

# THE THERMAL AMBIENCES OF ATRIUM BUILDINGS: CASE OF THE MEDITERRANEAN CLIMATE

## Abstract

This study is clearly positioned in the field of architectural ambiances in situ; it proposes a short development on the thermal environments of a famous architectural device "the atrium", in the Mediterranean climate. Likewise, it presents an exploration of the hidden dimension of the atmosphere through sensitive messages of the architectural environment. In this regard, the user occupies the central place of this concern, through the analysis of their thermal statements: sensation, agreement and preference, according to the ASHRAE Scale.

In situ investigation is based on measurements of temperature and relative humidity and the distribution of questionnaires among all employees of an atrium building. Thus, a colossal interest is focused on the sensations, the acceptabilities and the preferences of the employees by working the correlations between these perceptive judgments. Overall, according to the users, this space exhibits a satisfactory thermal atmosphere in the summer and winter.

**Keywords:** *thermal environments, atrium, sensitive messages, Mediterranean climate, architectural ambiances in situ*

## Introduction

Buildings with glass: verandas, greenhouse, atrium, etc. They present atypical buildings in terms of their shape, function and beauty. The atrium has occupied a privileged place in the imagination of architects [1]. By definition, the atrium is a particularly interesting configuration for very large buildings or when the urban density is high [2]. Thermally, in this intermediate space, several physical phenomena can occur, such as convection, conduction and radiation. The latter has an effect on the thermal properties of the atrium. According to BELMAAZIZ.M, solar radiation has a great influence on the thermal environment of an atrium [3]. However, a building that unsuitable for its climate (e.g. a hotel of a big international chain with an atrium without solar protection) tends to overheat in the hot season and to be cold in the cold season. An expensive retrofitting is necessary to ensure well-being in this building, consuming large amounts of energy to ensure comfort, sometimes just acceptable [4].

## Ambience and atrium

Generally, the term atrium is often used to refer enclosed space open to the sky of the Roman

house. The word, borrowed directly from Latin, was used to designate, in archaeological language, the large room normally found after the vestibule, a covered room with a large rectangular zenithal opening in the ceiling, the compluvium [5]. According to the national centre for textual and lexical resources, ambience is the quality of the environment (material, intellectual, moral) that surrounds and conditions the daily life of a person or a community [6]. Similarly, this concept with its plurality of meanings is used to designate several notions, such as: milieu, atmosphere, environment, climate, decor.... According to Jean-François AUGOYARD, the limitation of the list of analogous terms: the rejection of terms that are too general because of the lexical field or too supra-disciplinary (conditions, situation, society, group...) [7].

Luc Adolphe adds that: "an architectural or urban atmosphere is the synthesis, for an individual and a given moment, of the multiple perceptions suggested by the place that surrounds him" [8].

## Thermal of atrium Building

Currently, the atrium is becoming one of the most sought-after and attractive spaces in architectural design, particularly in tertiary buildings: schools, universities, museums, shopping mall, etc. Generally, the environmental phenomena that characterize every climate require processes that serve both to protect from excessive sunlight during the hot period and to expose to the sun's rays during the cold period. According to Camous R and Watson D: "Buildings adapted to their climate are generally relatively open and have direct relation to their immediate environment, whether through windows, greenhouses or patios, the question is how to combine such techniques to reduce energy consumption, but also to improve comfort and quality of space" [9]. Moreover, the atrium acts as a buffer space between the interior and the exterior, creating a quality microclimate for people and plants [10]. According to Hussain. S, the initial design stage of an energy-efficient atrium building in order to obtain a comfortable indoor thermal environment [11]. He adds in another search: In hot and humid weather, a building would require a significant height in order to induce a sufficient pressure gradient caused by temperature difference for efficient buoyancy-driven ventilation [12].

## The different scales of subjective judgment of thermal comfort

The direct evaluation of thermal sensations and dissatisfactions related to this environment is made possible here by the psychological approach deduced from answers given to questionnaires whose specifications are presented and discussed in the standard [13]. The ISO 10551 standard proposes the construction and use of scales of judgment relating to the subjective aspect of thermal comfort or thermal stress [14]. For assessing thermal sensation, the most widely used scales are the Bedford scale and the ASHRAE scale (see table 1).

Tab. 1 - Thermo-sensory judgments scales (Mathieu BONTE, 2014) [15]

Bedford Scale (comfort)	ASHRAE Scale (sensation)
Much too warm (7)	Hot (+3)
Too warm (6)	Warm (+2)
Comfortably warm (5)	Slightly warm (+1)
Comfortable (4)	Neutral (0)
Comfortably cool (3)	Slightly cool (-1)
Too cool (2)	Cool (-2)
Much too cool (1)	Cold (-3)

## Presentation of the case study

The in situ investigation was carried out in the town of Jijel (Algeria). It has a Mediterranean climate with hot and humid summers, mild and rainy winters. For the choice of the case, the culture house was selected as the study model. It is located to the east of the city centre.

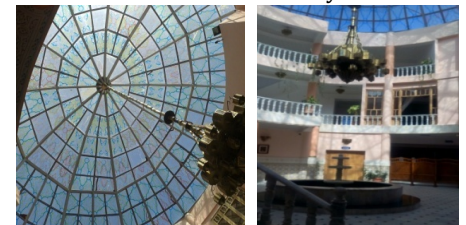


Fig. 1 - Interior views of the building

## Conditions for data collection and population surveyed

The assessment of the thermal environment was structured on two methods of analysis: quantitative and qualitative. The quantitative analysis concerns the collection of climatological data (air temperature, relative humidity). In this section K. Parsons said: to evaluate human thermal environments, it may be necessary to quantify the environment [16].

As for the second, it depends on the judgments given by the users of the building. The measuring instruments used are: the thermo-hygrometer Chauvin Arnoux C.A 846 and the thermometer TES-1367. The collection of hourly measurements was carried out over these two periods (24 July 2016 and 15 January 2017). For each day the hourly measurements were taken during the working hours of the employees (from 8:00 a.m to 12:00 p.m and from 13:00 p.m to 15:30 p.m). The measurements are taken at 1 m from the ground (see the measurement points on the plans).

