

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université « SAAD DAHLAB » de BLIDA 01

**Faculté des sciences de l'ingénieur
Institut d'Architecture et d'Urbanisme**

Laboratoire ETAP

THESE DE DOCTORAT D/LMD

Spécialité : Architecture, Patrimoine, Bâti et Environnement

**L'IMPACT DES TRANSFORMATIONS COLONIALES ET POST
COLONIALES SUR LE CONFORT HYGROTHERMIQUE DU
PATRIMOINE RESIDENTIEL OTTOMAN D'ALGER**

VOLUME I : TEXTE

Présenté par

BENCHEKROUN Marwa

Sous la Direction de :

**CHERGUI Samia
RUGGIERO Francesco**

| Noms et prénoms | Jury | Grade | Institutions |
|-------------------------------|-------------------|--------------|--------------------------------------|
| ABDESSEMED FOUFA Amina | Président | Pr. | Université de Blida 1 |
| ZEMOURI Nouredine | Examineur | Pr. | Université de Biskra |
| HAMID Abdelkader | Examineur | Pr. | Université de Blida 1 |
| NAIMI Meriem | Examineur | Dr. | Université de Blida 1 |
| CHERGUI Samia | Rapporteur | Pr. | Université de Blida 1 |
| RUGGIERO Francesco | Rapporteur | Pr. | Polytechnique de Bari, Italie |

Année universitaire : 2019/2020

RESUME

La présente recherche porte essentiellement sur l'impact des transformations subies durant la période coloniale et post-coloniale, sur les performances du confort hygrothermique du bâti résidentiel du vieil Alger ottoman.

La démarche mise en œuvre prend appui sur deux investigations complémentaires : une approche historique visant à identifier les transformations qu'a subi le bâti résidentiel ottoman et l'autre porte généralement sur l'approche environnementale, et plus précisément, sur l'effet que ces transformations ont eu sur le confort hygrothermique. L'une et l'autre portent de manière privilégiée sur l'un des exemples les plus emblématiques la « casbah d'Alger ».

En effet, situé sur la côte méditerranéenne, le site urbain faisant l'objet de notre étude, fut habité au moins dès le VI^e siècle avant notre ère, quand un comptoir phénicien y fut installé. Le terme Casbah, qui désignait à l'origine le point culminant de la médina de l'époque ziride, s'applique aujourd'hui à l'ensemble de la vieille ville d'El Djazair, dont les limites marquées par les remparts d'époque ottomane, édifiés dès la fin du XVI^e siècle.

La Casbah d'Alger, représentative de la culture profondément méditerranéenne, synthèse de nombreuses stratifications. Elle est composée de maisons traditionnelles, qui ont conservé leur authenticité et leur intégrité, telles que les caractéristiques esthétiques, les matériaux utilisés et les éléments architecturaux, préservant leurs aspects originaux et exprimant des valeurs résistant à l'usure du temps, elle est la manifestation d'une superposition de plusieurs strates dans un système complexe et original qui s'est adapté.

Actuellement, la question environnementale devient de plus en plus dominante par rapport aux nouvelles orientations et préoccupations liées à l'amélioration des conditions de confort. L'objectif de notre travail de recherche est d'étudier le bâti résidentiel de la Casbah d'Alger et de mettre en relief les transformations coloniales et post-coloniales sur le confort hygrothermique afin d'identifier un modèle type de maisons ayant subi le moins de transformations tout en prenant en considération les paramètres affectant ce confort, tels que : Le transfert d'humidité au sein de parois poreuses (conduction thermique ou le phénomène d'évaporation-condensation), le transfert de chaleur, le rayonnement solaire, la température d'air ambiant et au vent ou aux systèmes de ventilation pour évaluer sa réponse par rapport aux sollicitations climatiques.

La consultation des archives, les investigations sur le terrain, la modélisation, les simulations numériques, les mesures in-situ et l'étude de nombreux paramètres ont été les outils

nécessaires qui nous ont permis d'évaluer le niveau de confort dans ces maisons traditionnelles, afin d'établir une connaissance approfondie du fonctionnement et répondre aux nouvelles exigences du confort.

Les résultats obtenus clarifient la nature des transformations coloniales et postcoloniales, réalisées pour satisfaire les besoins des habitants, et ont permis l'évaluation de la qualité environnementale, estimée à l'aide des paramètres influençant le microclimat intérieur des maisons de la vieille ville d'Alger.

Mots clés : patrimoine résidentiel, transformations architecturales, microclimat intérieur, confort hygrothermique, modélisation & simulation numérique, stratifications, conservation du patrimoine.

ABSTRACT

The present research focuses on the impact of the transformations undergone during the colonial and post-colonial period on the hygrothermal comfort performance of residential buildings in the old Ottoman Algiers.

The approach implemented is based on two complementary investigations: a historical approach aimed at identifying the transformations that the Ottoman residential building has undergone and the other generally concerns the environmental approach, and more specifically, the effect that these transformations have had on hygrothermal comfort. Both focus on one of the most emblematic examples, the "Casbah of Algiers".

Indeed, located on the Mediterranean coast, the urban site under study was inhabited at least from the 6th century BC, when a Phoenician trading post was installed there. The term Kasbah, which originally designated the highest point of the medina in the Zirid period, applies today to the whole of the old town of El Djazair, within the limits marked by the Ottoman ramparts built at the end of the 16th century.

The Casbah of Algiers, representative of the Mediterranean culture, a synthesis of many stratifications. It is composed of traditional houses, which have retained their authenticity and integrity, such as the aesthetic features, the materials used and the architectural elements, preserving their original aspects and expressing values that have withstood the wear and tear of time. It is the manifestation of a superimposition of several strata in a complex and original system that has adapted itself.

Currently, the environmental issue is becoming more and more dominant in relation to the new orientations and concerns related to the improvement of comfort conditions.

The objective of our research work is to study the residential buildings of the Kasbah of Algiers and to highlight the colonial and post-colonial transformations on hygrothermal comfort in order to identify a typical model of houses that have undergone the least transformations while taking into consideration the parameters affecting this comfort, such as : Moisture transfer within porous walls (thermal conduction or the phenomenon of evaporation-condensation), heat transfer, solar radiation, ambient and wind air temperature or ventilation systems to evaluate its response to climatic stresses.

The consultation of archives, field investigations, modelling, numerical simulations, in-situ measurements and the study of numerous parameters were the necessary tools that allowed us to evaluate the level of comfort in these traditional houses, in order to establish a thorough knowledge of the functioning and to respond to the new requirements of comfort.

The results obtained clarify the nature of the colonial and postcolonial transformations, carried out to satisfy the needs of the inhabitants, and allowed the evaluation of the environmental quality, assessed using the parameters influencing the interior microclimate of the houses in the old city of Algiers.

Keywords: residential heritage, architectural transformations, indoor microclimate, hygrothermal comfort, numerical modelling & simulation, stratifications, heritage conservation.

ملخص

يتمحور هذا البحث حول تأثير التحولات التي حدثت خلال الفترة الاستعمارية وما بعدها، والمتمثلة في أداء الراحة الحرارية للمبنى السكني في العاصمة العثمانية القديمة.

يستند النهج الذي تم تنفيذه على تحقيق هدفين متكاملين وهما: النهج التاريخي الذي يهدف إلى تحديد التحولات التي خضع لها المبنى السكني العثماني والآخر يتعلق بشكل عام على المقاربة البيئية، وبدقة أكثر، على تأثير هذه التحولات على الراحة الحرارية. إذ يركز كلاهما بشكل خاص على أحد الأمثلة الأكثر رمزية ألا وهي «قصة الجزائر» .

تقع على ساحل البحر الأبيض المتوسط والذي يعتبر الموقع الحضري عمر خلال القرن السادس قبل الميلاد على الأقل عندما استوطنه الفينيقيون.

أطلق مصطلح «القصة» على المدينة القديمة في عصر الزريدين والذي أصبح حالياً يمثل كامل مدينة الجزائر القديمة، بما فيها الحدود التي تمثل أسوار العهد العثماني، الذي بني في نهاية القرن السادس عشر.

إننا قصة الجزائر تمثل بعمق ثقافة سكان البحر الأبيض المتوسط والتي تعتبر نتيجة للعديد من طبقات العهود السابقة. وهي تتألف من المنازل التقليدية، التي حافظت على أصالتها وسلامتها بما فيها الميزات الجمالية، والمواد المستخدمة والعناصر المعمارية وزخرفتها، للتمسك بجوانبها الأصلية والتعبير عن قيم مقاومة هذه السكنات رغم مرور الزمن.

حالياً، أصبحت المسألة البيئية موضوعاً مهماً فيما يتعلق بالاتجاهات والمخاوف الجديدة المرتبطة بتحسين ظروف الراحة.

إننا الهدف من عملنا البحثي هو دراسة المبنى السكني في القصة بالجزائر العاصمة وتسلط الضوء على التحولات الاستعمارية وما بعدها وتأثيرها على الراحة الحرارية من أجل تحديد مثال نموذجي للمنازل التي خضعت لبعض التغييرات مع الأخذ بعين الاعتبار الإعدادات التي تؤثر على هذه الراحة، أهمها: نقل الرطوبة داخل جدران مسامية (التوصيل الحراري أو ظاهرة التبخر-التكثيف)، النقل الحراري، الإشعاع الشمسي، نظام التهوية لتقييم مدى استجابتها للضغوط المناخية.

الأبحاث بشأن المحفوظات، التحقيقات الميدانية، النمذج والمحاكاة العددية، القياسات في الموقع ودراسة العديد من الإعدادات كانت الأدوات اللازمة التي سمحت لنا بتقييم مستوى الراحة في هذه المنازل التقليدية، من أجل تأسيس معرفة معمقة للتشغيل وتلبية متطلبات الراحة الجديدة.

توضح النتائج التي تم الحصول عليها طبيعة التحولات الاستعمارية وما بعدها، التي أجريت لتلبية احتياجات السكان، حيث سمحت لنا بتقييم الجودة البيئية باستخدام المعلمات التي تؤثر على المناخ المحلي الداخلي لسكنات الجزائر القديمة.

الكلمات المفتاحية: التراث السكني، التحولات المعمارية، المناخ المحلي، الراحة الحرارية، النمذجة والمحاكاة الرقمية، الطبقات، الحفاظ على التراث.

REMERCIEMENTS

« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur ; elles sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries ». Marcel Proust.

La conduite d'un travail de thèse constitue pour tous ceux qui l'ont vécue une expérience particulière marquée par la sensation angoissante de s'être engagé dans une quête obsessionnelle, au résultat improbable et au coût précieux. Sa réalisation ne serait probablement pas possible sans aide extérieure. C'est pour cette raison que je souhaite ici remercier tous ceux qui m'ont apporté leur soutien, leur aide et qui m'ont manifesté leurs encouragements, et plus particulièrement certains d'entre eux.

Je dédie ce travail à la mémoire de mon cher père, une lumière qui ne s'éteindra jamais dans mon cœur, l'une des plus importantes étoiles de mon ciel, j'espère que de là ou tu es, tu me regardes chaque jour et ressens toute la fierté que j'imagine t'inspirer.

A ma très chère mère, je voudrais lui témoigner ici toute ma gratitude pour son aide et son soutien indéfectible, elle qui a toujours œuvré pour ma réussite, m'a toujours encouragé et m'a soutenu durant toutes mes années d'études et qui est et qui restera pour moi le modèle à suivre, merci pour tous les sacrifices consentis pour ma réussite. A mes deux sœurs Yasmine et Manel qui m'ont apporté toute leur précieuse aide et leurs encouragements tout au long de mon doctorat.

Au professeur Chergui Samia, ma directrice de thèse, dont les conseils scientifiques, le sens aiguisé de l'efficacité analytique et le soutien ont été indispensables à la production de ce manuscrit. A mon Co-encadreur Ruggiero Francesco, pour m'avoir fait profiter de ses judicieux conseils, de ses connaissances et de ses pertinentes remarques ainsi que le soutien dont il m'a témoigné durant mon stage à Bari.

Je désire également remercier Silvia Di Turi, chercheuse au niveau du centre de recherche à Rome, pour son assistance, sa supervision précieuse et pour tous les conseils nécessaires qu'elle m'a fournis pour l'accomplissement de ce travail.

Je remercie aussi, professeur Abdessamed Foufa Amina, la directrice du laboratoire « ETAP », pour son dynamisme, son aide précieuse, le soutien qu'elle m'a toujours apporté et pour les moyens qu'elle a mis en œuvre pour me faciliter les tâches.

Ces remerciements seraient incomplets si je n'en adressais pas à l'ensemble des membres de l'équipe de l'OGEBBC pour leur collaboration et sans les documents remis, ce travail n'aurait jamais vu le jour.

Je n'aurai jamais pu réaliser ce travail sans le soutien des habitants de la Casbah dont la générosité, la bonne humeur et l'intérêt manifestés à l'égard de mon travail, ils ont bien voulu m'accueillir chez eux et m'ont ouvert les portes de leurs maisons pour que je puisse effectuer mes mesures In-Situ, ce qui m'a permis de tisser des liens formidables avec eux.

Je souhaite également exprimer ma gratitude au docteur Saidi Mohammed, pour l'intérêt dont il a fait preuve envers ma recherche, pour ses conseils et son enthousiasme à chaque fois que je l'ai rencontré. Je tiens à lui témoigner toute ma reconnaissance.

J'adresse une attention particulière à mon ami Lalioui Mohamed, qui m'a énormément aidé pour l'élaboration de ce travail.

J'exprime ma gratitude à tou(te)s mes ami(e)s - chercheurs qui m'ont aidée de manière bénévole et qui ont assuré le soutien affectif de ce travail doctoral et bien entendu à toutes les personnes que j'ai sollicitées et qui ont contribué à leur manière, à la réalisation de ce doctorat.

C'est avec un profond bonheur que je saisis cette occasion solennelle pour adresser aux membres du jury mes sincères respects tout en leur exprimant ma profonde reconnaissance de m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger mon travail.

SOMMAIRE

| | |
|---|-----|
| RESUME | 1 |
| ABSTRACT | 3 |
| ملخص | 5 |
| REMERCIEMENTS | 6 |
| SOMMAIRE | 8 |
| | |
| INTRODUCTION GENERALE | 10 |
| 1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE | 11 |
| 2. INTERET DE LA RECHERCHE | 15 |
| 3. FORMULATION DE LA PROBLEMATIQUE | 17 |
| 4. HYPOTHESES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE | 20 |
| 5. METHODOLOGIE ET STRUCTURE DE LA RECHERCHE | 24 |
| | |
| PREMIERE PARTIE : ETUDE DU PROCESSUS DE TRANSFORMATION DU BATI RESIDENTIEL OTTOMAN D'ALGER | 27 |
| INTRODUCTION | 28 |
| CHAPITRE 01 : ASPECTS BIOCLIMATIQUES A LA CASBAH D'ALGER | 30 |
| CHAPITRE 02 : LE PROCESSUS DE TRANSFORMATION ET SON IMPACT SUR LE CONFORT INTERIEUR DES MAISONS DE LA CASBAH D'ALGER | 57 |
| CHAPITRE 03 : PRESENTATION DU CORPUS D'ETUDE | 83 |
| CONCLUSION | 128 |
| | |
| DEUXIME PARTIE : LE CONFORT HYGROTHERMIQUE DANS LE BATI RESIDENTIEL OTTOMAN D'ALGER | 131 |
| INTRODUCTION | 132 |
| CHAPITRE 01 : DU CONFORT HYGROTHERMIQUE EN GENERAL | 134 |

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE 02 : DISCUSSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE PATIO | 160 |
| CHAPITRE 03 : DISCUSSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE A CHEBAK | 188 |
| CHAPITRE 04 : DISCUSSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE ULWI | 217 |
| CONCLUSION : SYNTHESE COMPARATIVE A PROPOS DU CONFORT HYGROTHERMIQUE DANS LES TROIS TYPOLOGIES DE MAISONS A PATIO, A CHEBEK ET A ULWI | 243 |
| CONCLUSION GENERALE | 249 |
| REFERENCES | 257 |
| LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX | 267 |
| APPENDICE | 279 |
| TABLE DES MATIERES | 298 |

INTRODUCTION GENERALE

1. CONTEXTE DE LA RECHERCHE

Cette partie présente les éléments qui ont servi à la construction théorique de notre travail de doctorat. Il expose le cheminement intellectuel et méthodologique que nous avons effectué afin de poser les repères qui ont guidé l'élaboration et l'exploration de notre problématique de thèse. Le sujet que nous avons traité se place en effet au carrefour de nombreux questionnements scientifiques et peut être appréhendé d'une multitude de manières. Afin d'éviter une dispersion excessive, nous en restituons ici les éléments de cadrage qui animent la logique démonstrative de notre travail.

