4)$$

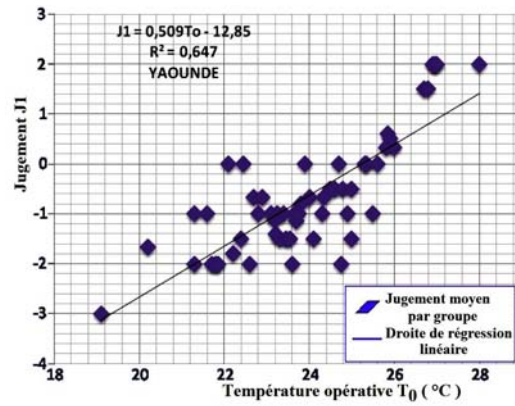


Fig. 4: Jugement perceptif individuel (ASHRAE) et droite de régression linéaire dans la ville de Yaoundé

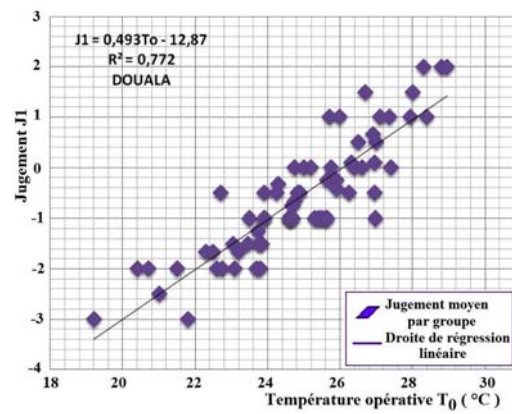


Fig. 5: Jugement perceptif individuel (ASHRAE) et droite de régression linéaire dans la ville de Douala

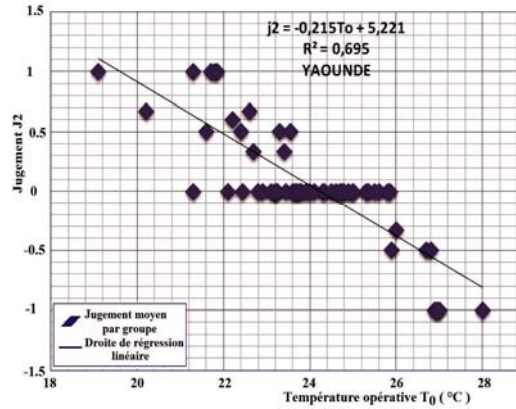


Fig. 6: Jugement perceptif individuel (Mc Intyre) et droite de régression linéaire dans la ville de Yaoundé

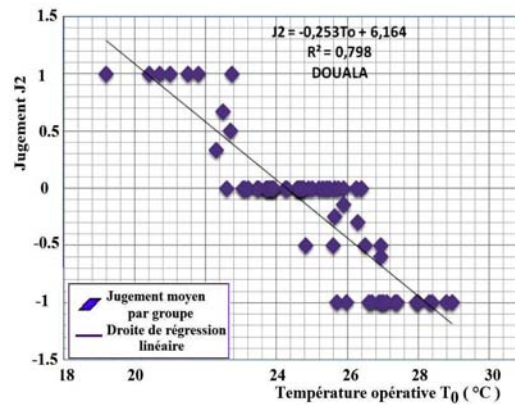


Fig. 7: Jugement perceptif individuel (Mc Intyre) et droite de régression linéaire dans la ville de Douala

3.4 Température de thermoneutralité

La température qu'un groupe donné jugerait 'neutre' peut être également déterminée à partir des régressions des jugements perceptifs moyens selon l'échelle ASHRAE en T_0 . Analytiquement, elle est obtenue en faisant le rapport de la constante de régression par le coefficient de régression.

Le **Tableau 2** ci-dessous donne les conditions de confort optimal relatives à chaque région. Nous constatons un écart relativement faible entre les températures de thermoneutralité de deux villes.

Tableau 2: Condition de confort optimal en ambiance climatisée

Ville	Yaoundé	Douala
Température de thermoneutralité (°C)	24.24 °C	26.10 °C
Humidité relative (%)	59	51.4 %

3.5 Zone de confort thermique

La convention dit que les jugements, à l'intérieur de la marge centrale des sept points de l'échelle ASHRAE de sensation thermique (c'est-à-dire compris entre -1 à 1), connotent la satisfaction de l'environnement thermique; et délimitent ainsi la zone de confort thermique.