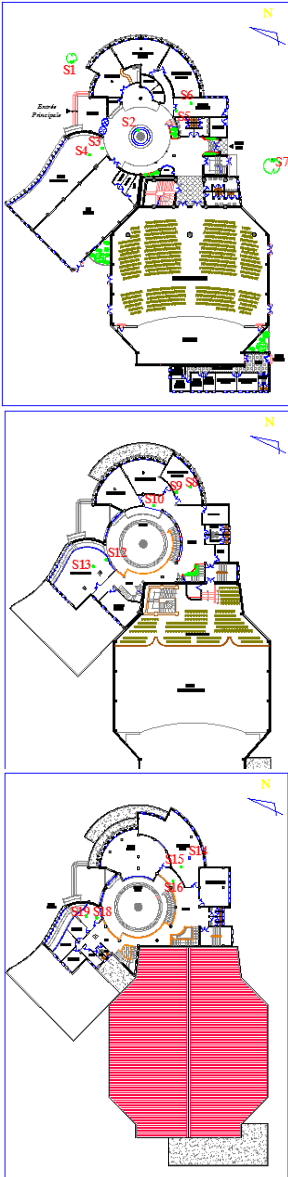


Fig. 2 - Selected measurement points (author 2016)

**Modalities of an ambient phenomenon in situ**  
**Profiles of measurement results: Summer 2016**

**Temperature evolution**  
 These data agree with the logic, the temperature is higher when we show up. The ground floor values vary between 25 and 29°C, for the first stage, they are between 26 and 29°C and finally for the second stage they develop between 26 and 29°C. While the external temperature present the lowest values (S1). This confirms two things: the thermal stratification is not really noticeable, thus, the

heat was trapped inside the building due to the glass roof. Also, since the first hour of work, we have been reporting high temperatures. In fact, this is due to the building's inability to cool the envelope overnight (unventilated atrium) Adaptation to this thermal environment is managed by a set of behavioral, technological and physiological adjustments. So, we notice for the main behavioral reactions: open the openings, putting on the blinds, drinking water, closing the openings, shutting down the computer for a while, moving to another cooler office. As for technology stocks, they depend on turning on the air conditioner (21.15%) For physiological adjustments, workers describe their discomfort caused by sweat by qualifying the situation as: embarrassing: a lot, a little and not so much.

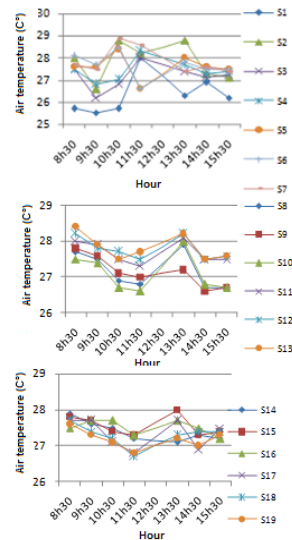


Fig. 3 Evolution of air temperature in the three levels of the building (24 July 2016)

**Evolution of air humidity**

A preliminary reading of the curves shows that the variability of the humidities is manifested by a regressive temporal rhythm. For the ground floor, the humidity values are less stable. The first and second floors, they decrease during the day, but the slope is much steeper in the morning, from 8:30 a.m to 10:30 a.m.

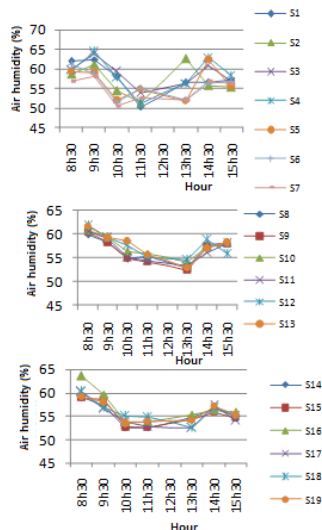


Fig. 4 - Evolution of relative humidity in the three levels of the building (24 July 2016)

**Profiles of measurement results: Winter 2017**

**Temperature evolution**

The daily change in air temperatures results in a stretched parabolic profile with the top facing upwards. For the ground floor, we find that the curve configurations coincide with the station of outside temperature (S1) but are less noticeable on the upper floors. Behavioral reactions affect: turning on lights (68.75%), closing openings 18.18%, bending over the body 9.09%, eating food 10.9%, moving to another space (9.09%), set the blinds 5.45%, open the openings 1.81%. Technological reactions are mainly marked by the use of heating and air conditioning to improve the indoor environment (81.25%). Chills were among the most responded physiological mechanisms in employees (68.75%). Next, we report a rate of 56.25% and 37.5% for pathologies: change in skin color and headaches. For this reason, we find that the action (adding clothes) presents 56.25%.

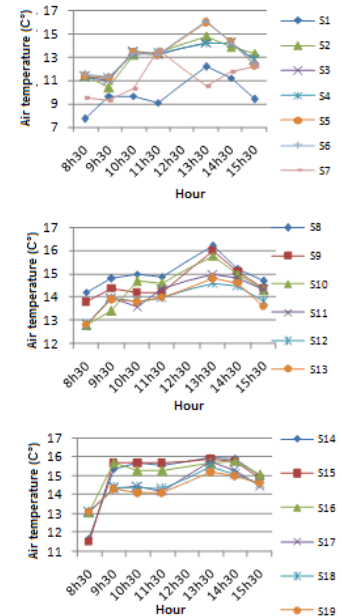


Fig. 5 - Evolution of air temperature in the three levels of the building (15 January 2017)

**Evolution of air humidity**

According to this graph, we report an inverse logic to that of the temperatures. The measurements of the ground floor stations are almost all identical. It appears that the values measured on the floors have been declining from 8:30 a.m.