Nous nous attacherons dans un premier temps à exposer la réflexion que nous avons menée pour appréhender et construire un sujet de recherche sur le processus de transformation qu'a subi le patrimoine résidentiel ottoman, dans un second temps, nous étudierons l'impact qu'ont pu avoir ces transformations sur le confort hygrothermique et le microclimats des maisons traditionnelles du vieille Alger ottoman.

L'architecture s'est toujours aussi bien adaptée au contexte urbain, social et historique qu'aux conditions climatiques et environnementales. Si on suit le concept de "technologie adaptative", qui demeure en constante évolution dans le temps, on peut le définir comme « la capacité et la règle technique des organismes de modifier leurs propres fonctions et leur structure pour correspondre aux variations des conditions environnementales, qui est contextuelle »¹.

Cependant, le concept de "faisabilité technologique et architecturale" est également important, car la durabilité requiert une conception qui se conforme à l'utilisation, aux capacités, aux ressources, aux structures existantes, mais aussi à la place comme domaine reconnaissable des actions humaines².

Les idées liées à l'architecture bioclimatique et à la récupération des savoirs faire traditionnels se sont extrêmement répandues ces dernières années, en réponse à la nécessité de lutter contre le changement climatique. En effet, il est devenu indispensable de revenir à la prise en compte des facteurs climatiques et environnementaux et à la construction en fonction des lieux dans lesquels l'architecture se situe. Aussi, trouver de nouvelles formes

¹ GIUFFRÈ R., Préface de FOTI G., Les lieux de la transformation. Méthodologies cognitives et technologies de conception pour l'environnement, Rubbettino Ed. Catanzaro, Italy, 2004, pp. 7-10.

² TROMBETTA C., L'actualité de la pensée de Hassan Fathy dans la culture technologique contemporaine. Le lieu, l'environnement et la qualité de l'architecture, édition Rubbettino, Catanzaro, 2002.

d'architecture, mieux adaptées aux contextes dans lesquels elles se situent ainsi que la nécessité de réduire la consommation d'énergie provenant de sources non renouvelables et l'augmentation des performances en économie d'énergie, est un des défis de ce siècle.

La ville constitue un lieu privilégié de d'interaction entre l'homme et son climat, qui a connu une période d'harmonie pour les villes dites « traditionnelles », comme l'illustre la vieille ville d'Alger. Cette dernière recèle des valeurs et des qualités qu'elle a véhiculées à ses habitants au fil du temps. Ce qui lui a valu un classement au patrimoine mondial en 1992. Considérée comme un véritable lieu vivant, habitée jusqu'à nos jours, cette ville et particulièrement sa composante résidentielle n'ont pas cessés de subir diverses transformations au cours des siècles, tant sur le plan structurel – avec la réalisation des surélévations, que fonctionnel et architectonique. Qu'elles soient bénéfiques ou nuisibles, ces transformations intervenues durant les périodes coloniale et postcoloniale ont eu des impacts sur le microclimat intérieur des maisons.

De manière générale, notre réflexion est liée à des concepts de dimensions pluridisciplinaires. Cependant, nous accordons un grand intérêt à la question environnementale qui prend de plus en plus de place dans les nouvelles préoccupations liées à l'amélioration des conditions de confort.

Un bref regard porté par ailleurs sur notre cas d'étude, montre que le vieil Alger ottoman a été abordé selon plusieurs échelles de lecture. Il est considéré comme un objet de curiosité pour plusieurs chercheurs, qui ont soulevé divers problèmes dans différents débats scientifiques. Ces derniers ont produit notamment d'innombrables études, d'ordre économique³ et sociologique⁴, traitant l'aspect immatériel en rapport avec la vie et le vécu à l'intérieur de la Casbah. La médina d'Alger a fait l'objet aussi d'autres catégories d'études traitant de l'intégration au site⁵ et de la composition urbaine⁶. Son architecture résidentielle⁷, religieuse ou militaire⁸ a été appréhendée, à son tour, par rapport aux dimensions historique et typologique. Néanmoins, nous nous aventurons dans un domaine de recherche toujours

³ ICHEBOUDENE Larbi et NACIB Youcef., 2003. La Casbah d'Alger et l'Architecte Paul GUION, Publisud, Paris.

⁴ LESBET Djaffar., 1985. La casbah d'Alger : gestion urbaine et vide social, Office des publications universitaires. 235p. Alger

⁵ RAVÉREAU André., 1989. La Casbah d'Alger, et le site créa la ville, Sindbad, Paris

⁶ Haedo.D, topographie et histoire générale d'Alger, la vie à Alger au seizième siècle, 3eme éditions, Alger livres éditions, collection histoire, Alger, 2004

⁷ Missoum, S. Alger à l'époque ottomane, la médina et la maison traditionnelle. INAS, Alger, 2003.

⁸ Chergui Samia., 2011. Les mosquées d'Alger. Construire, gérer et conserver (XVIe–XIXe siècles). Ed. Pups, 371p, Paris

intéressant et en évolution, mais qui n'a été exploré que timidement du point de vue de l'environnement⁹, des ambiances engendrées¹⁰, du confort¹¹ et de la durabilité du patrimoine résidentiel d'Alger¹². Au regard de la science, les chercheurs ne sont pas encore parvenus à définir des règles univoques permettant d'optimiser cette stratégie dans le cadre d'une conception complexe et intégrée qui contribuera également à développer des dispositifs de conception adaptés aux besoins contemporains mais basés sur de vieilles techniques de construction traditionnelles.

La Casbah d'Alger, appelée ainsi dès l'époque coloniale, est en fait considérée comme un modèle original de fonctionnement et de gestion d'un ensemble urbain. Elle est l'un des témoins d'une pratique locale efficace, qui à travers des siècles a eu un rôle très important dans le bassin méditerranéen. Sa position topographique, son urbanisme pittoresque et ingénieux et les différentes caractéristiques de son architecture lui procure une singularité unique.

La vieille ville d'Alger, qui demeure encore habitée de nos jours, dispose d'une grande richesse en filigrane, tant culturelle qu'historique et d'un savoir-faire acquis au fil des siècles. Néanmoins, elle a subi diverses transformations durant des années, telles que l'obstruction des djebbs et des puits afin de les utiliser comme vides sanitaires. Il en va de même pour ses habitants qui prennent l'initiative de transformer leurs espaces résidentiels. Chaque fois que ces derniers interviennent sur leurs espaces de vie, en transformant les façades, en perçant des fenêtres ou en introduisant des salles d'eau d'une manière irréfléchie, tout en pensant embellir leurs demeures ou l'espace qu'ils occupent, ils détruisent, en réalité, l'originalité même de ce qui reste.

Ainsi, le patrimoine résidentiel de la Casbah est plus que jamais confronté aux enjeux environnementaux et aux détériorations majeures qui ont eu des conséquences irréversibles en terme de gêne ressentie dans le vécu quotidien de ses usagers. Le confort hygrothermique est reconnu comme une cible de la démarche environnementale de haute qualité, qui fait partie des efforts de développement visant à améliorer le niveau de vie de l'homme sans

⁹ KACHER Sabrina, The identification of the environment disposal of the traditional Algerian houses, *Energy Procedia* 42 (2013) 473 – 482.

¹⁰ Azeddine Belakehal, Les ambiances de la Casbah d'Alger. Les révélations des textes. Ambiances, tomorrow. Proceedings of third International Congress on Ambiances. September 2016, Volos, Greece, Sep 2016, Volos, Greece. International Network Ambiances; University of Thessaly, vol. 2, p. 993 - 998, 2016.

¹¹ Ebru Karabag.N, Fellahi Nadjla, Learning from Casbah of Algiers for more sustainable environment, *Climamed 2017-Mediterranean conference of HVAC; Historical buildings retrofit in the Mediterranean area*, 12-12 May 2017, Matera, Italy, *Energy Procedia* 133 (2017) 95-108.

¹² Hadjri, K. Vernacular Housing Forms in North Algeria. D S R. Vol v. No1. 6 5 -7 4. 1993.

compromettre son environnement naturel ou son microclimat. L'objectif est de retrouver du confort en renouvelant les bons gestes intrinsèques à la conception et à la construction, afin de réconcilier le bâtiment avec le naturel (facteurs climatiques).

En fait, l'objectif principal est de créer un environnement sain et confortable, garantissant la qualité de l'air dans les pièces habitables. En tant que tel, il agit principalement sur le niveau de température, de l'aéraulique, de la sensation corporelle et de manière minimale sur l'humidité relative.

Ce travail de recherche nous conduira avant tout à comprendre l'ingéniosité des pratiques architecturales à Alger, à partir desquelles des solutions et des recommandations peuvent être formulées pour accorder des corrections et améliorer les conditions actuelles de confort dans les maisons de la Casbah. Notre objectif est d'étudier ce riche patrimoine résidentiel et d'analyser sa dégradation en termes de microclimat intérieur, afin de proposer une alternative qui tend à minimiser les impacts néfastes sur le patrimoine résidentiel. Cette dernière peut être tirée de l'héritage acquis de nos ancêtres, qui propose un retour vers un savoir-faire ancestral relatif aux procédés de construction et au mode de vie traditionnel en accord avec la nature tout en veillant à injecter des mécanismes liés aux exigences du confort actuel afin de combler les besoins des habitants.

2. INTERET DE LA RECHERCHE

Mener une recherche doctorale sur un objet d'étude, qui suscite actuellement un engouement et un intérêt majeur aussi bien pour les scientifiques que pour les autorités concernées par la restauration des maisons de la Casbah d'Alger, peut paraître assez réducteur, pour peu qu'on ne lui donne pas toute sa dimension pluridisciplinaire. La consultation d'une riche bibliographie historique et technique, l'exploitation d'archives inédites, la conduite d'investigations *in situ*, le recours à des mesures, à des simulations et à des modélisations numériques permettront certainement d'aboutir à des résultats probants et d'atteindre nos objectifs.

Le choix d'un tel sujet de recherche, qui aborde l'architecture résidentielle mineure d'Alger datant de la période ottomane, peut s'avérer judicieux, car les études effectuées sur les habitations individuelles algéroises restées en mains de propriétaires ou locataires privées ne sont pas forcément aisées à documenter. Voulant dépasser ces difficultés et contraintes, nous avons très vite été amenés à mettre en lumière d'abord l'aspect architectural des habitations (forme, implantation et position, orientation, éléments architecturaux, ...), ensuite le phénomène de leur transformation/modification et enfin le volet technique portant sur l'ambiance engendrée et les différents paramètres liés au confort hygrothermique. L'étude planimétrique et altimétrique des maisons de la Casbah s'avère tout aussi importante puisqu'elle autorise la compréhension globale de leur conception, au point de vue formel, structurel et fonctionnel.

Les études détaillées sur le patrimoine résidentiel algérois demeurent très insuffisantes. Mais, une fois identifiées, exploitées et enrichies, elles peuvent s'avérer être une piste prometteuse pour les différents projets de restauration, surtout dans le cas de régénération et de reconstruction, suivant un degré de précision avancé, de toutes les demeures qui sont en état de ruine.

L'intérêt pour cette ville ancienne vient du fait qu'elle a su résister et s'adapter aux différents aléas naturels et historiques. Il découle aussi de la structure urbaine qu'elle renferme et de l'authenticité de ses maisons traditionnelles, qui sont considérées jusqu'à présent comme exemples remarquables d'authenticité et de pérennité.

Nos objets d'étude pour ce travail de recherche réalisé est sur chacune des trois typologies – à *wast ed-dar*, à *chebak* et *ulwi* –, dont leur état d'origine et transformé, deux maisons-échantillons ont été étudiées (l'une semblant présenter des transformations positives et l'autre des transformations négatives).

Persuadés par cette idée de participer à la documentation et à l'enrichissement de la connaissance autour du patrimoine architectural de la Casbah d'Alger et en réponse à la sonnette d'alarme que les spécialistes ont lancé pour sauver ce joyau incontournable, l'impulsion a été donnée à notre recherche afin d'aborder le présent sujet selon deux principaux niveaux : l'architecture (typologie et stratification) et la technicité (l'ambiance engendrée, le confort hygrothermique et ses paramètres).

3. FORMULATION DE LA PROBLEMATIQUE

La tentative d'aborder la thématique en question dans une perspective complète et pluridisciplinaire a conduit à la nécessité de réunir et de discuter les connaissances historiques, typologiques et technico-scientifiques afin d'offrir une vision complète et unifiée de différents points de vue qui sont très souvent considérés comme indépendants et autonomes, sans prendre en compte l'importance de chaque aspect pour la réussite d'une intégration architecturale parfaite et globale.

Le fil conducteur constant de notre travail, est donc le dévoilement à la fois des aspects de transformations architecturales et ceux purement physico-techniques, à partir de l'étude initiale de l'état typologique, voire surtout technique, à la lumière de la riche littérature existante, et ce dans le but de mettre en évidence la corrélation intrinsèque entre confort hygrothermique et forme architecturale.

La richesse du passé nous rappelle combien il est important de mettre en exergue les repères d'une identité historique qui sera une source pour une nouvelle aspiration actuelle. Effectivement, la question environnementale prend de plus en plus de place dans les nouvelles préoccupations liées à l'amélioration des conditions de confort.

À l'heure actuelle, en Algérie, il nous est rappelé qu'un retour au patrimoine bâti a eu lieu, où des spécialistes tirent déjà la sonnette d'alarme concernant la dégradation du patrimoine en général et des bâtiments résidentiels en particulier, ce qui risque de compromettre sa durabilité et sa persistance. Enseigner l'environnement bâti et croire que, si nous ne prenons pas les mesures nécessaires, nous pourrions réserver aux générations futures un monde sans aucune richesse ni héritage.

Considérant qu'en Algérie, le niveau de consommation du secteur résidentiel, en particulier pendant la période estivale, est l'une des préoccupations majeures exprimées dans le modèle de consommation d'énergie algérien, il est donc urgent de réfléchir aux enjeux énergétiques, au confort des occupants et à la préservation de l'environnement.

Dans notre recherche, le choix s'est porté sur un lieu particulier, un cas d'étude des plus emblématiques qui lui a valeur d'incessants témoignages « Casbah d'Alger », un exemple imminent riche en enseignement, illustratif de l'architecture durable qui a perduré et qui répond aux exigences de confort actuel.

Tout au long de ce travail de réflexion, on tentera d'étudier les transformations subies par le patrimoine résidentiel ottoman pendant deux périodes cruciales et propices à notre

recherche, la période coloniale et postcoloniale (1830-1962) (1962 jusqu'à la période actuelle).