La norme ASHRAE [11] utilise ce critère pour déterminer la zone de confort thermique comme étant celle qui satisfait 80 % des occupants.

Dans cette étude, nous avons utilisé l'équation de régression linéaire de la perception moyenne de la température opérative sur la température de l'air mesurée, pour déterminer la zone de confort thermique (échelle ASHRAE entre -1 et 1).

En respectant cette limite, les zones d'acceptabilité thermique pour les différentes villes sont consignées dans le **Tableau 3** ci-après.

Tableau 3: Zone de confort thermique

Ville	Yaoundé	Douala
Acceptabilité thermique	$23.28 < T_0 < 27.21$	$24 < T_0 < 28.13$
	Hr = 60% à 27.21 °C	Hr = 60% à 28.13 °C
	Hr = 70% à 23.28 °C	Hr = 69% à 24 °C

La figure ci-après présente les pourcentages de personnes insatisfaites pour une plage de température donnée dans chaque ville, selon l'échelle ASHRAE. Les températures auxquelles se manifestent le moins de réclamations sont globalement comprises entre 24 et 27 °C.

L'isolement vestimentaire des sujets est sensiblement identique. Le nombre de sujets enquêtés pour la plupart des plages de température est relativement faible.

Car nous avons limité notre enquête seulement aux bâtiments conformes à la réglementation en vigueur (fenêtres réglementaires, absence de fuites d'air, ouvertures étanches, etc...) [4, 5].

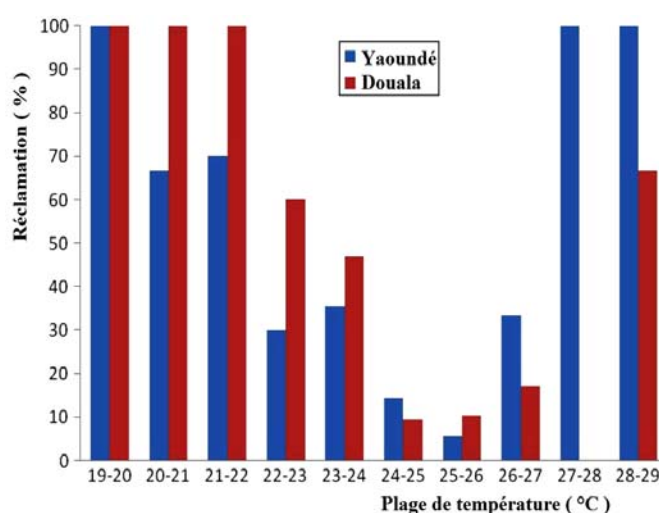


Fig. 8: Pourcentage d'insatisfaits par plage de température

3.6 Corrélation entre l'échelle de confort thermique J1 et l'échelle J2

On constate à partir des données du **Tableau 4** que **J1** et **J2** sont fortement corrélés.

L'échelle **J2** peut donc servir de critère de jugement affectif dans les ambiances climatisées.

Si nous utilisons cette échelle pour déterminer par exemple, les conditions de confort optimal en ambiance climatisée (équation de régression linéaire), on trouvera comme température de thermoneutralité (T_n), à Yaoundé: 24,28°C, à Douala: 24,36°C.

Tableau 4: Coefficient de corrélation (**R**) entre l'échelle **J1** et l'échelle **J2**

Ville	Yaoundé	Douala
	J2	J2
R	0.725	0.628

4. CONFRONTATION DES RESULTATS OBSERVES AU CAMEROUN AUX PREDICTIONS DES NORMES INTERNATIONALES

4.1 Prédiction de la norme ISO 7730

D'après la norme ISO 7730 [12], la température ambiante de 25 °C en air calme est la température moyenne idéale de confort thermique pour des personnes vêtues légèrement (tenue d'été en intérieur, isolement thermique du vêtement porté: 0.093 W.m⁻².K=0.6 clo) en posture assise, engagées dans un travail mental de type surveillance d'écran (production de chaleur métabolique: 70 W.m⁻²=1.2 Met).