**The sensitive messages of the architectural space**

In this part of the article, we are interested in the interpretation of the sensitive reality of the users on the basis of ISO 10551 [17]. In fact, the subjective estimation of thermal sensations is normalized according to three scales of subjective judgments that provide reliable and comparable data on the subjective aspect of thermal comfort or thermal stress.

**Evaluation of the physical environment by employees: summer period**

During the summer period, we distributed a total of 26 questionnaires. We record that

employees find the climate to be warm (50%), slightly warm (26.92%), neutral (19.23%) and only 3.84% consider the office temperature to be slightly cool.

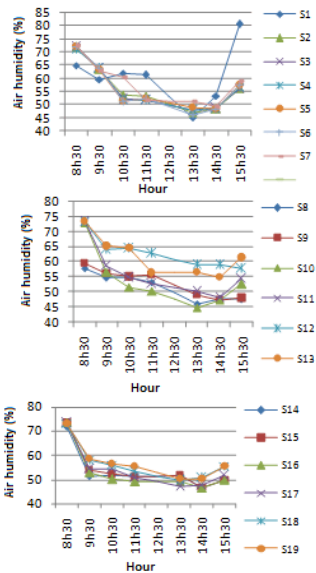


Fig. 6 Evolution of relative humidity in the three levels of the building (15 January 2017)

Their subjective assessments were, in general, slightly acceptable, and it emerged that the vast majority wished for an unchanged, slightly cool environment.

Also, we found that the users felt that the air is humid (100%). The results show only 11.53% of respondents was satisfied. As a result, people like to have less humid air. Analysis of the air speed shows that participants perceive it as calm, light and medium. This was slightly unacceptable to them (57.69%). For preferences, their requests are mainly to have more air flow.

So, according to the employees, the climate is hot and humid. This situation is aggravated because of the large surface of the atrium (unventilated and unprotected)

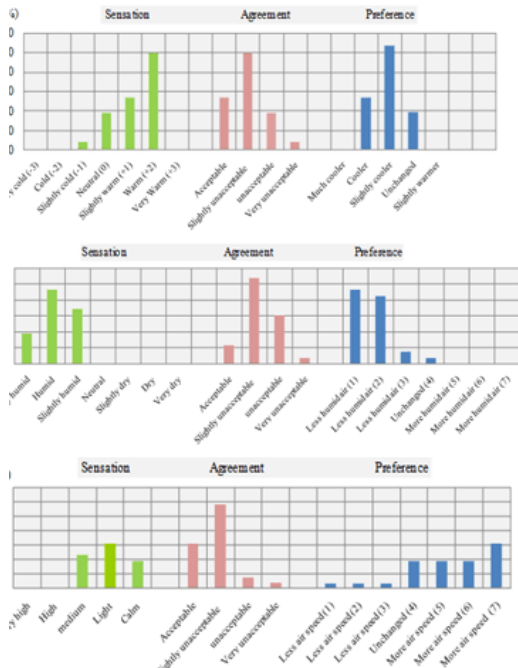


Fig. 7 - Perceptual, evaluative and preferential judgments about air temperature, air humidity, and air speed (15 January 2017)

air speed (24 July 2016)

**Evaluation of the physical environment by employees: winter period**

The total number of employees was 16. The temperature graph allowed us to understand the cold nature of this day. In fact, the responses of the subjects are divided into two types of voting: neutral and cold. Based on the sensations declared, users find the climate to be: acceptable (43.75%), slightly unacceptable (37.5%) and unacceptable (18.75%). Preferred environments are represented by two votes slightly warmer (81.25% slightly warmer (81.25%) and unchanged (18.75%).

That is to say, in winter, the atrium plays its role "warming strategy". It makes it possible to recover solar gains which can then be transferred to adjacent spaces.

The staff fined the ambience: very wet, damp, slightly wet, neutral and dry. Despite that, employees find the climate acceptable (50%), slightly acceptable (37.5%), unacceptable (12.5%). However, many people are looking for less air humid.

The results show that 43.75% of workers feel air movement. Air flow is: calm (37.5%), medium (31.25%). With 68.75% of employees stating that the indoor environment is acceptable.

The essential preference is: no change 68.75% and less air flow.

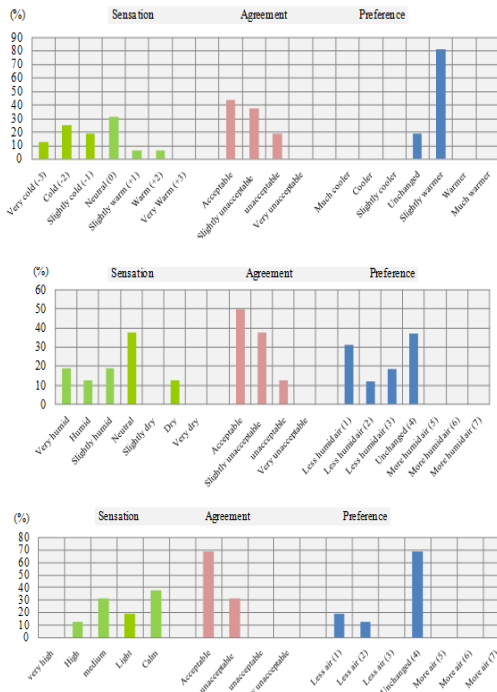


Fig.8 - Perceptual, evaluative and preferential judgments about air temperature, air humidity, and air speed (15 January 2017)

**Correlation of Perceptual Judgments: summer Period (24 July 2016)**

**Air temperature:** the relationship between sensation and acceptability shows us that slightly cool, neutral and slightly warm sensations are the most acceptable. Only one subject prefers more coldness. But for the other appreciations, the search is to have slightly cool and without change are the most noticed.

**The air humidity:** the sensation of very humid corresponds to unacceptable and very unacceptable. The preferences are in harmony with the sensations and also with the acceptability of the employees. For example, the sensation of very humid gives a vote of unacceptable and a preference for less air humid.