En effet, l'habitat constitue un témoignage, une trace, qui restitue les rapports entre l'homme et son environnement, qui ont oscillé entre symbiose et antagonisme. Ces différentes manières de voir et de faire l'habitat résultent d'un long processus, souvent expérimental ; elles sont particulièrement liées aux premières tentatives faites par l'homme pour maîtriser la nature.

Cette architecture résidentielle traditionnelle dans la Casbah d'Alger a toujours impliqué l'utilisation des ressources naturelles pour répondre aux besoins de l'homme, qui à son tour, s'est adapté au lieu et au climat dans la construction de son cadre de vie en communauté. Dans ce climat méditerranéen, l'adoption de la typologie architecturale à patio a permis de concilier l'adaptation climatique à celle socioculturelle.

Durant les périodes coloniale et postcoloniale, les maisons de la Casbah d'Alger ont subi et continuent à subir des transformations. Parfois, celles-ci ont été jugées positives, mais souvent négatives, au détriment de l'environnement. Les raisons évoquées à travers de telles transformations, qui ont eu un impact sur le confort hygrothermique, résident notamment dans la volonté des habitants de s'élever aux standards de la modernité. Elles se sont manifestées selon les besoins de ces mêmes habitants et représentent davantage les résultats du chevauchement et de juxtaposition de deux modèles architecturaux (locaux et coloniaux) : chaque mode de vie reflète une période historique et une population en constante évolution¹³.

Notre recherche aborde des concepts de dimensions pluridisciplinaires qui oscillent entre histoire, architecture, urbanisme, géographie, sociologie, culture, hydraulique et environnement. En effet, chaque champ disciplinaire véhicule ses propres définitions du problème, ses concepts, son cadre théorique, ses méthodes et ses résultats attendus ; et c'est justement dans la confrontation avec les autres disciplines que notre travail réalise la complexité de l'objet d'étude, son évolutivité, mais aussi la pertinence de la démarche choisie.

Au regard de ce développement, la recherche que nous menons voit sa problématique s'appuyer sur deux assises différentes mais complémentaires :

¹³ Djaffar Lesbet, La casbah d'Alger : gestion urbaine et vide social, Office des publications universitaires, 1985, 235p.

1. La première plus générale porte sur l'identification des strates et des transformations qu'a subies ce patrimoine résidentiel (du processus de transformation/modification que ses maisons traditionnelles ont subi).
2. La seconde se trouvant déduite de la première, traite de l'impact qu'ont eu ces changements, parfois de manière irréfléchie, sur le confort hygrothermique, sur l'ambiance pouvant être engendrée et leur rapport au vécu.

Notre travail s'inscrit dans une optique globale de recherche sur l'amélioration de l'aspect qualitatif, notamment le confort hygrothermique à l'intérieur des habitations de la Casbah d'Alger, tout en tenant compte des transformations que les occupants ont pu apporter tout au long de ces années. Ceci nous a amenés à soulever un certain nombre d'interrogations :

1. Quelle est la nature des transformations que les maisons traditionnelles de la Casbah d'Alger ont subi en périodes coloniale et postcoloniale ?
2. Quelles sont les causes qui sont à l'origine de ces transformations ?
3. Quel est l'impact qu'auraient ces transformations sur le confort hygrothermique de l'architecture résidentielle ottomane ?
4. Quels sont les paramètres qui peuvent avoir un rôle dans le confort hygrothermique au cœur des maisons ottomanes d'Alger ?
5. Quelles sont les possibilités de revalorisation de ce patrimoine (bâti résidentiel) afin de l'adapter aux besoins du confort actuel ?

4. HYPOTHESES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'environnement constitue un élément structurant de toute intervention humaine sur son milieu de vie. Un principe fondamental qui a longtemps été écarté et abandonné, causant des préjudices irréversibles sur la nature. Cependant, depuis quelques décennies une certaine conscience est née, qui s'est traduite à travers différentes approches : énergétique, écologique, environnementale et durable, qui cherchent à mettre à la fois l'homme et l'environnement au milieu de toutes les préoccupations : l'environnement par rapport à sa protection et la conservation de ses ressources, et l'Homme par rapport à sa condition socio-économique, son bien-être, son niveau de vie et de confort¹⁴.

L'approche environnementale¹⁵ fait partie donc des démarches qui constituent un développement visant à améliorer le niveau de vie de l'homme, sans compromettre son environnement naturel ou ses ressources, l'objectif est quelque part de retrouver le confort en renouant avec les bons gestes en matière de conception et de construction, pour concilier le bâti avec le naturel (facteurs climatiques).

L'environnement construit constitue la première composante de l'environnement humain. Il constitue une préoccupation majeure depuis la prise de conscience environnementale, jusqu'à son impact sur l'environnement naturel, sa consommation excessive des ressources (notamment énergétiques) pour un confort des plus coûteux ; d'où l'impératif d'un retour vers l'architecture vernaculaire traditionnelle, qui s'illustre comme un bon exemple d'environnement bâti en parfaite harmonie avec l'environnement naturel, permettant la même qualité de confort, voire meilleure¹⁶.

Ce retour vers le patrimoine bâti est venu à un moment critique, où les spécialistes tiraient déjà la sonnette d'alarme concernant les détériorations¹⁷, qui risquent fort de compromettre sa pérennité et sa persistance en tant qu'enseignement vivant de l'environnement construit, et pensent que si l'on ne procède pas aux mesures nécessaires l'on pourrait réserver aux générations futures un monde sans aucune richesse ni aucun héritage.

¹⁴ Delache Xavier, Les indicateurs environnementaux : contexte, pratiques et questions soulevées pour l'évaluation des politiques publiques, Revue d'économie financière Année 2002 66 pp. 269-282

¹⁵ KALAORA B., 1998, Au-delà de la nature, l'environnement – L'observation sociale de l'environnement, L'Harmattan, coll. Environnement, 199 p.

¹⁶ BOYER M., HERZLICH G. & MARESCA B. (coord.), 2001, L'environnement, question sociale – Dix ans de recherches pour le Ministère de l'Environnement, Éd. Odile Jacob, Paris, 305 p.

¹⁷ Dajoz, R. (2008). La Biodiversité – l'avenir de la planète et de l'homme. Paris, éditions Ellipses, 275 p.

Aujourd'hui, la médina d'Alger est considérée comme patrimoine à part entière, réhaussé par la présence d'édifices anciens encore intacts depuis plus de cinq siècles, et par son caractère à la fois historique et contemporain qui constitue à ce jour le noyau urbain d'Alger « ville capitale ». Elle présente de ce fait un contexte complexe marqué par d'innombrables contraintes, qui exigent d'évaluer et mettre en valeur toutes les transformations subies par le bâti résidentiel durant les périodes coloniale et postcoloniale, afin d'étudier leur impact sur la qualité environnementale et plus précisément sur le confort hygrothermique.

Les préoccupations émises par plusieurs chercheurs, à l'exemple de Lesbet (2007) et Ichboudene (2007), confirment l'absence d'une vision globale de la Casbah d'Alger, qui doit tenir compte des données socioculturelles et environnementales du site traditionnel habité.

Dans notre recherche, nous adhérons au constat de Lesbet (2007), qui souligne que la majorité des maisons ont subi des transformations ou modifications au cours des siècles qui ont eu des impacts majeurs sur leur confort hygrothermique. Ce postulat de départ constitue le fondement de notre problématique, qui nécessite tout d'abord de cerner la nature théorique de « l'hygrothermie » mais aussi pratique, puisque des chercheurs comme Croiset (1968), la définissent dans un sens métrologique mesurable et quantifiable, à travers « *une mesure fréquente dans le domaine du bâtiment où l'on recherche un confort idéal pour la sûreté des habitants et des infrastructures* »¹⁸. L'auteur précise aussi que plusieurs paramètres liés au confort et à la thermique sont pris en considération tels que l'humidité, la température, l'air ambiant, la ventilation...etc.

Cette vision semble se focaliser exclusivement sur le confort « conçu » ou mesuré, loin du confort « perçu », et ceci peut paraître réducteur au concept d'hygrothermie, puisqu'il ne tient pas compte des habitants et leur perception de ce confort, comme le suggèrent d'autres chercheurs.

Après un tour d'horizon rapide du cadre théorique, les recherches semblent unanimes quant aux transformations subies par les maisons ottomanes durant les périodes coloniale et post-coloniale, et leur impact sur le confort hygrothermique. Cependant, il est difficile de s'appuyer sur de tels constats ou tout autre préjugé aprioriste pour se prononcer sur l'évaluation de l'impact de ces transformations sur le plan du confort hygrothermique. Ce dernier reste difficile à définir, de par la divergence des avis des chercheurs, par rapport à la

¹⁸ CROISSET Maurice, l'Hygrothermique dans le bâtiment, confort thermique d'hiver et d'été, condensations, Eyrolles, 1968.

nature même de cette hygrothermie, et la nécessité ou pas d'inclure le facteur humain (perception) dans l'évaluation de ce confort.

C'est pourquoi, ce travail cherche à identifier l'impact des transformations coloniales et postcoloniales sur le confort hygrothermique de l'architecture résidentielle ottomane au niveau de la Casbah d'Alger, afin de tenter de la remettre au niveau des exigences actuelles en matière de confort.

Le cadre théorique portant sur la question des transformations subies par le bâti résidentiel de la Casbah d'Alger, sur la qualité environnementale et plus précisément sur les exigences actuelles du confort nous permettront d'approcher en premier lieu la source primordiale des archives. Dans un second temps nous passerons à l'investigation sur le terrain qui permettra d'identifier les maisons ayant subi le moins de transformations et le plus de transformations. Nous étudierons enfin les paramètres qui ont influencé le confort hygrothermique à l'intérieur du bâti afin d'aboutir à des résultats permettant de créer un corpus sur deux aspects mettant en évidence le rapport transformation/paramètres confort hygrothermique et de suggérer des solutions pouvant assouvir les besoins et les exigences du microclimat à l'intérieur des maisons du vieil Alger ottoman.

Pour tout travail de recherche, il est important que des hypothèses de travail soient élaborées afin de tester sa recevabilité, même si elles sont construites dans le cadre d'une vision globale :

Première hypothèse

La conception ancienne du bâti résidentiel à la Casbah d'Alger demeure incontournable non pas uniquement pour sa valeur patrimoniale, mais par rapport aux critères environnementaux qui répondent aux nouvelles exigences et conditions du confort actuel.

Deuxième hypothèse

Les transformations introduites en périodes coloniale et postcoloniale correspondent à une succession de petites corrections apportées en réponse à la dégradation du bâti, et qui avaient pour but d'améliorer le confort global des habitants, donc leur impact peut être positif sur le confort hygrothermique.

Troisième hypothèse

Ces mêmes transformations pouvaient se réduire à de simples improvisations irresponsables qui ne suivaient aucune logique ou référence, qui ont défigurés le bâti

et affecté sa qualité architecturale, et par conséquent tout le bien-être et le confort hygrothermique y afférent.

Quatrième hypothèse

Les transformations se matérialisant sous différentes formes en périodes coloniale et postcoloniale, pouvant entraîner un impact sur le confort hygrothermique qui est difficile à évaluer sans caractérisation préalable et sans restitution de l'état du confort initial, voir sans déterminer ses paramètres, sachant que l'hygrothermie reste une notion complexe et difficile à saisir sans outils d'évaluation adéquats.

Pour ce qui est de l'objectif principal de cette recherche, il souhaite contribuer à l'enrichissement des débats liés à la Casbah d'Alger est aux nouvelles exigences environnementales.

Dans ce cadre, l'intérêt de cette recherche peut être traduit essentiellement par au moins cinq principaux buts :

1. Déterminer la nature des transformations subies par le bâti résidentiel ottoman de la vieille ville d'Alger pendant les périodes coloniale et postcoloniale.
2. Evaluer les conditions microclimatiques traduites par le degré de confort hygrothermique enregistré à l'intérieur des maisons de la Casbah d'Alger.
3. Identifier le rapport transformations/pourcentage d'hygrothermie pour pouvoir accorder des corrections au niveau du confort dans les maisons traditionnelles.
4. Obtenir un corpus conceptuel à deux aspects :
 - Maison ayant subi le moins de transformations à celle ayant subi le plus de transformations.
 - Paramètres influant sur le confort hygrothermique
5. Vérifier la valeur du confort hygrothermique dans toutes ses composantes par la simulation numérique et la modélisation.

Par conséquent, nos travaux de recherche tentent de situer le point de rencontre entre le passé et le présent, en recoupant les caractéristiques historiques, aux paramètres actuels de la physique du bâtiment afin de tirer le meilleur parti des techniques connues et consolidées pouvant encore avoir une incidence sur le bilan environnemental mondial.

5. METHODOLOGIE ET STRUCTURATION DE LA RECHERCHE

Notre recherche qui présente donc une opportunité d'évaluer les performances des techniques passives, sous les conditions climatiques de la vieille ville d'Alger et l'impact que les transformations ont pu causer sur le confort intérieur des maisons traditionnelles, s'appuie sur l'utilisation de différents outils méthodologiques : recherches bibliographiques, prospections archivistiques, relevés sur terrain, élaboration de fiches descriptives, mesures *in situ*, simulations et modélisations, validation des modèles.

Afin d'identifier, sur le terrain, les transformations survenues sur le cadre bâti résidentiel et d'étudier leur impact sur le confort intérieur et le microclimat, nous avons utilisé, au préalable, comme source de première main les archives de l'OGEBC¹⁹. Ces archives se présentent sous la forme de documents graphiques. Il s'agit notamment des relevés métriques et architecturaux des anciennes maisons datant de la période ottomane, qui sont très utiles pour déterminer la nature et le degré des transformations que celles-ci ont dû subir. Nous avons aussi exploité une bibliographie très riche qui traite du vieil Alger ottoman en se basant sur les documents d'archives écrites et graphiques. Le recours systématique à ces ouvrages spécifiques, comme celui de de S. MISSOUM, nous a permis d'identifier l'ancien état des maisons sélectionnées pour la présente étude. Une fois le corpus de maisons construit, nous avons mené des investigations sur le site afin de les localiser de manière précise. Une campagne d'enquête préliminaire a été nécessaire pour mettre à jour l'état dans lequel se trouvent ces différentes maisons issues de notre corpus d'étude et identifier les différentes transformations.

Les protocoles de questionnaires utilisés dans notre travail nous ont permis de déterminer l'aspect perceptif et subjectif d'appréciation ainsi que la satisfaction des environnements physiques et des ambiances générées. La formulation des questionnaires a été réalisée en fonction des objectifs et hypothèses du travail à élaborer. Nous avons opté pour l'enquête longitudinale, qui porte sur un échantillon plus restreint (corpus d'étude) et elle permet ainsi de mieux cerner les conditions environnementales.

¹⁹ OGEBEC, Organisme de Gestion des Biens Culturels, c'est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du ministère de la Culture, l'Office gère les biens culturels dans le domaine de l'exploitation, de la mise en valeur et de l'animation de ses biens, la protection et l'entretien ainsi que la mise en œuvre de mesures de conservation des sites, musées et monuments gérés par l'Office.

Avec l'actualisation des relevés issus des documents d'archives (plans) et la réalisation d'autres pour les maisons ne possédant pas de documentations graphiques, au moyen d'un mètre et d'un distancemètre laser, nous serons amenés à identifier les transformations structurelles, spatiales, architecturales et architectoniques.

L'élaboration des fiches descriptives, lors de la seconde étape de la recherche, consiste à collecter et organiser les données de terrain pour les maisons sélectionnées, qui ont ensuite été analysées et classées selon leur nature et leur catégorie, en se référant à un modèle de fiche descriptive²⁰ tiré d'exemples publiés précédemment²¹. Les données ont été organisées selon deux manières : de la reconnaissance typologique, d'une part, aux informations physiques et sociales, à l'identification des composants altérés, de l'autre.