L'équation prédictive de la norme ISO 7730 (ISO 1994) est:

$$Y = 0.272 \times T_0 - 6.79 \quad \text{à } 75 \% \text{ d'humidité relative} \quad (5)$$

Nous avons déterminé des équations (), de régression multiple entre les jugements perceptifs individuels et T_0 , Hr et le Clo (vêtement porté) pour chaque ville. En normalisant ces jugements perceptifs à une humidité relative de 75 % et un vêtement porté de 0.6 clo, on trouve les températures idéales de confort suivantes:

Yaoundé : 25,34 °C

Douala : 26,8 °C

Dans l'ensemble, l'écart moyen est de 0.67 °C de plus que celle prédite par la norme. Cette différence peut s'expliquer par les conditions expérimentales. En effet, la norme ISO se base sur des recherches effectuées en chambres climatiques garantissant le contrôle précis des paramètres caractéristiques des échanges de chaleur.

Par contre, notre étude a été faite en situation réelle, ce qui implique des incertitudes sur des paramètres physiques mesurés et une imprécision sur les caractéristiques d'échanges thermiques entre l'homme et son environnement.

En outre la taille de l'échantillon est réduite dans les villes de Douala et Yaoundé en raison du nombre limité des bâtiments climatisés conformes à la réglementation en vigueur en matière de construction et respectant de surcroît les normes ergonomiques de confort thermique [4, 6].

Si l'on avait utilisé, par exemple, l'échelle J2, les résultats auraient été les suivants:

Yaoundé (24,28 °C),

Douala (24,36 °C) et dans l'ensemble des deux villes (24,32 °C).

Ceci nous permet d'en déduire que nos résultats sont proches des prédictions de la norme ISO et confirment la corrélation établie par cette norme.

4.2 Prédiction de la norme ASHRAE 55-81

Cette norme [9] recommande pour l'été des températures ambiantes comprises entre 22,6 et 26 °C à l'intérieur de cette marge, elle prédit que le pourcentage de personnes insatisfaites ne dépassera pas 20 %.

L'humidité relative ne doit pas dépasser 70 % à 22,6 °C de température ambiante, et 60 % à 26 °C. En respectant cette limite, il semble que les températures de 23,28 °C à 27, 21 °C pour la ville de Yaoundé, 24 °C à 28,13 °C à Douala soient satisfaisantes pour les camerounais. La prédiction de cette norme n'est donc pas vérifiée.

Nos résultats expérimentaux, nous permettent de proposer une plus large plage de température à imposer dans les salles climatisées en fonction des besoins d'économie sur la climatisation.

4.3 Prédiction de la norme AFNOR NF X 35-203

Cette norme [13] recommande des températures ambiantes comprises entre 23 °C et 26 °C. A l'intérieur de cette marge, elle prédit que le pourcentage de personnes insatisfaites ne dépassera pas 20 %.

En outre l'humidité relative maximale ne doit pas dépasser 60 % à 26 °C, la vitesse de l'air étant inférieure à 0.1 m.s⁻¹. La même remarque formulée concernant la norme ASHRAE [9] est encore valable pour la norme AFNOR [13].

4.4 Comparaison avec d'autres études

Comparativement aux autres études en ambiance climatisée en climat tropical, notamment celles de Mourtada *et al.* (1990) en Côte d'Ivoire, $T_n = 24,5$ °C et Bursh *et al.* $T_n = 25$ °C [14, 15]. On peut affirmer que la température de thermoneutralité de cette étude se classe en bonne marge.

Dans le cadre d'un prolongement possible de cette étude, ces résultats pourront contribuer d'une part à l'élaboration d'une norme ou règlement pour des ambiances intérieures des locaux climatisés dans les pays tropicaux et d'autre part à la mise sur pied d'un code de performance énergétique pour l'habitat climatisé.

5. CONCLUSION

Les températures de thermoneutralité trouvées sont proches de celles prédites par les normes internationales. En première approximation, nous pouvons dire que les camerounais semblent accepter plus facilement les ambiances chaudes par rapport aux personnes vivant dans les climats froid ou tempérés. C'est ainsi qu'ils trouvent les températures comprises entre 23,28 et 28,13 °C acceptables. Dans ce cadre, on peut dire que les camerounais n'éprouvent pas d'inconfort thermique dans la plage de température comprise entre 27 à 28 °C en ambiance climatisée, jugée chaude par la norme internationale.