**Air speed:** taking into account the air flow, the atmosphere is acceptable and slightly unacceptable but despite this the employees like to have more air flow especially for the perception: calm

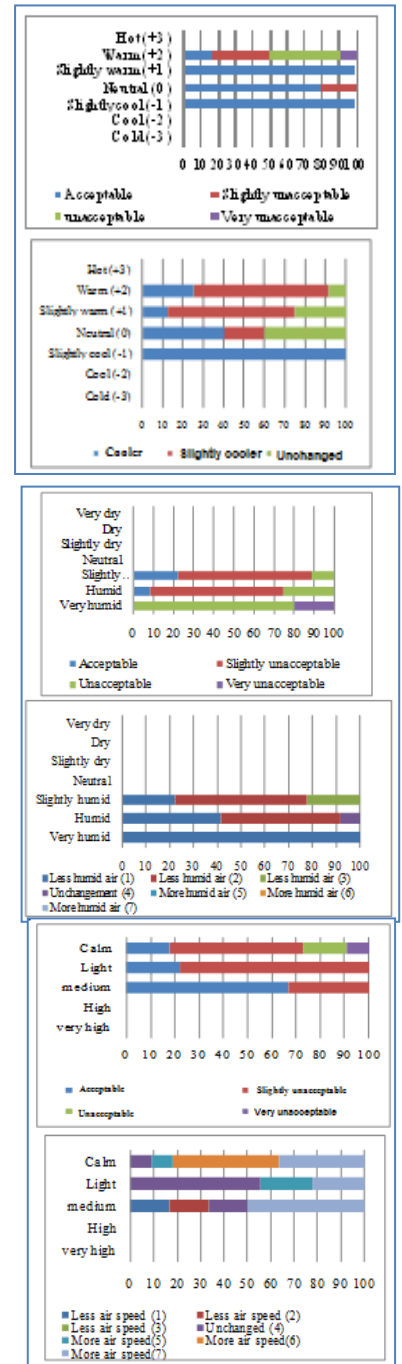


Fig. 9 - Distribution of acceptability and preference votes according to air temperature, air humidity and air speed sensation votes (summer)

**Correlation of perceptual judgments: winter period (15 January 2017)**

**Air temperature:** the votes indicate an acceptable atmosphere for hot and very warm sensations. The other ambiances, from neutral



to very cold, have unacceptable and slightly unacceptable votes. Indeed, the preferences are mainly the search for slightly warm.

**Humidity of the air:** on the whole, despite the humid atmosphere, the subjects report that the ambience is acceptable and slightly unacceptable except for the humid and very humid votes. On the other hand, their demands were to have less air humid (apart from the neutral and slightly humid votes).

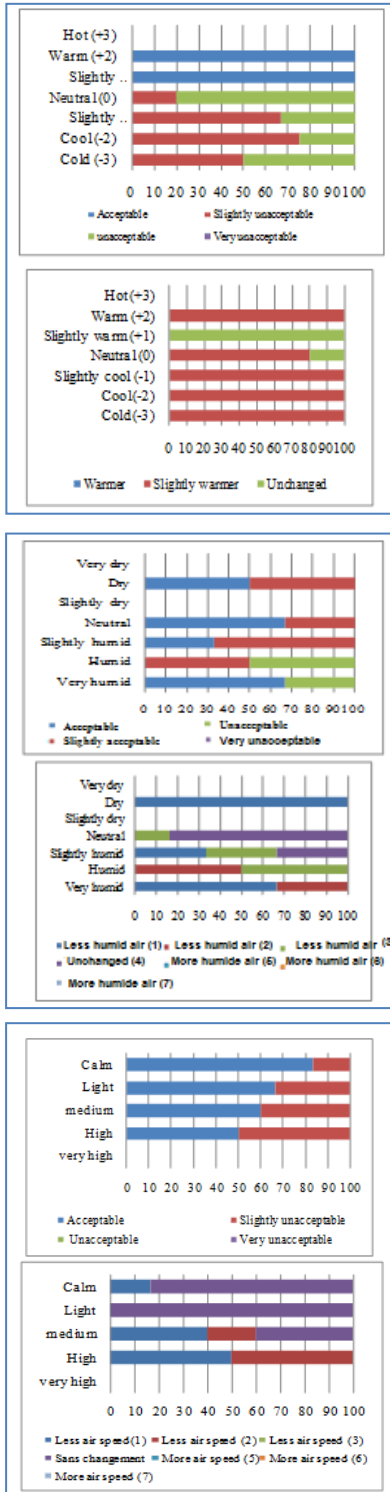


Fig. 10 - Distribution of acceptability and preference votes according to air temperature, air humidity and air speed sensation votes (winter)

**Air speed:** On the one hand, subjects report that air speed is acceptable and slightly unacceptable for all types of air currents. On the other hand, their desires are to have less air

flow, a set for participants don't want any change.

### Conclusion

"Ambience" is a meaningful concept, encompassing diverse principles that can create the foundation for interdisciplinary research. In atrium buildings, environmental phenomena coexist simultaneously, both thermal, aerologic; luminous, etc. In our case, we have reached the following conclusions:

- In a large atrium with a height of three levels, the thermal effects are not really very noticeable, such as the draft and thermal stratification, thermal buffer. We join here what Leila Moosavi & all said in their research: This study emphasized the significance of atrium components and configurations, as design parameters and their application to improve indoor thermal conditions and ventilation regime [18].

- In the two periods studied, the major problem in this type of climate is the humidity which exceeds the comfort threshold

- In the Mediterranean climate, it is necessary to think of the ventilation necessary to restore thermal comfort. Unventilated atrium can make the feeling of suffocation worse in summer.

- The results of the investigation show that the subjects use the sensation and preference scales in a complementary way.

- The subjective assessment of thermal comfort follows a stepwise logic: a feeling qualified as "warm", corresponds to an assessment of "unacceptable", and the preference was "to have less heat". If the atmosphere is very hot, we will get very unacceptable answers, the preference is to have more cold.

- A removable protection of the glazed skylight is inevitable to minimize summer overheating which can take away in winter.