Nous sommes appelés à mener les campagnes de mesures *in situ* durant les périodes hivernale et estivale pour chacune des trois typologies identifiées – à *wast ed-dar*, à *chebak* et *ulwi* –. Notre étude porte sur deux maisons-échantillons – une originelle et une transformée qui sont issues de chaque typologie –, soit un total de six maisons. Le choix de cette méthode de mesure a été influencé par des études d'ensemble portant sur le même sujet. Afin de mesurer les paramètres thermo-hygrométriques (température, humidité relative et vitesse de l'air), cette campagne de mesure a été réalisée dans les conditions de vie normales des habitants et avec le même nombre de personnes. Tous les espaces de vie d'origine et reconvertis ont été mesurés à l'aide de trois instruments, deux automatiques et un manuel.

Nous aurons recours aux simulations thermodynamiques que nous réaliserons à l'aide du logiciel Design Builder v.4.8, pour évaluer les performances des six maisons sous étude en termes d'efficacité énergétique et de confort. La simulation se limite à quantifier la température ambiante, l'humidité, l'aéraulique et vérifie les températures surfaciques internes et externes des espaces testés.

²⁰ CORPUS EUROMED, Xavier Casanova, méthode RehabiMed, architecture traditionnelle méditerranéenne, réhabilitation ville et territoire, programme financé par l'union européenne, 30 juin 2017, Barcelone. Pour plus de détails: <http://openarchive.icomos.org/1397/1/Methode%20Rehabimed.%20I%20Rehabilitation%20Ville%20et%20territoire.pdf>, consulté en Avril 2018.

²¹ CNEPRU, Cherif-Seffadj Nabila, Chergui Samia, Messikh Safia, Bougdal Kamel, Righi Kamel, Contribution au PPSMVSS du Secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger : Elaboration d'un tableau-corpus de l'habitat traditionnel, projet de recherche, financé par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

La validation du modèle sera l'ultime étape importante de notre étude afin d'assurer des résultats convaincants. Elle présente de nombreux avantages qui se basent sur les distributions des données de simulation et expérimentales pour quantifier l'adéquation du modèle numérique par rapport à la réalité physique telle que mesurée par un dispositif expérimental. L'aboutissement de l'application de cette méthode vise à ressortir le modèle type qui a subi des transformations par l'injection des exigences du confort actuel sans pour autant être altéré. Cette méthode nous permettra donc de tirer des conclusions en fonction du niveau d'adéquation. La synthèse des résultats sera présentée éventuellement sous forme de documents écrits en recommandations générales.

La présente thèse est structurée comme suit :

1. Un premier volume de texte est consacré à la partie théorique et au contexte de la recherche ; il est organisé avec la logique de deux grandes parties composées chacune de trois chapitres. La première partie portera sur l'étude du processus de construction de la maison traditionnelle ottomane d'Alger, traitera des données contextuelles naturelles, climatiques et civilisationnelles, de la connaissance du processus de transformation qui s'articule autour des aspects bioclimatiques à la Casbah d'Alger, du mode de vie et du vécu dans ces maisons traditionnelles, de l'adaptation qui s'est faite par diverses transformations ayant affecté le confort intérieur pour enfin aboutir vers la composition du corpus d'étude final. La deuxième partie consiste à élaborer des bilans énergétiques des maisons en question à travers les mesures *in-situ*, la simulation thermique et dynamique ainsi que la validation des modèles afin d'aboutir à des résultats nous permettant de proposer des solutions pour le maintien du microclimat intérieur des maisons tout en procédant à des transformations conformes aux nouvelles exigences du confort.
2. Un second volume, de nature graphique, est divisé en deux grandes parties : l'une présente les documents d'archives qui ont été numérisés et les plans de relevés réalisés pour les six cas de maison, mais aussi les rendus de modélisation. Quant à l'autre partie, elle réunit les fiches descriptives.

**PREMIERE PARTIE : ETUDE DU PROCESSUS
DE TRANSFORMATION DU BATI
RESIDENTIEL OTTOMAN D'ALGER**

INTRODUCTION

La ville est un système complexe qui englobe toutes les activités humaines du quotidien. C'est, en effet, un ensemble d'éléments qui se composent, se décomposent et se recomposent en un laps de temps ; ce qui lui permet d'avoir une structure, une identité et une signification. Son évolution et sa mutation constante suit celle de l'être humain, qui évolue depuis la nuit des temps et construit son espace en fonction de ses motivations et de ses besoins.

A travers l'histoire, l'homme crée des civilisations dont l'apparition coïncide souvent avec des révolutions significatives qui changent son mode de vie et de pensée à jamais en essayant de s'adapter.

Selon Joseph Belmont « *L'architecture est déterminée par une série de facteurs dont un seul ne varie jamais, le climat. On s'est toujours protégé du climat de la même façon, soit en construisant des murs épais, soit en se mettant à l'ombre* »²². Pour survivre l'homme a appris à jouer avec la nature et ses manifestations. Son abri est ainsi marqué par des formes déterminées par les impératifs climatiques. Les facteurs sociaux, religieux et économiques interviennent évidemment, mais dans la manière de se protéger contre ses effets indésirables. Plus précisément le climat peut constituer un élément déterminant dans l'architecture lorsqu'il est à contrainte unique. Par contre, s'il est à caractéristiques conflictuelles il faut chercher un compromis selon les facteurs climatiques dominants du lieu²³. En fait, le mot climat provient du grec klima, qui fait référence à l'inclinaison des rayons solaires par rapport à la surface de la terre. Selon une définition donnée par Kendrew en 1961, le « *climate is a composite idea, a generalization of the manifold weather conditions from day to day, throughout the year* »²⁴. Pris dans son sens large, le mot climat retrouve deux notions différentes : celle de climat moyen et celle de variabilité climatique. Le climat moyen correspond à l'ensemble des conditions qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un lieu ou une région donnée. La variabilité du climat correspond à la dispersion statique de ses éléments caractéristiques autour de leur valeur moyenne.²⁵

Le concepteur doit assurer l'abri et le confort de l'utilisateur, de sorte que l'impact d'un bâtiment sur l'environnement soit minimisé. Chaleur en hiver, fraîcheur en été, sont les

²² Joseph Belmont, les quatre fondements de l'architecture, Edition du Moniteur, 1987, paris.

²³ ABDOU. Saliha, Investigation sur l'intégration climatique dans l'habitation traditionnelle en régions arides et semi arides d'Algérie : Cas du Ksar d'Ouargla et de la médina de Constantine. Thèse de doctorat U:Cons 2004

²⁴ Kendrew (W. G.). — *The climates of the continents*, fifth ed. Oxford, Clarendon press, 1961, 608 p.

²⁵ GUYOT. Gérard, *Climatologie de l'environnement Cours et exercices corrigés* Paris : ED DUNOD, 1999 p287.

éléments de confort pour le bien-être de l'individu. « Construire avec le climat » permet de réduire considérablement les dépenses en chauffage et en énergie électrique. « Une construction intelligente doit tenir compte de l'environnement climatique : soleil, vent, pluie, orientation des pièces en fonction de leurs usage »²⁶.

L'art de bâtir prenant en compte l'influence des facteurs climatiques n'est pas une invention du XX^e siècle. L'architecture bioclimatique se distingue de l'architecture conventionnelle par le fait que l'exploitation de l'énergie solaire est intégrée dans la conception du bâtiment, cette dernière permet de diminuer considérablement les besoins en chauffage et en climatisation.

Partant de ces définitions générales croisant la ville, l'architecture et le climat, cette partie dédiée à la connaissance du processus de transformation est structurée en trois chapitres, pensés de manière qu'ils soient complémentaires les uns des autres. Le premier chapitre décrit la vieille ville à travers ses aspects bioclimatiques, c'est-à-dire tout ce qui concerne l'implantation, la densité, la position, la compacité urbaine, le climat, la topographie. Ensuite, il présente les composantes essentielles de l'architecture résidentielle algéroise, avec la mise en évidence des typologies originelles propres aux maisons traditionnelles ainsi que de leurs caractéristiques architecturales et techniques.

Un second chapitre appréhende le processus de transformation que le bâti résidentiel a subi durant des siècles, tout en s'attardant sur l'aspect social et le vécu des habitants dans ses maisons (confort ressenti). Il identifie ensuite le type et la nature des transformations et des adaptations qui se sont faites durant les périodes coloniale et postcoloniale.

Le troisième chapitre, quant à lui se consacre à l'objet d'étude en traitant l'aire d'étude choisie, les typologies engendrées, tout en expliquant la démarche suivie pour faire ressortir le corpus d'étude et en décrivant les outils choisis pour arriver aux résultats attendus.

²⁶ Alain Liebard, Andre De Herde – Guide de l'architecture bioclimatique-tomme 3 : construire en climat chaud- édition LEARNET « Observer», Paris 2003 p.1

CHAPITRE 01 : ASPECTS BIOCLIMATIQUES A LA CASBAH D'ALGER

Dans ce premier chapitre, nous mettons l'accent sur la nécessité de récupérer les connaissances traditionnelles et les réinterpréter dans une conception architecturale complexe et durable. Si l'on croit d'ailleurs Lewis MUMFORD, « *La connaissance des origines ne pourrait-elle éclairer les tâches du présent ?* »²⁷.

Il est important d'aller d'abord vers un essai de définition d'un ensemble de concepts qui constituent le corpus théorique de notre recherche, afin de pouvoir traduire les résultats obtenus par simulation numérique développée dans la deuxième partie. Nous expliquons ainsi l'approche bioclimatique, en étayant les concepts de l'implantation d'une architecture dans son site, sa compacité, son orientation. Nous développons par la suite les aspects bioclimatiques de la casbah d'Alger tout en mettant l'accent sur son architecture résidentielle.

Différentes expressions, utilisées pour définir l'architecture bioclimatique, ont donné lieu à des approches distinctes et fragmentées avec un facteur commun qui est l'environnement, en vue de créer et de façonner un espace, combinant un signe architectural à un paradigme environnemental.

Comme on le sait, la relation entre la spécificité des lieux et son architecture a été compromise après la révolution industrielle et pendant le mouvement moderne. Les systèmes de production ont dépassé la tâche de garantir le confort intérieur. D'une part, la croissance des villes était une grande opportunité, de l'autre, elle a négligé certains domaines, ainsi que leurs populations et leurs besoins. En outre, les lois ont négligé l'énorme consommation d'énergie nécessaire au refroidissement des bâtiments ; il en a résulté un regain d'intérêt pour les stratégies de refroidissement passif. Celles-ci ne sont certes pas suffisantes pour assurer le confort thermique intérieur pendant un été chaud, mais elles contribuent grandement à la réduction de la consommation d'énergie en été, surtout à l'amélioration de la qualité de vie du milieu urbain.

²⁷ Lewis MUMFORD, les transformations de l'homme, Edition Encyclopédie des nuisances, 2008, Paris, 245.

Si, autrefois, l'architecture répondait plus ou moins spontanément aux besoins du contexte et des personnes, il est aujourd'hui impératif de comprendre comment récupérer ces connaissances et reconstruire une « culture environnementale ».

Les leçons tirées du passé ne doivent pas conduire à la reproduction stérile de formes et de systèmes de construction ; au lieu de cela, un aperçu critique de l'architecture historique est essentiel. Cela devrait être fait sans sacrifier les innovations technologiques disponibles sur le terrain, mais en même temps, en essayant d'identifier les liens entre celles-ci et la tradition de la construction.

En effet, la complexité de l'organisation technologique et socio-économique au sein du monde moderne implique d'unir des éléments du passé qui restent vitaux pour les besoins actuels. Par conséquent, ce travail de recherche vise à situer le point de rencontre du passé et du présent, en mélangeant des caractéristiques historiques, à la physique du bâtiment afin de tirer le meilleur parti des techniques connues et les consolider pour pouvoir les réutiliser en ayant moins d'incidence sur le bilan environnemental mondial.

L'architecture vernaculaire présente des principes d'architecture climatique, que ce soit à l'échelle urbaine ou architecturale. Ils ont été développés afin d'assurer une adaptation environnementale sensible, même dans des conditions climatiques extrêmes.

Le patrimoine architectural est aujourd'hui une préoccupation majeure de la communauté scientifique. Les bâtiments à valeur architecturale et patrimoniale subissent des transformations et des modifications afin de leur offrir le niveau de confort actuel. La notion "d'atmosphère et de confort" ", consacrée à la mise en valeur des ambiances dans le contexte du patrimoine urbain et architectural, constituerait une alternative pour remédier à ce manque.

1.1 Données introductives sur l'architecture bioclimatique et la question de l'énergie dans le bâtiment.

Les règles et usages actuels de conception des bâtiments sont essentiellement basés sur la minimisation des déperditions thermiques. Pour l'enveloppe du bâtiment cela est traduit par le maintien de son confort optimal. Cependant des ressources énergétiques, qu'elles soient des sources ou des puits de chaleur, existent dans l'environnement, et leur apport mériterait d'être pris en considération. Certaines technologies bioclimatiques, et surtout solaires, existent déjà mais leur utilisation n'est pas du tout généralisée à cause d'un manque de repère

sur leurs performances. Toutefois, il est nécessaire de pouvoir évaluer à la fois la « qualité énergétique » de l'environnement, et l'aptitude des bâtiments à exploiter cet environnement. Notre réflexion repose sur comment pouvons-nous répondre à la question initiale ? Est-il vraiment possible de garantir le confort thermique à l'intérieur des maisons traditionnelles tout en apportant des transformations positives pouvant répondre aux nouvelles exigences du confort ?

La réponse dépend sûrement de nombreux facteurs, les êtres humains sont maintenant habitués à des conditions de confort auxquelles on ne peut accéder que par le biais de systèmes énergétiques. Il n'est pas possible d'atteindre des conditions de confort en utilisant simplement des stratégies de refroidissement et de réchauffement passif, mais il est possible d'atteindre des conditions au moins tolérables : il suffit de penser aux anciennes populations méditerranéennes bien adaptées au climat local alors qu'elles n'avaient que la nature et l'endroit où ils vivaient qui leur étaient offerts.

Ce n'est pas un hasard si en Méditerranée, du moins dans le passé, la saison la plus problématique a été l'été. En fait, pendant l'hiver, les activités à l'intérieur des maisons étaient essentiellement physiques²⁸ et, associées à l'utilisation de vêtements et de couvertures épais et à l'allumage du feu, contrastaient la sensation de froid. En été, par contre, il était possible de gérer la chaleur exclusivement en utilisant des stratégies de refroidissement naturel et la grande inertie thermique des murs, avant l'utilisation de matériaux de construction modernes.

De ces considérations, il ressort la nécessité de réfléchir aux systèmes de chauffages et de refroidissement passifs, à commencer par ceux utilisés dans l'architecture traditionnelle et vernaculaire, afin de garantir au moins en partie l'augmentation du bien-être des personnes et la réduction des besoins en énergie des bâtiments au cours des années.

« Ce qui est certain, derrière tout intérêt historique, c'est que l'on peut apprendre du passé ; que l'étude du passé a une valeur philosophique et nous permet également de connaître la complexité des choses. De plus, il peut clarifier les éléments constants et ceux qui changent [...]. À partir de là, nous ne pouvons pas adopter une rupture soudaine avec tout ce qui s'est passé, ni affirmer que nous et nos problèmes sommes si différents que le passé n'a rien à

²⁸ Les activités des ménagères, telles que, par exemple, le pétrissage ou le lavage à la main des matériaux, supposaient un effort physique intense qui abaissait le seuil de température du bien-être à environ 16 ° C ; aujourd'hui, le niveau de confort acceptable suppose qu'il fait entre 21 et 22 ° C en hiver et entre 26 et 27 ° C en été et que l'air est faible.

nous apprendre. Bien que la technique soit dans une phase de progrès, l'architecture ne doit pas nécessairement le faire »²⁹.