Ce résultat pourrait s'expliquer par le phénomène adaptatif des sujets enquêtés vivant en zone chaude qui supportent les ambiances climatisées à températures plus élevées que celles prédites par les normes internationales. En outre, ces résultats doivent être confirmés par une enquête dans les ambiances similaires avec un nombre d'échantillon plus important.

Ces résultats expérimentaux, déterminés en situation réelle, constituent un recueil des données importantes relatives aux perceptions des conditions d'ambiances climatisées par des sujets camerounais. Ils pourront contribuer à la maîtrise de la consommation de l'énergie dans les bâtiments climatisés en fixant les conditions ambiantes acceptables par les camerounais mais supérieures à celles imposées par les normes de confort thermique.

NOMENCLATURE

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers	
AFNOR: Association Française de Normalisation	
ISO: Organisation Internationale de Normalisation	
Clo: Echelle de résistance thermique de la tenue vestimentaire	
J1 : Echelle de sensation thermique selon ASHRAE	
J2 : Echelle de sensation thermique selon Mc Intyre	
To: Température opérative (°C)	HR: Humidité relative (%)
Va: Vitesse de l'air (m/s)	R: Coefficient de régression linéaire
Tr: Température moyenne de rayonnement (°C)	

REFERENCES

- [1] A. Kemajou, '*Les Systèmes de Ventilation et Climatisation, Les Problèmes Habituellement Observés et Solutions Techniques, Etudes de Cas*', Editeur. IEPF (Québec) G1K4A1 Canada, 2002.
- [2] J.F. Nicol and M.A. Humphreys, '*Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings*', Energy and Buildings, Vol. 34, N°6, pp. 563 – 572, 2002.
- [3] M.A. Humphreys, '*Outdoor Temperature and Comfort Indoors*', Building Research and Practice, Vol. 6, N°2, pp. 92 - 105, 1978.
- [4] CEBTP, '*Aide à la Conception Thermique de l'Habitat Courant en Afrique Tropical*', Rapports Présentés aux Séminaires Habitats Climatiques, 21.12.83 et 10.05.84, 1983.
- [5] C.S.T.B., '*Règles de Calcul des Caractéristiques Thermiques Utiles des Parois de Construction*', D.T.U. Règles TH k77, France, 1977.
- [6] Réglementation Thermique 2000, France: www.rt2000.net/
- [7] Norme AFNOR NF X 35-202, '*Spécifications Relatives aux Appareils et Méthodes de Mesure des Caractéristiques Physiques de l'Environnement*'. Association Française de Normalisation, 1981.
- [8] Proposition de Norme ISO AP 9920, '*Estimation des Caractéristiques Thermiques d'un Ensemble Vestimentaire*', Organisation Internationale de Normalisation, Genève.
- [9] G. Saporta, '*Probabilités – Analyse des Données Statistiques*', Editions Technip, pp. 131 – 147, Paris 1990.
- [10] S. Régnier, '*Quelques Aspects Mathématiques des Problèmes de Classification Automatique – Mathématiques, Sciences Humaines*', pp. 13 - 29, 1982.
- [11] ASHRAE standard 55-81, '*Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*', American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers Inc. Atlanta, 1981.
- [12] Norme ISO 7730, '*Spécification des Conditions de Confort Thermique*', Organisation Internationale de Normalisation, Genève, 1984.
- [13] Norme AFNOR NF X 35-203, '*Détermination des Indices PMV et PPD et Spécifications des Conditions de Confort Thermique*', Association Française de Normalisation, 1981.
- [14] A. Mourtada, C. Cakpo et M.L. Kone, '*Diagnostic Thermique dans le Tertiaire en Côte d'Ivoire. Normalisation et Conditions de Confort Optimales*', LPBT, ENSTP. B.P. 1083, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire. 'Designing for Every one'. Proceeding of Eleven Congress of the International Ergonomics Association, Paris, 1991.
- [15] F. Grivel, C. Dah et X. Berger, '*Jugements Portés par les Ivoiriens sur les Conditions Climatiques Rencontrées sur Place, Comparaison avec les Normes Ergonomiques Internationales en Viguer*', Colloque International l'Ergonomie, Yamoussoukro, 1990.