- In summer:

- \*Temperatures would rise as you move up to the upper floors, which explain the greenhouse effect of the glass; in this case, we quote the conclusion of M. Khalaji Assadi & all:

The dimension has a great dependency on solar radiation absorption on glass [19]. In spite of this, they are generally in the comfort range (21-28°C). However, the building does not behave in the positive way towards the climate because the differences between the inside and outside temperatures do not reach the percentage set by Givoni [20] (the inside temperature is less than the outside temperature with a ratio of 10 to 15%). These temperatures are qualified: hot, slightly hot and neutral. As a result, their approvals are mainly limited in the following votes:

unacceptable, slightly unacceptable and acceptable. Their preference was to have coldness, slightly cool and unchanged.

- \*Relative humidities between 50 and 65%, this is beyond the comfort threshold. Moreover, for them the air is humid (slightly unacceptable and unacceptable). So their preference was to have less air humid.

- \*Air speed is described, generally, as light and slightly unacceptable and most liked more air flow.

- In winter:

- \*The temperatures are very low. They are very far from the comfort limits (20-25 °C). The users' sensation votes are moving towards cold (neutral and slightly cool and cold sensations), so a large part of the responses relate to acceptable and slightly unacceptable and unacceptable ratings (they want to have a slightly warm).

- \*Relative humidity values are high and exceed comfort estimates (according to employees, air is: humid and neutral. And that was practically acceptable and slightly unacceptable. So, the majority wanted less air humid.

- \*For the air flow, we notice the same observations as those of the summer period. -In summer and winter alike, the overall atmosphere is satisfactory and slightly satisfying.

### REFERENCES

- [1] Claude MH Demers and André Potvin, L'atrium : espace bioclimatique viable en milieu nordique, Esquisses, newsletter of the Order of Architects of Quebec, November-January, volume 15, number 4, 2004. 17 newsletter of the Order of Architects of Quebec, November-January, volume 15, number 4, 2004 .17 p
- [2] Reiter S, De Herde A, l'éclairage naturel des bâtiments, Edition : Presses universitaires of Louvain, 2004, 102 p
- [3] BELMAAZIZ M, Les ambiances thermo-aéroluques dans les atriums linéaires. Contribution à la constitution de règles expertes utilisables dans la conception du projet, Thesis of DOCTORAT, ENSA Nantes, 34 p
- [4] Claude-Alain Roulet , Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments, presses polytechnic and Romand academics , CH-1015 Lausanne, 2004. 5 p
- [5] René Ginouvès, dictionnaire méthodique de l'architecture grecque et romaine. Tome III. Espaces architecturaux, bâtiments et ensembles, publications of the French School of Athens and the French School of Rome, Volume 84, 1998, 164 p
- [6] The national center for textual and lexical resources, disponible in <http://www.cnrtl.fr/definition/ambiance>
- [7] Cours de François AUGOYARD, les ambiances : concepts fondamentaux et problématiques interdisciplinaires, (CRESSON - Ecole d'Architecture de Grenoble). 11 p
- [8] L. Adolphe, 1998, Ambiances architecturales et urbaines, architectural research notebooks, n° 42/43, éditions Parenthèses, 7p
- [9] Roger C, Donald W, l'habitat Bioclimatique : de la conception à la construction, édition l'Étincelle, Montreal, Canada, 1979.
- [10] Reiter S, De Herde A, l'éclairage naturel des bâtiments, édition : Presses universitaires of Louvain, 2004, p 101
- [11] Hussain. S, numerical investigations of the indoor thermal environment in atria and of the buoyancy- driven ventilation in a simple atrium building, doctoral thesis, Queen's University Kingston, Ontario, Canada, 2004. P 200
- [12] Hussain, S. & Oosthuizen, P. H. 2012, numerical study of buoyancy-driven natural ventilation in a simple three storey atrium building, International Journal of Sustainable Built Environment (2012) .P 156
- [13] Journée du CUEPE « Habitat, confort et énergie », Geneva on 22 May 2003, 24 p
- [14] Martinet, C. et Meyer, J-P. « Travail à la chaleur et confort physique » in review "Scientific and technical note" of the I.N.R.S (National Institute of

Research and Security) n° NS 184. France. 1999, 29 p

- [15] Mathieu BONTE, Influence du comportement de l'occupant sur la performance énergétique du bâtiment, Modélisation par intelligence artificielle et mesures in situ. Thesis of doctorat, Toulouse university 3 Paul Sabatier, 2014, 27 p
- [16] K. Parsons, Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort, and performance, 2nd editions de Taylor & Francis, 2003. P 91
- [17] Ergonomie des ambiances thermiques - Évaluation de l'influence des ambiances thermiques à l'aide d'échelles de jugements subjectifs (ISO 10551).
- [18] Leila Moosavi & all, Thermal performance of atria: An overview of natural ventilation effective designs, in Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 34 (654-670), June 2014,
- [19] M. Khalaji Assadi & all, Analytical model of atrium for heating and ventilating an institutional building naturally, in Energy and Buildings 43 (2011) 2595-2601
- [20] GIVONI Baruch, L'homme, l'architecture et le climat. Editions of Monitor; Paris, 1978. P 323

## LES AMBIANCES THERMIQUES DES ÉDIFICES À ATRIUM: CAS DU CLIMAT MÉDITERRANÉEN

### Résumé

Cette étude se positionne clairement dans le champ des ambiances architecturales in situ. Elle propose un développement succinct sur les ambiances thermiques générées par l'atrium sous un climat méditerranéen du littoral. De même, elle présente une exploration sur la dimension cachée de l'ambiance à travers des messages sensibles de l'environnement architecturé. A cet égard, l'usager occupe la place centrale de cette préoccupation, à travers l'analyse de leurs déclarations thermiques: sensation, agrément et préférence, selon l'échelle de ASHRAE Scale.

L'investigation in situ est faite à la base des mesures de températures et d'humidités relatives et la distribution des questionnaires sur l'ensemble des employés d'un bâtiment à atrium. Ainsi, un intérêt colossal est porté sur les sensations, les acceptabilités et les préférences des employés en travaillant les corrélations entre ces jugements perceptifs.