Cependant, sans remonter dans le temps, même aujourd'hui, les populations les plus pauvres peuvent vivre dans des conditions inconfortables et intolérables pour nous, car elles sont adaptées à ces conditions. L'architecture doit avoir pour objectif non seulement d'économiser de l'énergie, mais aussi et surtout d'améliorer la viabilité et la qualité de vie de l'environnement bâti.

Dans cette perspective, parmi les multiples exigences de l'architecture bioclimatique, telles que l'attention portée aux conditions climatiques locales, l'orientation, le positionnement du bâtiment, la forme du bâtiment lui-même qui s'adapte au climat, l'utilisation de matériaux respectueux de l'environnement, l'attention portée à la lumière naturelle et au confort visuel, l'utilisation de systèmes de collecte du rayonnement solaire, la récupération de l'eau et l'utilisation de sources renouvelables, sont des systèmes et stratégies fondamentaux pour le refroidissement passif, tels que les toits verts, les filtres, les écrans et la ventilation naturelle ainsi que l'intégration entre le vert et l'architecture au sein du site.

L'objectif principal est d'améliorer la qualité de vie des espaces, en passant du système technologique au système environnemental/ambient : le bâtiment représente l'objet d'une médiation entre l'écosystème externe et l'espace fermé, et doit donc être flexible et évoluer en fonction des besoins et des conditions extérieures, dispersant très peu de chaleur quand il fait froid, capturant l'énergie solaire qui l'investit pendant les heures de la journée de l'hiver et la stockant pour une utilisation en cas de besoin, rejetant le rayonnement solaire pendant les périodes chaudes.

Que signifie réellement l'architecture bioclimatique ?

Avant de répondre à cette question, il est nécessaire de préciser deux points assez importants qui expliquent le cheminement de notre pensée. Le premier, résume l'intérêt que nous trouvons en répondant à cette question. En effet, il est très intéressant, à notre sens, de connaître les principes de l'architecture bioclimatique vernaculaire et d'observer l'incidence qu'elle a eu sur le confort et l'ambiance créés. En d'autres termes nous voudrions savoir s'il n'existerait pas des modèles de maison ayant subi des transformations et ayant gardé leur

²⁹ RAPOPORT A., *House, form and culture. Vivenda y cultura*, Gustavo Gili, Barcelona, 1969, p.23.

authenticité en matière de confort mesuré et ressenti. Nous ne tenons nullement ici à formaliser ou à modéliser quoique ce soit, il s'agit uniquement, d'un premier travail de ce type sur la Casbah d'Alger, qui en plus est un cas spécial vu son histoire et son état, et plus précisément sur ses maisons traditionnelles et le confort intérieur.

Le second point est le fruit d'une curiosité scientifique qu'on peut résumer comme suit : puisque nous nous inscrivons dans une perspective patrimoniale-environnementale, il est indispensable, dans un souci d'exhaustivité, d'élargir notre champ de recherche à d'autres disciplines telles que la sociologie, l'urbanisme, l'architecture, voir même la physique du bâtiment.

C'est probablement la question importante qui retrace la réflexion sur laquelle se fonde cette thèse de doctorat : elle part de l'hypothèse que les critères environnementaux et les principes en vue de diminuer ou d'augmenter la température et de la ventilation bioclimatique et naturelle utilisés dans les époques passées peuvent encore aujourd'hui être des instruments de conception consciente, durable et qui répondent aux nouvelles exigences du confort actuel.

L'architecture bioclimatique est une architecture qui économise l'énergie des combustibles fossiles tout en assurant et en maintenant les conditions de confort et de qualité de vie, non pas grâce à des systèmes auxiliaires ajoutés a posteriori, c'est une stratégie passive qui se veut adaptée au maximum à son site et à son environnement. Les stratégies et techniques d'une approche bioclimatique répondent aux mêmes enjeux que toute conception écologique d'un bâtiment : l'efficacité énergétique, le confort et la santé des occupants, l'utilisation de matériaux locaux et écoresponsables, la réduction de la consommation des ressources non renouvelables, la gestion efficace de l'eau, la gestion des déchets et la réduction de l'empreinte environnementale, etc. Cependant, elle propose généralement des solutions sans grande technologie. L'architecture passive peut en arriver à une consommation d'énergie nulle, c'est-à-dire un bâtiment dont la consommation énergétique est entièrement compensée par les apports solaires ou même par les calories émises par les habitants.³⁰

En fait, elle utilise le potentiel local (climats, matériaux, main-d'œuvre...) pour recréer un climat intérieur respectant le confort de chacun en s'adaptant aux variations climatologiques du lieu. Elle rétablit l'architecture dans son rapport à l'homme et au climat. C'est pourquoi

³⁰ Samuel Courgey, Jean-Pierre Oliva, La conception bioclimatique. Des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation, - Collection L'écologie pratique, 2006, 204pp.

on ne peut définir une unique typologie de l'architecture bioclimatique : il y en a autant que de climats. Ceci est d'autant plus vrai que le confort de chacun se déplace avec les conditions climatologiques. L'architecture bioclimatique passe donc inévitablement par une excellente connaissance de son environnement.

Il n'y a pas de nom unique pour définir tout cela. Bio-architecture³¹, architecture bioclimatique³², solaire et passive, architecture toujours éco-durable ou écologique³³, expressions multiples aux mille facettes se poursuivant pour exprimer un concept clé unique : la nécessité de prêter attention à l'environnement à travers une conception architecturale complexe qui crée et façonne l'espace en combinant le signe architectural avec le paradigme environnemental.

Ce n'est pas un hasard si, depuis l'époque d'Aristote (384 av. J.-C. environ –322 av. J.-C.) et de Vitruve (80 av. J.-C. environ 15 av. J.-C. environ), l'importance de la bioclimatique dans les techniques de construction de l'habitation est mise en exergue dans les traités

³¹ Dans les statuts de l'Institut national de bio-architecture (INBAR), il est défini comme « l'ensemble des disciplines qui mettent en œuvre et présupposent une attitude écologiquement correcte vis-à-vis de l'écosystème anthropique-environnemental. Dans une vision caractérisée par une approche interdisciplinaire la plus large et par une utilisation rationnelle et durable des ressources, la bio-architecture vise la réconciliation et l'intégration des activités et des comportements humains avec les préexistences environnementales et les phénomènes naturels, afin d'améliorer la qualité de la vie actuel et futur ». Il porte une attention particulière à la préservation de la vie, au bien-être de l'homme et de l'environnement. La préférence est donnée à un aspect biologique et naturel dans le contexte dans lequel on opère, en particulier lié à la salubrité de matériaux généralement naturels, à faible consommation énergétique, locaux et recyclables.

³² L'architecture bioclimatique accorde une attention particulière à la complexité des facteurs climatiques dans lesquels l'architecture est insérée. La discipline qui étudie le climat, ses éléments et ses facteurs et classe les types climatiques est la climatologie. La climatologie traditionnelle, dans laquelle les climatologues les plus connus et les plus réputés, tels que J. Hann, W. Köppen, C.W. Thornthwaite a pour objet l'état moyen des éléments météorologiques dans une région donnée pendant des intervalles de temps déterminés (mois, saisons, années). Les besoins de planification avant et les préoccupations écologiques ont alors donné une grande impulsion à la climatologie régionale et locale: ainsi, après la macro climatologie, la climatologie régionale et la micro climatologie (qui traitent respectivement du climat à l'échelle planétaire, continentale ou sous continentale, et échelle réduite), une méso climatologie a été créée, qui étudie le climat à l'échelle de différentes unités géographiques telles que les zones de montagne ou les zones urbaines. Dans le terme bioclimatique, sont inclus tous les aspects soulignant des expressions telles que l'architecture solaire ou l'architecture passive, le premier s'intéressant principalement à l'exploitation de l'énergie solaire et, par conséquent, à l'orientation du bâtiment et à sa forme, le second à la capacité de l'architecture pour maintenir des conditions favorables, telles que la chaleur en hiver et le froid la nuit en été, et pour empêcher les conditions défavorables, par le biais d'une isolation en hiver et d'une protection contre le rayonnement solaire en été, sans recourir à des systèmes végétaux. Dans : CARDINAL T., *L'alliance symbiotique entre architecture-nature-énergie dans les environnements méditerranéens. Techniques de construction et savoirs locaux en Italie et en Espagne entre tradition et innovation*, Université de Basilicate, 2014, p. 11-12.

³³ Conformément aux directives données par la Conférence des Nations Unies sur le développement durable tenue à Rio de Janeiro en 1992, cette expression a été remplacée, dans le domaine technologique, par le terme "bâtiment durable", afin de rendre plus évidentes les références aux aspects socio-économiques. Des urgences environnementales mondiales. Les bâtiments écologiques englobent toutes les recherches sur la santé des espaces confinés, les technologies de construction respectueuses de l'environnement et l'introduction des principes de durabilité dans la production de bâtiments et la gestion de l'habitat urbain. Le terme éco-durable est celui qui englobe peut-être le plus tous les aspects de la durabilité environnementale, mais en raison de sa signification large, il est souvent utilisé à mauvais escient. Dans : CARDINAL T., *op. Cit.*, p. 12.

d'architecture. Dans les dix livres de la "De l'architecture de Vitruve »³⁴, qui montre clairement cet intérêt, en gardant toujours à l'esprit que l'un des premiers objectifs d'un projet d'architecte est le choix du territoire sur lequel construire une ville ou un bâtiment, de manière à offrir bien-être à l'utilisateur des espaces construits et urbains.

L'architecture bioclimatique permet de retrouver les principes de construction d'antan et de les adapter aux progrès effectués en la matière. L'efficacité de tous ces concepts est reconnue et prouvée et permet de proposer des solutions exemplaires en termes d'architecture, de confort, d'efficacité énergétique et environnementale. Elle valorise en outre les cultures et traditions locales en dégagant une architecture spécifique à chaque région du monde. Plus que de l'architecture, c'est tout un paysage qui est travaillé car l'intégration optimale du bâti par le choix des matériaux ou l'implantation nécessite le respect du lieu. Finalement, elle s'inscrit dans un cadre global de développement durable.

1.2. Les principes de l'architecture bioclimatique

On parle d'architecture bioclimatique lorsque le bâti est adapté en fonction des caractéristiques et particularités du lieu d'implantation, afin d'en tirer le bénéfice des avantages et de se prémunir des désavantages et contraintes. L'objectif principal est d'obtenir le confort d'ambiance recherché de manière la plus naturelle possible en utilisant les moyens architecturaux, et le moins possible les moyens techniques mécanisés de même que les énergies extérieures au site. Ces stratégies et techniques architecturales cherchent à profiter au maximum du soleil en hiver et de s'en protéger durant l'été. C'est pour cela que l'on parle également d'architecture « solaire » ou « passive ».

Afin d'optimiser le confort des occupants tout en préservant le cadre naturel de la construction, de nombreux paramètres et principes sont à prendre en compte. Une attention tout particulière sera portée à l'orientation du bâtiment (afin d'exploiter l'énergie et la lumière du soleil), au choix du terrain (climat, topographie, zones de bruit, ressources naturelles, ...) et à la construction (surfaces vitrées, protections solaires, compacité, matériaux, ...).

³⁴ Marcus Vitruve pollione, de l'architecture, Edition minor, 2015, 776 pp, Paris.

1.2.1. Topographie

L'architecture entretient une relation, un dialogue avec la topographie (Fig. I.1), la conformation des lieux où elle est construite. C'est une contrainte parmi d'autres contraintes qui fabrique un projet selon le fait que l'architecture s'adapte au lieu, qui peut également être modifié et faire partie du projet, particulièrement dans des terrains pentus ou accidentés.

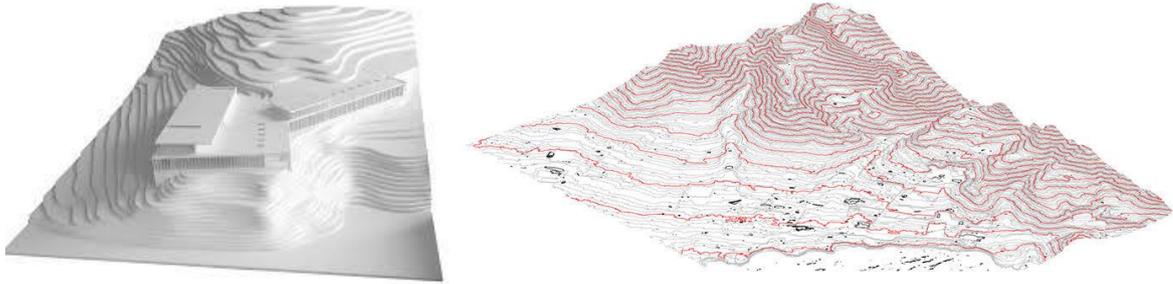


Figure I.1 : Une vue sur la topographie d'un site

1.2.2. Orientation et implantation :

L'orientation d'un bâti dépend principalement de l'axe dans lequel souffle le vent et surtout de la nécessité ou non de profiter des apports solaires. Ainsi, en climats chauds on privilégiera un axe longitudinal Est/Ouest de façon à réduire l'exposition au soleil bas des façades dont il est difficile de se protéger. Malgré tout, on aura tendance à s'écarter de cet axe en climat désertique ou méditerranéen où les apports solaires peuvent être valorisés durant la saison froide, en direct par les vitrages, ou la nuit, en déphasage par l'inertie.

D'après Baruch Givoni, le choix d'une orientation est soumis à de nombreuses considérations, telles que la vue, dans différentes directions, la position du bâtiment par rapport aux voies, la topographie du site, la position des sources de nuisances, le rayonnement solaire et les effets de réchauffement, ainsi que la ventilation en rapport avec la direction des vents dominants. L'auteur place le concept de l'orientation au centre des éléments influant sur les ambiances intérieures du bâti³⁵.

³⁵ Givoni, B. « L'homme, l'architecture et le climat » .Edition du Moniteur, Paris.1978

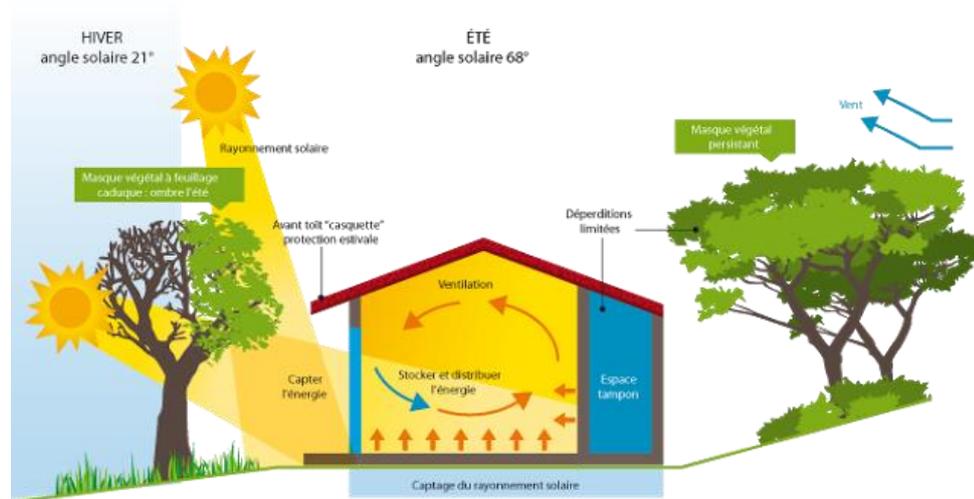


Figure I.2 : L'impact de l'orientation et la position sur le système aéraulique de la maison

L'orientation est également choisie pour permettre aux vents dominants de pénétrer dans le bâtiment (Fig. I.2). En effet, la ventilation naturelle est toujours due à une différence de pression, causée par le vent ou par un écart de température : dans ce type de climat, la ventilation est essentielle pour évacuer des locaux la chaleur interne ou les apports solaires.

Quant à l'implantation, Vitruve la cite dans ses dix livres d'architecture ainsi : « quand on veut bâtir une ville, la première des choses qu'il faut faire est de choisir un lieu sain il doit être élevé qu'il ait une bonne température d'air, qu'il ne soit exposé ni aux grandes chaleurs, ni aux grands froids »³⁶, ce qui veut dire qu'une bonne implantation doit tenir compte du relief du site, de l'ensoleillement, des vents dominants, et elle peut déterminer les déperditions, les apports solaires ainsi que les systèmes aérauliques.

1.2.3. Compacité :

La compacité est généralement une règle en architecture bioclimatique car elle permet de limiter les surfaces qui subissent des déperditions ou soumises à un éclairage solaire important (Fig. I.3). On passera outre cette règle en climat désertique où une cour intérieure (totalement ouverte) est souhaitable, l'objectif étant de créer le plus d'ombre possible. Cette disposition est d'autant plus efficace dans le cas de logements groupés (elle peut alors être complétée par la mise en place de nombreuses ruelles).

³⁶ Vitruve, les dix livres d'architecture de Vitruve, Bibliothèque de l'image, 1995, 330p.

La forme géométrique à proprement parler peut être pensée pour permettre la ventilation naturelle d'un ensemble de bâti soumis au vent.

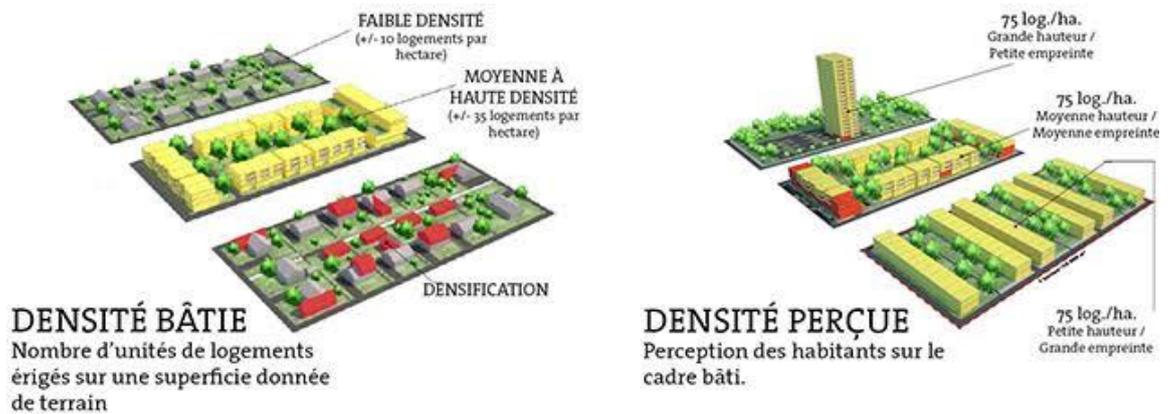


Figure I.3 : Schéma montrant la compacité urbaine

1.2.4. Matériaux de construction locaux :

Le choix des matériaux se fait en fonction de ceux qui sont disponibles à proximité. Ils sont particulièrement adaptés au climat et le coût de construction sera limité (Fig. I.4).

– Les constructions en **Pierre locale** sont ainsi adaptées au climat à forte variation de température journalière.

– Les constructions en **bois** permettront une rapide montée en température du bâtiment particulièrement adaptée aux climats dont l'hiver est très rigoureux (climat de montagne).

– Les constructions en **terre crue ou sable** permettent d'accumuler les fortes radiations solaires et montées en température et ainsi limiter les risques de surchauffe.



Figure I.4 : L'utilisation des matériaux locaux

Après avoir mis l'accent sur l'approche environnementale, et que nous avons pu définir certaines notions et principes de l'architecture bioclimatique, nous pouvons ainsi passer à une deuxième étape, qui est de vérifier tous les éléments représentatifs de cette architecture vernaculaire globalement à travers notre cas d'étude, qui est la Casbah d'Alger. Toutes ces définitions abordées, du concept de l'implantation d'une architecture typique dans son site à sa topographie, en passant par la compacité qui va permettre une bonne inertie thermique, jusqu'à l'orientation et le choix des matériaux locaux qui permettront d'assurer un confort thermique en été comme en hiver.

1.3. Approche bioclimatique du vieil Alger ottoman

L'Algérie est formée par plusieurs microclimats, de la méditerranée au nord au désert au sud, une pluralité d'écosystèmes fragiles auxquels les populations tendent de s'acclimater. L'architecture traditionnelle a toujours impliqué l'utilisation des ressources naturelles pour servir les besoins de l'homme, qui à son tour, s'est adapté au lieu et au climat dans la construction de son cadre de vie en communauté. Dans le climat méditerranéen, l'adoption de la typologie à patio permet de concilier l'adaptation climatique à celle socioculturelle.



Figure I.5 : Vue sur la vieille ville d'Alger

L'Algérie possède un riche patrimoine constitué d'éléments naturels, culturels, matériels et immatériels. Ce patrimoine peut être vu à travers un ensemble de valeurs architecturales, sociales, esthétiques, culturelles, historiques et économiques communes. La Casbah d'Alger (Fig. I.5) qui fait partie de ce patrimoine représente une synthèse de beaucoup de stratifications, inhérente à la culture méditerranéenne. Elle est constituée de maisons traditionnelles qui ont conservé leur authenticité et leur intégrité par leurs caractéristiques esthétiques et leurs éléments architecturaux, ainsi que par les matériaux utilisés. La préservation de leur aspect et de leur valeur d'origine et sa situation stratégique au sein des pays méditerranéen et du continent africain a valu à la Casbah une place sur la Liste du patrimoine mondial depuis 1992.

Classée site historique national en novembre 1991 et secteur sauvegardé en 2003, elle est prise en charge par un cadre juridique qui comprend les lois 98.04, 90.25, 90.29 et 91.10 ainsi que les décrets exécutifs 90.78, 90.175, 91.176, 91.177 et 91.178 qui assurent la protection. Le décret exécutif 324-2003 a été élaboré en vue du plan de sauvegarde (PPSMVSS)³⁷. La direction de la culture de la wilaya d'Alger est chargée de la gestion du site, l'office de gestion et d'exploitation des biens culturels (OGEBC) créé en 2010, est chargé quant à lui, de la gestion des monuments et sites archéologiques et historiques classés auprès du ministère de la culture, y compris ceux situés à l'intérieur d'un secteur sauvegardé. Ce bien culturel jouit de la « valeur universelle exceptionnelle » du fait qu'il réponde aux critères ii et v des dix critères établis par l'Unesco³⁸ permettant de figurer sur la liste du patrimoine mondial :

- Critère (ii) : pour l'influence considérable sur l'architecture et la planification urbaine de la région nord et sud de la méditerranée, durant les XVI^{ème} et XVII^{ème} siècles, en raison du « caractère spécifique de son habitat et de la densité de sa stratification urbaine » qui « constituent un modèle d'établissement humain ou le mode de vie ancestral et les habitudes musulmanes se sont harmonisés avec d'autres types de traditions »
- Critère (v) : parce que « c'est un exemple éminent d'un habitat humain traditionnel représentatif de la culture musulmane profondément méditerranéenne, synthèse de nombreuses traditions » son bâti ainsi que toutes ses composantes physiques en témoignent.

La Casbah d'Alger avec ses faits historiques est une transcription de siècles de civilisations humaines, représente un patrimoine bâti précieux résultant d'une utilisation scrupuleuse des matériaux, des moyens, des techniques et des savoirs locaux. Fondée dans l'antiquité et occupée successivement par les carthaginois, les berbères, les romains, les turques qui l'ont fortifiée, lui donnant son nom « Casbah » citadelle, et puis en 1830, ce sont les français qui ont pris possession de l'Algérie et façonné une nouvelle fois le quartier, presque un siècle et demi de colonisation jusqu'à la guerre d'Algérie, une nouvelle fois la Casbah devient un lieu symbolique, un bastion des nationalistes algériens.

³⁷ PPSMVSS. 2017. plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur des secteurs sauvegardés. Alger: OGEBC.consulter en 2017.

³⁸ www.unesco.org/criteresd'inscriptionsurlalistedupatrimoinemondialdel'humanite

Comme le montre la figure (I.6), la Casbah d'Alger est le produit d'un mélange d'éléments sociaux et culturels chargés d'histoire. Elle représente la superposition complexe de plusieurs couches historiques où les cultures adoptées ou réhabilitées pour s'adapter à un mode de vie, ont été préservées.

En raison de sa position géographique centrale au Maghreb, la médina a toujours occupé une position stratégique dans le Grand Alger³⁹. Autrefois bordée de remarquables fortifications, elle est construite sur une colline et parcourue par des rues sinueuses. Son urbanisme est typique de la période arabo-berbère. Selon Ravereau⁴⁰, c'est ce site qui a créé la ville. Elle se caractérise par une architecture pensée, en cohésion avec son environnement et son contexte environnant, c'est-à-dire le site, la topographie, les matériaux locaux, le climat tout en répondant aux besoins sociaux et culturel de la société.



Figure I.6 : Une rare illustration sur Alger la blanche. (Source ANSS).

Alger, comme toute autre ville méditerranéenne, a un climat caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. Cependant, le confort passif à l'intérieur de ces maisons traditionnelles semble avoir été assuré sans avoir besoin d'appareils ménagers sophistiqués.

³⁹ Pasquali E., *La Casbah d'Alger*, 1951, 215 p.

⁴⁰ Ravereau André., 1989. *La Casbah d'Alger, et le site créa la ville*, Sindbad, Paris.

En fait, la structure en niveaux des bâtiments, qui suivent la pente du terrain, ainsi que leur orientation sud-est, leur permettent de profiter des bienfaits du soleil matinal jusque tard dans l'après-midi. Leur alignement dans une direction opposée au vent d'hiver dominant du nord-ouest offre une protection supplémentaire et contribue au confort en hiver⁴¹.

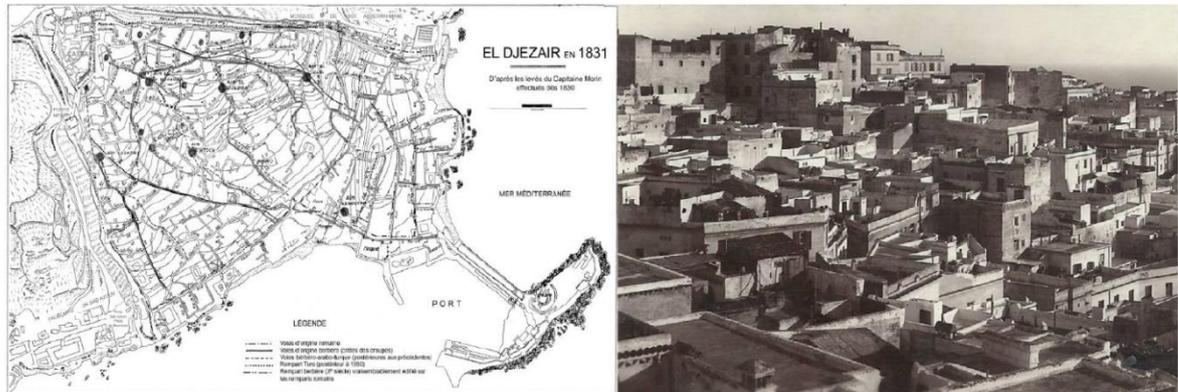


Figure I.7 : Une vue sur EL DJEZAÏR et ses maisons traditionnelles. (Source : Missoum 2003).

La médina d'Alger apparaît comme un espace fortement structuré, hiérarchisé, continu de la médina, quartier, l'îlot, la parcelle et la maison, passant par la ruelle, l'impasse jusqu'à arriver au wast ed-dar, constituant une seule unité cohérente et autonome, ayant sa propre échelle marquée par des limites (Fig. I.7). Sa formation et son allure sont faites au fur et à mesure des conquêtes d'Alger, allant de simple comptoir jusqu'à un système de ville plus complexe de la ville ottomane, ainsi qu'aux opérations de démolitions effectuées à la période française.

1.3.1. Site, localisation et orientation :

Dans le site de la Casbah, l'implantation en escaliers suivant la pente du terrain, ainsi que son orientation sud-est lui permet de jouir du soleil du matin jusqu'à une bonne partie de l'après-midi (Fig. I.8). L'orientation à la direction opposée aux vents dominants d'hiver, venant du nord-ouest constitue une protection supplémentaire pour la masse de maison, ceci peut contribuer au confort d'hiver⁴².

Elle est positionnée face à la mer Méditerranée et est construite sur un terrain en pente, elle repose sur le massif de Bouzareah. Le site de la Medina d'Alger est défini par un triangle incliné avec une pente moyenne de 15%, s'étendant sur une superficie de 70

⁴¹ Lespes, R., *Alger, Étude de géographie et d'histoire urbaines*, Paris, Alcan, 1930.

⁴² Nassima Dris, *La ville mouvementée. Espace public, centralité, mémoire urbaine à Alger*, Alger, Anep, 2002, 436 p. (ISBN 978-2747518123)

hectares environs⁴³, Le site offre une position surélevée, protégée par la présence de nombreux ravins, c'est une ville méditerranéenne bien gardée « El-Mahroussa », qui a dominé et contrôlé les échanges de toute la région du Maghreb central pendant la période ottomane.



Figure I.8 : Une vue sur le site de la médina d'Alger

1.3.2. Morphologie et topographie :

Le site de la Medina d'Alger est structuré par plusieurs éléments naturels tels que le massif de Bouzeréah, la mer méditerranée et le réseau hydrographique très important, qui ont permis la formation de l'établissement humain.

⁴³ Khelifa, A. Alger, histoire et patrimoine, Edition Anep, 2010, p10.

La topographie de la vieille ville d'Alger fait ressortir deux entités de pente différentes (Fig. I.9), identifiées par la population sous le nom de « el-djebel » correspondant à la haute Casbah et « el'outa », la plaine, correspondant à la basse Casbah⁴⁴.



Figure I.9 : Morphologie et topographie du site de la médina d'Alger. (Source : Glovin 1988).

La zone résidentielle, occupant la partie haute de la ville, se présente avec une disposition de rues entièrement différente, en raison de l'intégration à la déclivité du site. Elle est non seulement constituée d'un réseau de rues sinueuses entrelacées sans ordre apparent, mais forme aussi une masse compacte de maisons serrées les unes contre les autres, abritant la population de classe moyenne. Elle abrite également plusieurs quartiers, formant chacun une entité distincte, et se caractérisant surtout par une autonomie fonctionnelle assurée par des équipements érigés en leur centre ; une mosquée, un petit marché, un four, une fontaine, une zaouia, un hammam et une madrasa. Quant à leur autonomie formelle, elle est symbolique, et plutôt assurée par des portes. Au cours de notre étude, nous nous intéressons à cette zone résidentielle dite haute Casbah.

Dans la partie basse, en revanche, où les routes sont régulières, suivant un itinéraire ordonné, sa proximité avec les portes de la ville favorise la concentration de ses fonctions économiques, spirituelles, politiques et administratives.

La casbah d'Alger développe un très fort rapport avec son site ; c'est d'ailleurs l'élément qui a pu déterminer sa morphologie et l'organisation des maisons dans la médina. Ce site

⁴⁴ Haedo. D, topographie et histoire générale d'Alger, la vie à Alger au seizième siècle, 3eme éditions, Alger livres éditions, collection histoire, Alger, 2004.

est constitué par une structure (hydrographie et orographie) qui a permis l'implantation et l'extension de la ville. Ainsi la forme du terrain a pu définir la structure urbaine.