Globalement, selon les conditions choisies, cette investigation a révélé que cet espace architectural spécifique produit une ambiance thermique satisfaisante dans la période estivale et hivernale.

**Mots clés :** les ambiances thermiques ; atrium ; messages sensibles ; climat méditerranéen, ambiances architecturales in situ

### Introduction

Les bâtiments avec verrières: vérandas, serre, atrium, etc. Ils présentent des bâtiments atypiques par leurs formes, fonctionnement et beauté. L'atrium a occupé une place privilégiée dans l'imaginaire des architectes [1]. Par définition, l'atrium est une configuration spécialement intéressante pour des bâtiments très larges ou lorsque la densité urbaine est forte [2]. Thermiquement, dans cet espace intermédiaire, plusieurs phénomènes physiques peuvent se produire, tels que la convection, la conduction, le rayonnement. Ce dernier a un effet sur la thermique de l'atrium. Selon BELMAAZIZ.M, les radiations solaires ont une grande influence sur les ambiances thermiques d'un atrium [3]. Cependant, un bâtiment inadapté à son climat (par exemple un hôtel d'une grande chaîne internationale avec un atrium sans protections solaires) a tendance à surchauffer en saison chaude et à être glacial en saison froide. Un rattrapage coûteux est nécessaire pour assurer le bien-être dans ce bâtiment, en consommant alors de grandes quantités d'énergie pour assurer un confort parfois juste acceptable [4].

### Atrium et Ambiance

Généralement, le terme atrium est souvent employé pour désigner l'espace fermé ouvert au ciel de la maison romaine. Le mot emprunté directement au latin, désignait, et désigne dans le langage archéologique, la grande salle qu'on trouve normalement après le vestibule, salle couverte mais dont le plafond était percé d'une grande ouverture zénithale rectangulaire, le compluvium [5]. Selon le centre national de ressources textuelles et lexicales, l'ambiance est : qualité du milieu (matériel, intellectuel, moral) qui environne et conditionne la vie quotidienne d'une personne, d'une collectivité [6]. De même, ce concept avec sa pluralité de sens, il est employé pour désigner plusieurs notions, telles que : milieu, atmosphère, environnement, climat, décor.... Selon Jean- François AUGOYARD, la limitation de la liste des termes analogues : refus des termes trop généraux de par le champ lexical ou trop supra disciplinaires (conditions, situation, société, groupe...) [7]. Luc Adolphe ajoute de sa part a dit qu' : « une ambiance architecturale ou urbaine est la synthèse, pour un individu et un moment donné, des perceptions multiples que lui suggère le lieu qui l'entoure » [8].

### Thermique des bâtiments à atrium

Actuellement, l'atrium est en train de devenir l'un des espaces les plus recherchés et attrayants dans la conception architecturale, particulièrement dans les bâtiments tertiaires : école, université, musée, centres commerciaux, etc. D'une manière générale, les phénomènes d'ambiance qui caractérisent chaque climat demandent des procédés qui servent à la fois de protéger du soleil excessif durant la période chaude, et d'exposer aux rayons solaires pendant la période froide. D'après Roger Camous et David Watson : « Les bâtiments adaptés à leur climat sont, en général relativement ouverts et en relation directe avec leur environnement immédiat, que se soit par des fenêtres, des serres ou des patios, la question est : comment combiner de telles techniques pour réduire la consommation énergétique, mais également pour améliorer le confort et la qualité de l'espace » [9]. De plus, l'atrium joue le rôle d'espace-tampon entre l'intérieur et l'extérieur créant un microclimat de qualité pour les hommes et les plantes [10]. Selon Hussain, S, l'essentiel pour un bâtiment à atrium éco-énergétique est la phase de conception afin d'obtenir un environnement thermique intérieur confortable [11].

Il ajoute dans une autre recherche: dans un climat chaud et humide, un bâtiment nécessite une hauteur importante afin d'induire un gradient de pression suffisant, ceci est causé par une différence de température qui provoque une ventilation efficace par tirage thermique [12].

### Les différentes échelles de jugement subjectif du confort thermique

L'évaluation directe des sensations thermiques et des insatisfactions liées à cet environnement est rendue possible ici par l'approche psychologique déduite de réponses données à des questionnaires dont les spécifications sont présentées et discutées dans la norme [13]. La norme ISO 10551 propose la construction et l'utilisation d'échelles de jugements relatives à l'aspect subjectif du confort thermique ou de la contrainte thermique [14]. Pour évaluer la sensation thermique, les échelles les plus largement utilisées sont l'échelle de Bedford et l'échelle de l'ASHRAE (voir tableau 1 : [15]).

### Présentation du cas d'étude

L'investigation in situ a été menée à la ville de Jijel (Algérie). Son climat est de type méditerranéen, marqué par des étés chauds et humides, et des hivers doux et pluvieux. Pour le choix du cas d'étude, la maison de la culture a été sélectionnée comme modèle d'étude. Elle se trouve à l'est du centre-ville, dans le site d'El Akabi, sur une superficie de 2242,18 m<sup>2</sup>.

### Conditions de recueil des données et population interrogée

L'évaluation de l'environnement thermique a été structurée sur deux méthodes d'analyse : quantitatives et qualitatives. L'analyse quantitative concerne le recueil des données climatologiques (température de l'air, l'humidité relative). Dans cette rubrique K.Parsons a dit: pour évaluer les environnements thermiques humains, il peut être nécessaire de quantifier l'environnement [16]. Quant à la deuxième, elle dépend des jugements donnés par les usagers de l'édifice. Les instruments de mesure employés sont le thermohygromètre Chauvin Arnoux C.A 846, le thermomètre TES-1367.

Le recueil des mesures horaires a été effectué sur ces deux périodes (24 Juillet 2016 et 15 Janvier 2017). Pour chaque journée de prise, nous avons effectué les mesures horaires durant le temps de travail des employés (de 8h00 à 12h00 et de 13h00 à 15h30). Les mesures sont prises à 1 m par rapport au sol voir les points de mesures sur les plans).