Figure I.10 : L'organisation et la hiérarchisation du site de la médina d'Alger. (Source : Haedo 2004).

La médina d'Alger se présente comme un espace fortement structuré, organique et hiérarchisé, à partir de la médina, du quartier, de l'ilot, de la parcelle et la maison en passant par la ruelle, l'impasse jusqu'à arriver à wast-eddar, créant un seul élément cohérent, dans lequel chaque unité est autonome (Fig. I.10). Les maisons sont adossées les unes aux autres en mettant à profit la mitoyenneté et l'introversion, engendrant l'ombrage pendant l'été ou le rayonnement solaire est intense et les températures internes très élevées. Elle minimise aussi les déperditions thermiques en hiver ou les températures sont plus basses. La mer permet d'offrir un microclimat naturel pouvant rafraîchir la chaleur de l'été et ainsi favoriser la ventilation naturelle.

1.3.3. L'Architecture résidentielle de la vieille ville d'Alger

Dans notre étude de cas, les maisons de la Casbah inspirent le confort, qui interpellent et déterminent les paramètres de conception tels que les données du site et du climat, le cadre et sa morphologie, la structure et l'aspect spatial et enfin les ouvertures et les

dispositifs architecturaux et techniques (Fig. I.11). Ces maisons mitoyennes de taille moyenne, formant un tissu complexe continu, dont seules les toitures et certaines façades donnent à l'extérieur, constituent selon Izard « une solution urbaine pour réduire les échanges thermiques, offrant d'autres avantages sociologiques »⁴⁵. Cette architecture se dit intelligente puisqu'elle crée un microclimat à l'intérieur de l'habitation. La cour s'avère protégée des rayons solaires pendant un bon moment de la journée par rapport à l'ombre portée par les murs qui la moulent. Et puis, lorsque la nuit tombe, l'air frais glisse doucement par la cour à ciel ouvert, remplaçant ainsi l'air chaud cumulé au fur et à mesure, au long d'une journée chaude.

La volonté de minimiser les fluctuations de température dues à des phénomènes extérieurs tels que les radiations solaires, le vent, etc., la maximisation de l'espace intérieur et la minimisation des surfaces extérieures ont conduit à la densification du tissu⁴⁶, stratégie visant à relier les bâtisses à la Casbah, qui en effet permet une réduction considérable des surfaces exposées au soleil en été et une nette diminution des pertes thermiques en hiver. Le réchauffement de la masse de maisons est évité grâce aux ombres dues à l'étroitesse des rues. Les cours et les allées sont ainsi protégés du rayonnement direct du soleil.

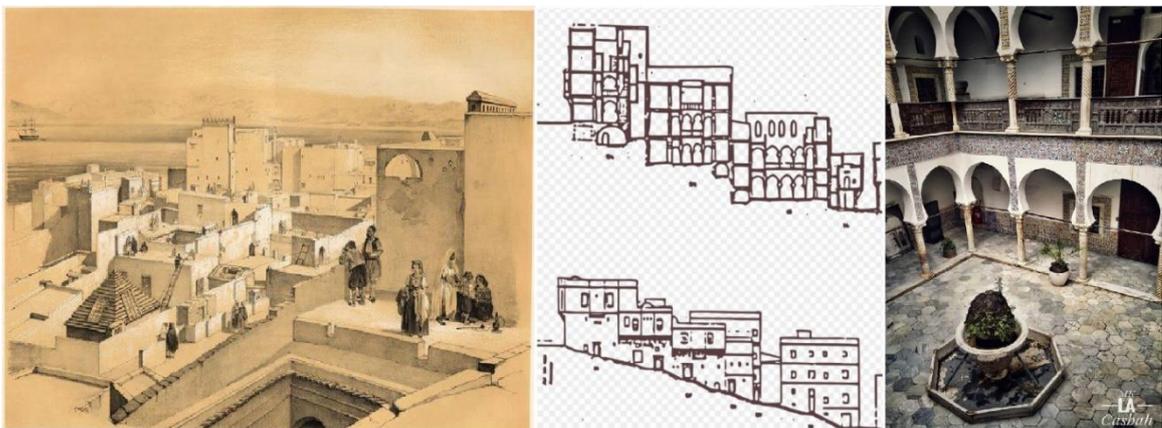


Figure I.11 : L'architecture résidentielle de la vieille ville d'Alger. (Source : Ravéreau 1989).

Les vieilles maisons de la Casbah d'Alger se caractérisent depuis longtemps par leur architecture traditionnelle. Elles bordent les ruelles étroites et sinueuses de cette médina traditionnelle témoignant d'un riche passé. De l'extérieur, les habitations paraissent sombres et dépourvues de tout décor, mais à l'intérieur, l'espace est harmonieusement

⁴⁵ Izard.J.L, *Architectures d'été- Construire pour le confort d'été*, Edi sud, la calade, Aix-en-Provence, 1993.

⁴⁶ Izard, J.L., Guyot. A. *Archi Bio*, Edition Parentheses, Paris, 1979.

aménagé, la maison est généralement composée d'un rez-de-chaussée et d'un étage, bordés de galeries et d'arcades ou de grandes pièces ouvertes, au centre du patio ou de la cour intérieure, souvent sans aucune couverture, permettant une fraîcheur et une température assurant un confort optimal. Cependant, ces maisons méditerranéennes traditionnelles de la Casbah ont en commun, même dans leur diversité, le pouvoir de s'adapter aux contraintes climatiques du bassin. Les bâtisses ont souvent des murs épais (avec de petites ouvertures) qui les isolent de la chaleur pendant la journée puis les restaurent pendant la nuit. Certaines de ces solutions peuvent encore inspirer la construction de villes aujourd'hui (Fig. I.12).

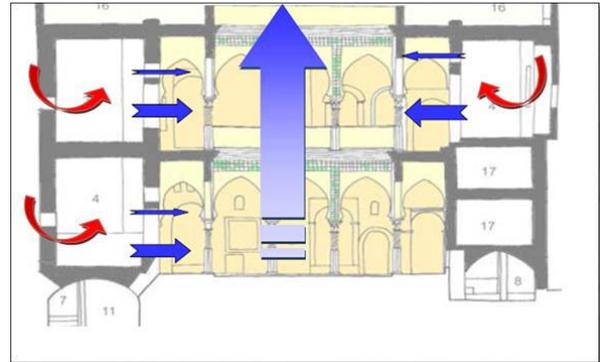


Figure I.12 : Schéma de la ventilation naturelle dans la maison casbah d'Alger (Source : Ravereau 1989)

Les quelques maisons de la casbah d'Alger représentent, en quelque sorte, cet aspect de l'architecture vernaculaire traditionnelle, qui est illustré comme un bon exemple d'un environnement bâti en parfaite harmonie avec l'environnement naturel, permettant la même qualité de confort tout en assurant des environnements intérieurs sains et confortables.

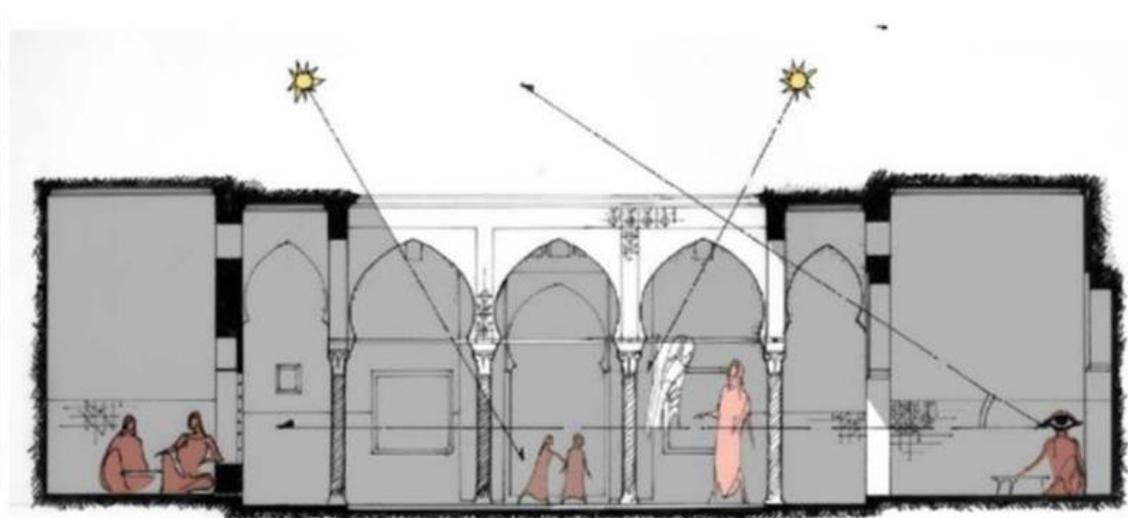
Néanmoins, ces maisons ont un design ancien qui reste imposant non seulement par sa valeur patrimoniale, mais également par les critères environnementaux qui répondent aux nouvelles exigences et conditions du confort actuel. Nous pouvons également citer certains paramètres qui ont permis à ces maisons d'assurer un climat et un environnement naturel (température, humidité, rayonnement solaire, aéraulique, etc.), facteurs sociaux tels que (le type d'occupation, nombre de famille...), l'environnement physique (topographie, emplacement des maisons, configuration, orientation), conception architecturale (position des escaliers, ouverture, taille des ouvertures, orientation, matériaux [brique d'argile, faïence, chaux, pierre, bois, céramique, pierre, béton ...], type de couverture, présence de puits et de djeb, nombre de cuisines et de salles de bain). Ces paramètres ont été à tous moments utilisés par l'homme pour concevoir son abri afin d'assurer des conditions de vie favorables et qui ont influencé son confort par la suite.

La disposition des maisons est le résultat d'un pragmatisme pluri centenaire. Aucun espace n'est perdu ou superflu. Tout est calculé au plus juste. Le même modèle de maison

occupe des parcelles aux dimensions extrêmement variées : certaines ont à peine 40 m² au sol et d'autres cinq fois plus. Le type d'architecture s'adapte à un terrain très accidenté et épouse toutes les formes géométriques : A l'intérieur, on retrouve les mêmes dispositions : ces répétitions voulues laissent croire à une fausse similitude, l'agencement des maisons est très strict et libre à la fois et les carreaux en marbre Er-rekham dégageaient de la fraîcheur.

Les maisons typiques à la Casbah se composent généralement de : *wast-ad-dar*, d'un *fouqani* (pièce située au premier étage), parfois de *Manazeh* (pièces situées au 2eme étage), l'entrée se fait par une porte en bois de chêne sculptée, une ouverture haute pour aérer, surmontée d'un *avent* de tuiles vertes pour partager la porte.

Dans les pays du bassin méditerranéen, comme en Algérie, le patio au littoral permet un vécu assez long dans les espaces extérieurs, contrairement aux climats chauds et arides au sud, il ne constitue qu'un puit de lumière dont il est généralement recouvert par une grille pour éclairer et aérer les pièces entourant le patio (Fig. I.13).



Coupe sur une maison à patio de la Casbah.

Figure I.13 : Coupe sur une maison à patio dans la Casbah d'Alger. (Source : Ravereau 1989)

Si on se réfère à une brève description de Glovin⁴⁷, Les maisons traditionnelles comportent les caractéristiques suivantes (Fig. I.14) ;

Articulation sur deux niveaux d'occupation (R+1), ordonnés autour d'un espace central (patio à arcades), ou à défaut autour d'un puit de lumière et d'aération grillage, avec une

⁴⁷ Glovin L. 1988. *Palais et demeures d'Alger à l'époque ottomane*. Alger : Edisud.

terrasse accessible et souvent, en raison de la déclivité du site un sous-sol en contre bas, et un manzah, adossé à la maison située plus haut, occupant la partie ouest de la terrasse.

La composition de la maison s'articule autour de trois éléments importants ; La Skifa ; espace coudé servant d'entrée, omniprésent dans les maisons de la médina, constitue l'articulation entre espace public et privé, ou le maître de la maison recevait ses invités loin de l'intimité du patio qui était réservé aux femmes. Dans les maisons les plus prestigieuses et palais, la skifa est richement décorée, avec colonnes en marbre d'Italie et carreaux de céramiques, le wast ed-dar ; il signifie littéralement 'centre ordonnateur' de toutes les pièces de la maison. C'est l'espace central de l'organisation de la maison dans toute sa signification. Lieu privilégié des activités domestiques et du déroulement de la

vie familiale, il permet la régulation thermique, la ventilation, l'éclairage naturel, la composition et l'agencement de la demeure. Généralement de forme quadrangulaire et entouré de galerie, on le trouve ordinairement au centre de l'habitation. Partiellement couvert ou découvert, le wast al dar est le seul endroit où l'on puisse voir des façades décorées, érigées sur le périmètre du Patio, elles constituent à la fois ses propres murs et les façades des chambres. C'est le lieu quotidien des relations familiales, du travail, du repos et des activités liées à l'eau.



Figure I.14 : Les caractéristiques architecturales des maisons de la Casbah d'Alger. (Source : Glovin1988 : auteurs)

Il est aussi l'espace de jeux des enfants et celui de la célébration de fêtes (moment exceptionnel d'admission des hommes étrangers à la famille.), les biouts (chambres) ; les déclivités sont occupées par des espaces de service ou sous-sol utilisé pour rattraper le niveau du rez-de-chaussée en épousant la forme du terrain. Les maisons sont collées les unes aux autres, et peuvent communiquer entre elles à partir des terrasses (*stah*). En effet,

Le Corbusier ⁴⁸ a souligné l'importance de ces terrasses dans les maisons faisant face à la mer. L'étage ou les niveaux supérieurs sont le lieu de déroulement de la vie quotidienne. De la limite de la ville jusqu'aux confins des espaces intérieurs des maisons.

Selon Amos Rapoport, le climat a un rôle important dans la création de la forme architecturale : « *Il est inutile de nier l'importance du climat pour mettre en question le rôle déterminant qu'il joue dans la création de la forme bâtie* » ⁴⁹.

La maîtrise du climat peut correspondre à des logiques générales comme la circulation horizontale et verticale de l'air, même s'il n'y a pas présence de vent à certaines saisons de l'année. Un courant d'air peut se créer dans les pièces situées entre le patio et la rue. Cette organisation et cet enchaînement peut donc associer l'ensemble des espaces intérieurs et extérieurs et ainsi réguler le microclimat créé à l'intérieur de la maison traditionnelle.

La médina d'Alger est en fait, une combinaison de facteurs dictés par la nature et le savoir-faire humain. Le Dr Shaw témoigne qu'à Alger, au début du XVIIIe siècle, les maisons de forme carrée assez solides étaient généralement construites avec des matériaux traditionnels que l'on pouvait trouver localement ⁵⁰. Celles-ci comprennent la brique d'argile solide (utilisée pour la construction de murs porteurs, de fondations et de voûtes), la pierre (utilisée sous la forme de gravats pour construire des murs et des fondations de rez-de-chaussée, combinés avec de la brique) et de la chaux éteinte (mélangée à du sable et d'autres des éléments tels que le bois et l'huile). La cour centrale, caractéristique de presque toutes les maisons de la Casbah, est pavée de marbre. Ceci est proportionnel à la taille de la maison et est entouré de galeries, soutenues par des colonnes, où sont situés les appartements. Le « bois de cèdre algérien » est utilisé pour les corbeaux et les escaliers, les poutres, les consoles, les portes, les balustrades et les volets.