### Modalités d'un phénomène d'ambiance in situ

#### Profils des résultats de mesures: été 2016

##### Evolution de température

Ces données sont en accord avec la logique, plus on monte vers le haut plus la température est plus élevée. Les valeurs du RDC varient entre 25 et 29°C, pour le premier étage sont entre 26 et 29°C et enfin pour le deuxième étage, elles se développent entre 26 et 29°C. Alors que la température extérieure présente les valeurs les plus basses (S1).

Cela confirme deux choses: la stratification thermique n'est pas vraiment remarquable, ainsi, la chaleur a été piégée à l'intérieur du bâtiment dû à la arrière. De plus, depuis la première heure de travail, nous signalons des températures élevées. En fait, cela est dû à l'incapacité du bâtiment à refroidir l'enveloppe pendant la nuit (atrium non ventilé)

L'adaptation à cette ambiance thermique est gérée par un ensemble d'ajustements comportementaux, technologiques et physiologiques. Alors, on remarque pour les actions comportementales principales : ouvrir les ouvertures, mettre les stores, boire l'eau, fermeture des ouvertures, éteindre l'ordinateur pour un bon moment, le déplacement vers un autre bureau plus frais. En ce qui concerne les actions technologiques, elles dépendent de mettre en marche le climatiseur (21,15 %)

Pour les ajustements physiologiques, les travailleurs décrivent leurs gêne engendrée par la sueur en qualifiant la situation de : gênante : beaucoup, un peu et pas tellement.

##### Evolution des humidités

La lecture préliminaire des courbes montre que la variabilité des humidités se manifeste par un rythme temporel régressif.

Pour le RDC, les valeurs d'humidités sont moins stables. Le premier et le deuxième étage, elles décroissent dans la journée, mais la pente est beaucoup plus importante durant le matin, de 8h30 à 10h30

#### Profils des résultats de mesures : hiver 2017

##### Evolution des températures de l'air :

L'évolution journalière des températures d'air permet de dégager un profil en forme de parabole étirée où le sommet est vers le haut.

Pour le rez-de-chaussée, nous constatons que les configurations des courbes coïncident avec l'allure de la station (S1) mais elles sont moins remarquables dans les étages.

Les réactions comportementales touchent : allumer les lampes (68,75 %), fermeture des ouvertures 18,18 %, plier sur le corps 9,09 %, manger des aliments 10,9 %, déplacer vers un autre espace ( 9,09 %), mettre les stores 5,45 %, ouvrir les ouvertures 1,81 % Les réactions technologiques sont marquées surtout par l'emploi du chauffage et le climatiseur pour améliorer l'ambiance intérieure (81,25 %).

Les frissons se sont parmi les mécanismes physiologiques les plus répondues chez les employés (68,75%). Ensuite, nous signalons un taux de 56, 25 % et de 37, 5 % pour les pathologies : changement de la couleur de la peau et les maux de tête.

C'est pour cette raison, nous trouvons que l'action (l'ajout des vêtements) présente 56,25 %.

#### **Evolution des humidités**

D'après ce graphe, nous signalons une logique inverse que celle des températures. Les mesures des stations du rez-de-chaussée sont presque toutes identiques. Il apparaît que les valeurs mesurées aux étages sont en déclin à partir de 8h30.

#### **Les messages sensibles de l'espace architecturé**

Dans cette partie de l'article, nous intéressons à l'interprétation de la réalité sensible des usagers sur la base d'ISO 10551 [17].

En fait, l'estimation subjective des sensations thermiques est normalisée selon trois échelles de jugements subjectifs qui fournissent des données fiables et comparables relatives à l'aspect subjectif du confort thermique ou de la contrainte thermique.

#### **Evaluation de l'environnement physique par les employés : période d'été**

Durant la période estivale, nous avons distribué au total 26 questionnaires. Nous enregistrons que les employés trouvent que le climat est chaud (50 %), légèrement chaud (26,92 %), neutre (19,23 %) et seulement 3,84% considèrent que la température de l'ambiance est légèrement froide. Leurs évaluations subjectives étaient, généralement, légèrement acceptable. Enfin, il en ressort que la grande majorité souhaite un environnement sans changement, un peu plus froid et plus froid.

Aussi, nous avons trouvé que les usagers sentaient que l'air est humidité (100 %). Les résultats montrent seulement la satisfaction de 11,53 % des répondants. De ce fait, les gens aiment d'avoir moins d'air humide. L'analyse de la vitesse de l'air montre que, les participants la perçoivent comme calme, léger et moyen. Cela était, pour eux, légèrement inacceptable (57,69 %). Pour les préférences, leurs demandes sont surtout d'avoir plus de courant d'air.

Donc, selon les salariés, le climat est chaud et humide. Cette situation est aggravée à cause de la grande surface de la verrière (non ventilée et sans protection) Evaluation de l'environnement physique par les employés : période d'hiver

Le nombre total des usagers était 16. En fait, les réponses des sujets sont divisées en deux types de vote: neutre et froid.

À partir des sensations déclarées, les usagers trouvent que le climat est: acceptable (43,75 %), légèrement inacceptable (37,5 %) et inacceptable (18,75 %). Les environnements préférés sont représentés par deux votes un peu plus chaud (81,25 %) et sans changement (18,75 %).

C'est-à-dire, en hiver, l'atrium joue son rôle "stratégie de chaud". Il permet de récupérer des gains solaires qui peuvent être ensuite transférés vers les pièces adjacentes

Les personnels trouvent l'ambiance: très humides, humide, légèrement humide, neutre et sec.

Malgré ça, les salariés trouvent que le climat est acceptable (50 %), légèrement acceptable (37,5 %), inacceptable (12,5 %). Cependant, beaucoup de gens cherchent à avoir moins d'air humide et (37,5 %)

Aussi, les résultats montrent que 43,75 % des travailleurs sentent un mouvement de l'air et 56,25 % ne le perçoivent pas.

La vitesse de l'air est surtout: calme (37,5 %), moyen (31,25 %). 68,75 % des salariés déclarent que l'environnement intérieur est acceptable.

La préférence essentielle est: sans changement 68,75 %

#### **Corrélation des jugements perceptifs: période d'été**

**Température de l'air:** la relation entre sensation et acceptabilité nous montre que les sensations légèrement froid, neutre et légèrement chaud sont les mieux acceptées. Un seul sujet aime d'avoir plus de froid. Mais pour les autres appréciations, la recherche est d'avoir un peu plus froid et sans changement sont les plus remarquées.

**L'humidité de l'air:** la sensation très humide correspond à des déclarations d'inacceptable et très inacceptable. Les préférences sont en harmonie avec les sensations et aussi aux acceptabilités des employés. Par exemple, la sensation très humide donne un vote

d'inacceptable et une préférence moins d'air humide extrême [1].

**vitesse de l'air:** en tenant compte du courant d'air, l'atmosphère est acceptable et légèrement inacceptable mais malgré cela les employés aiment d'avoir plus de courant d'air surtout pour la perception: calme  
**Corrélation des jugements perceptifs : période d'hiver**  
**Température de l'air:** les votes indiquent une ambiance acceptable pour les sensations chaude et très chaude. Les autres ambiances, à partir de la neutralité jusqu'à très froid, connaissent des votes inacceptables et légèrement inacceptables. En effet, les préférences sont surtout la recherche d'un peu plus chaud.

**L'humidité de l'air:** dans l'ensemble, malgré l'atmosphère est humide, les sujets décarrent que l'ambiance est acceptable et légèrement inacceptable sauf pour les votes humide et très humide. Par ailleurs, leurs demandes étaient d'avoir moins d'air humide (à part les votes neutre et légèrement humide).

**Vitesse de l'air:** d'une part, les sujets déclarent que la vitesse de l'air est acceptable et légèrement inacceptable pour tous les types du courant d'air. D'autre part, leurs désirs sont d'avoir moins de courant d'air, plus de courant d'air et un ensemble de participants ne souhaitent aucun changement.

#### **Conclusion**

Le concept « Ambiance » est une notion garnie de sens, elle englobe des principes divers qui peuvent créer les fondements d'une recherche interdisciplinaire. Dans les bâtiments à atrium, des phénomènes environnementaux coexistent simultanément, à la fois thermique, aéraulique, lumineux, etc. Dans notre cas, nous avons retenu les conclusions suivantes :

- Dans un atrium de grande dimension avec une hauteur de trois niveaux, les effets thermiques ne sont pas vraiment très visible, tel que le tirage et la stratification thermique, tampon thermique. Nous rejoins ici la conclusion de Leila Moosavi et al: cette étude a mis l'accent sur l'importance des composants et les configurations de l'atrium, en tant que paramètres de conception et de leur application pour améliorer les conditions thermiques intérieures et le régime de ventilation [18].

- Dans les deux périodes étudiées, le problème majeur dans ce type de climat est l'humidité qui dépasse le seuil de confort.

- Dans le climat méditerranéen, il faut penser à la ventilation nécessaire pour restaurer le confort thermique. Un atrium non ventilée peut aggraver la sensation d'étouffement en été.

- Les résultats de l'enquête démontrent que les sujets utilisent les échelles de sensation et de préférence de manière complémentaire.

- L'évaluation subjective du confort thermique suit une logique de gradin : une sensation qualifiée comme « chaud », correspond à une évaluation d'« inacceptable », et la préférence était « d'avoir moins de chaleur ». Si l'ambiance est très chaude, on aura des réponses de très inacceptable, la préférence est d'avoir plus de froid.

- Une protection amovible de la verrière est inévitable pour minimiser la surchauffe estivale et qui peut être retirée en hiver.

#### **-En été :**

\*Les températures connaissent un accroissement en montant vers les étages supérieurs, cela explique l'effet de serre de la verrière. Dans ce cas, nous citons la conclusion de M. Khalaji Assadi & al: la dimension dépend fortement de l'absorption du rayonnement solaire sur le verre [19].

Malgré elles sont globalement dans l'intervalle de confort (21-28°C). Mais, le bâtiment ne se comporte pas d'une manière positive vis-à-vis du climat car les différences entre les températures intérieures et extérieures n'atteignent pas le pourcentage fixé par Givoni [20] (la température intérieure est moins que la température extérieure avec un rapport de 10 à 15%). Ces températures sont qualifiées : chaud, légèrement chaud et neutre. De ce fait, leurs agréments se limitent surtout dans les votes suivants : inacceptable, légèrement inacceptable et acceptable. Leurs préférences étaient d'avoir plus de froid, un peu plus froid et sans changement.

\*Des humidités relatives comprises entre 50 et 65%, et cela est au delà du seuil du confort. De plus, pour eux l'air est humide (légèrement inacceptable et inacceptable). Donc, leurs préférences étaient d'avoir moins d'air humide.

\*La vitesse de l'air est qualifiée, généralement, comme : léger, acceptable et légèrement inacceptable et la plupart aime plus de courant d'air et une minorité qui ne voulait aucun changement.

#### **-En hiver :**

\*Les températures sont très basses. Elles sont très loin par rapport aux limites de confort (20-25 °C). Les votes de sensations sont : des sensations neutre et légèrement froid et froid. De ce fait, une grande partie des réponses portées sur les évaluations acceptable et légèrement inacceptable et inacceptable (ils désirent d'avoir un peu plus chaud).

\*Pour les valeurs des humidités relatives, les taux sont élevés et elles dépassent les estimations de confort. Elles qualifiées comme humide et neutre (acceptable et légèrement inacceptable). Donc, la majorité voulait moins d'air humide.

\*Pour le courant d'air, nous remarquons les mêmes constats que ceux de la période estivale.

-En été comme hiver, l'ambiance globale est satisfaisante et légèrement satisfaisante.