Les murs sont des ouvrages de maçonnerie, constitués avec des briques de terre peu cuites et un mortier comprenant de la chaux et de la terre épaisse (Fig. I.15). Les planchers sont réalisés avec des rondins de bois selon une technique introduite par les Ottomans et les soubassements sont construits avec une technique de voute en berceau. La couverture est

⁴⁸ Corbusier. 1994. le Corbusier et le mirage de l'orient. L'influence supposée de l'Algérie sur son œuvre architecturale, revue des mondes musulmans et de la méditerranée. 73 : 363-378.

⁴⁹ RAPOPORT. Amos, pour une anthropologie de la maison, édition Dunod, Paris 1972, p : 27.

⁵⁰ Dr.Shaw, voyage dans la régence d'Alger, chez merlin editeur, paris, 1983, p 474.

plate, faite avec une épaisseur de terre importante jusqu'à 70 cm en terrasse, et le revêtement se fait au mortier composé de terre et d'adjuvants naturels, le tout recouvert de chaux. Le système d'évacuation des eaux usées des maisons est un véritable réseau d'égouts construits à l'époque de la régence d'Alger en brique sous la voirie suivant la pente du site. Les branchements se faisant avec des éléments de poterie qui s'emboîtent, depuis la colonisation le réseau a été modernisé.

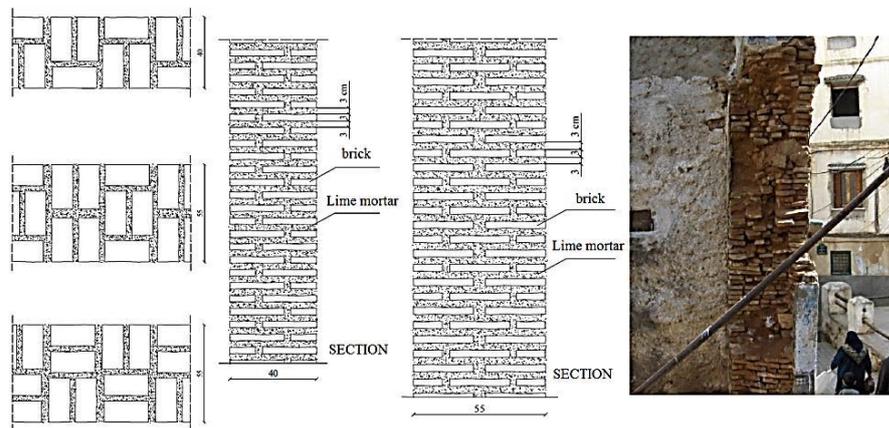


Figure I.15 : Détail constructif d'un mur à la Casbah d'Alger. (Source : Abdessemmed- foufa 2011)

La valorisation et la transmission de ces pratiques vernaculaires aux générations futures contribueraient non seulement à protéger une mémoire collective, nécessaire à la construction d'un environnement bâti durable et authentique, mais contribueraient également à développer des dispositifs de conception adaptés aux besoins contemporains mais basés sur de vieilles techniques de construction traditionnelles.

1.3.4. Les typologies des maisons de la Casbah d'Alger

Différentes études ont été menées sur les maisons traditionnelles algéroises permettent d'établir une classification typologique. Pour mener à bien cette étude, une présentation est nécessaire afin de pouvoir identifier les types originaux et transformés.

Plusieurs recherches ont étudié cet aspect de l'architecture domestique. Nous citerons les travaux de l'Atelier Casbah⁵¹, qui étudient les grands types de maisons du tissu originel présentant un état sommaire des transformations et des adaptations spatiales qu'elles ont subi, ainsi qu'une étude plus récente, celle de MISSOUM.S⁵² sur la maison de la médina

⁵¹ Atelier Casbah. Projet de revalorisation de la Casbah d'Alger, Plan d'aménagement préliminaire : ETAU-UNESCO. PNUD, Alger, 1981.

⁵² Missoum, S. Alger à l'époque ottomane, la médina et la maison traditionnelle. INAS, Alger, 2003.

d'Alger, basée sur l'exploitation des documents de l'archive ottomane. Elle définit la terminologie spécifique de l'architecture domestique, qui est décrite par trois termes : al-dâr (maison), al-dwîra (petite maison) et al-ulwî (maison à l'étage ou à l'étage), cependant, elle n'examine que la maison d'époque ottomane représentant le type originel.

Dans ce travail, il est primordial de présenter les trois typologies ainsi que leurs caractéristiques :

a) **Maison wast al-dâr (avec patio)**

C'est la typologie la plus répandue à la Casbah d'Alger et prend la forme d'une habitation introvertie. Elle se caractérise par l'organisation d'espaces autour d'un patio central à portiques, qui prend en charge la distribution des espaces par une galerie d'arcades (Fig. I.16). Le patio est de forme géométrique et les pièces environnantes s'harmonisent avec la forme du sol. La maison s'organise sur deux niveaux distincts, reliés par l'escalier, distribution verticale, donnant sur le *s'hin* (galeries) lieu de distribution horizontal.

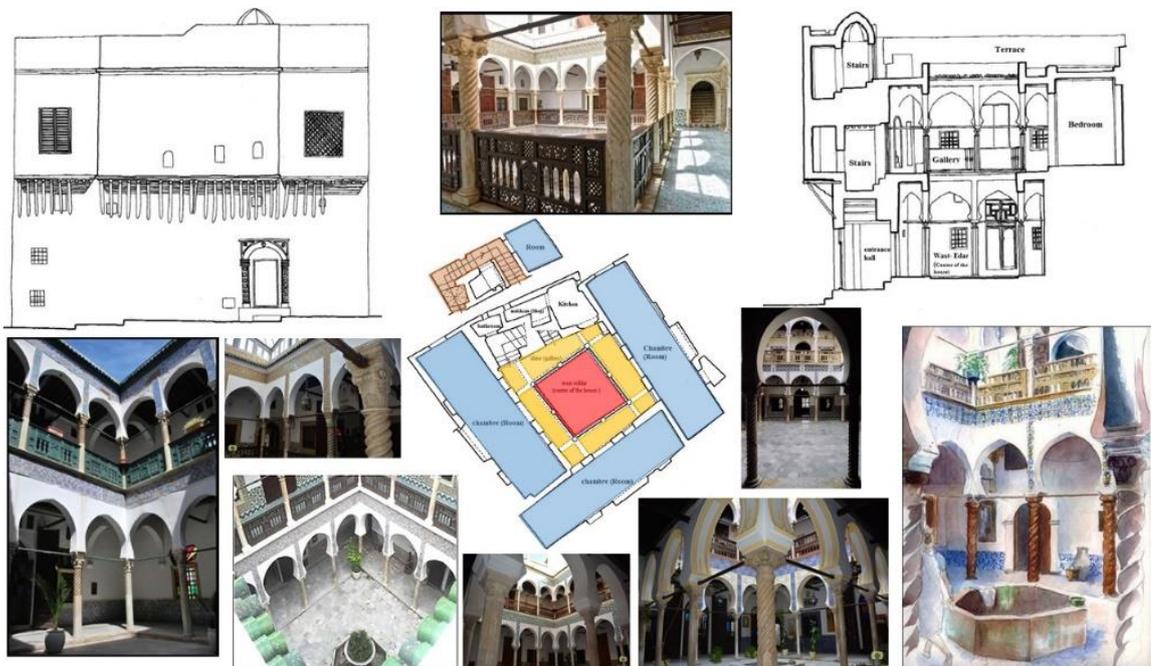


Figure I.16 : Typologie de maison wast-al-dar (à patio). (Source : Missoum 2003 traiter par les auteurs).

b) Maison avec chebâk

C'est une maison de petite dimension (Fig. I.17), répartie sur deux niveaux, avec une terrasse et parfois un sous-sol selon la topographie. Elle est organisée autour d'un wast-al-dâr couvert ou semi-couvert, avec un chebâk qui prend air et lumière par une « chebek », ce dernier est une ouverture rectangulaire dans le plancher, protégée par des barreaux. Sur un des côtés du wast-ed-dar, les espaces de services occupent le rez-de-chaussée et l'étage jusqu'à la terrasse. Pouvant être associée avec un commerce ou un dépôt en soubassement, elle est destinée à abriter une seule famille.

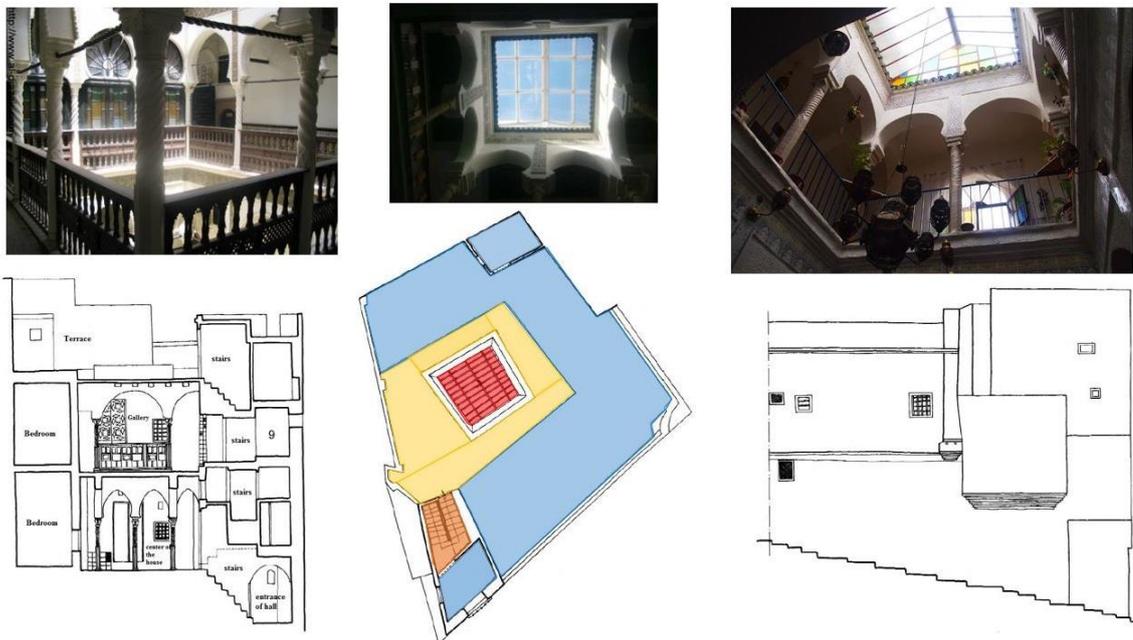


Figure I.17 : Typologie de maison avec chebek (Source : Missoum 2003 traiter par les auteurs)

c) **Maison avec ulwî (grenier)**

C'est une maison sans wast-ed-dar, s'organisant en hauteur, ne comportant généralement ni patio, ni grille, et occupe une parcelle exiguë, résultant d'une concentration urbaine importante. Ce type de maison est percé de grandes ouvertures vers la rue (Fig. I.18).



Figure I.18 : Typologie de maison avec ulwi. (Source : Missoum 2003 traiter par les auteurs)

CHAPITRE 02 : LE PROCESSUS DE TRANSFORMATION ET SON IMPACT SUR LE CONFORT INTERIEUR DES MAISONS DE LA CASBAH D'ALGER

Dans ce second chapitre, la maison de la Casbah d'Alger est décrite telle qu'elle était vécue par le passé. Le fait de rechercher la notion « d'ambiance patrimoniale » permet certainement de compléter les notions classiques qui souvent limitent une étude du patrimoine architectural à des descriptions strictement morphologiques. L'aspect sensoriel autorise une lecture plus proche et plus attentive aux espaces traditionnels, lesquels véhiculent une culture, une identité et un mode de vie très particuliers.

Aussi, l'analyse de l'habitat algérois d'antan peut révéler une multitude d'ambiances. Qu'elles soient visuelles, sonores, olfactives, thermiques, lumineuses ou aérauliques, ces ambiances sont généralement générées soit par des espaces extérieurs ou intérieurs, soit par des éléments architecturaux ou architectoniques, tels que les ouvertures, les portes, les galeries ou les niches, soit encore par le mobilier ou les ustensiles de cuisine⁵³.

Cependant, les nouveaux occupants ont procédé à des accommodements de manière à transformer ou à créer un espace, certaines maisons qui étaient aux mains de plusieurs propriétaires, ont subi d'incessantes transformations, pouvant aller jusqu'à leur reconstruction presque totale.

Les transformations et modifications subies par ces maisons traditionnelles sont également analysées dans le détail. Il a fallu d'abord identifier leur nature, puis rechercher ensuite les raisons qui sont à l'origine de leur apparition.

Cette partie du travail se focalisera sur le vécu ressenti par l'habitant, et décrira les ambiances et la sensorialité perçue jadis par nos ancêtres au sein de leur lieu de vie où se déroulent leurs activités quotidiennes et communautaires à côté de leurs voisins. Cet aspect nous permettra de restaurer le microclimat intérieur des anciennes demeures de la Casbah d'Alger qui caractérisent un mode de vie d'une époque lointaine tout en y insérant les mécanismes du confort actuel.

⁵³ Françoise Acquier, Third International Congress on Ambiances "Ambiances, Toorop", Volos (Grèce), 21-24 septembre 2016.

1.1. Le vécu dans les maisons de la Casbah d'Alger

Cette partie du travail suggère une approche spécifique pour explorer le patrimoine architectural résidentiel algérois du point de vue sensoriel. Cela dépasse les aspects quantitatifs pour se concentrer sur les aspects qualitatifs. Les ambiances ressenties dans les différents espaces de la maison sont explorées et étudiées au moyen d'informations textuelles trouvées dans des romans, afin de décrire le vécu dans ses maisons et les différentes sensations ressenties à travers le temps, et d'étudier leur évolution et leur adaptation aux moyens des exigences actuelles liées au confort.

Il est rare que des études ou des travaux d'architectes traitent la dimension sensorielle des vieilles maisons traditionnelles, du ressenti que les habitants ont éprouvé. Nous pouvons trouver certaines œuvres littéraires et des récits de voyage qui ont traité cet aspect-là avec l'ajout d'autres perspectives connues et nouvelles, sûrement évidentes mais très peu parcourues, présentant des caractéristiques associées au cadre bâti et aux fonctions qu'il renferme. Ces approches singulières telles que l'odorat, l'ouïe, le goût et le toucher sont en fait variables et en contact avec l'environnement naturel des lieux. Le soleil avec sa chaleur et sa lumière, le vent et la pluie avec le rafraîchissement qu'ils procurent ont un impact sur le ressenti et l'ambiance qu'ils dégagent avec les odeurs qu'ils transportent, mais ils en sont aussi avec les sons, les bruits, les parfums ou les objets.

Le terme *ambiance* indique un milieu qui nous entoure, qui nous environne, enfin un contexte dans lequel on se localise. Cet environnement peut être physique aussi bien que moral⁵⁴. Il s'agit ainsi d'une situation qui peut réunir un environnement et la (ou les) personne qui s'y trouve. Les travaux sur les ambiances dans le domaine de la discipline architecturale, fournissent des éléments de définition encore plus profonds sur cette notion^{55 56 57}.

Le CRISCO, centre de recherches inter-langues sur la signification en contexte est un laboratoire de linguistiques (CNRS FRE 2263). Son programme de recherche de synonymes,

⁵⁴ Larousse (1986). « Petit Larousse en Couleurs ». Librairie Larousse, Paris.

⁵⁵ Amphoux P. (sous la direction de) (1998). « La Notion d'Ambiance. Une Mutation de la Pensée Urbaine et de la Pratique Architecturale ». Ed. Plan Urbanisme, Construction, Architecture, Paris.

⁵⁶ Lassance G. (1998). « Analyse du Rôle des Références dans la Conception : Eléments pour une Dynamique des Représentations du Projet d'Ambiance Lumineuse en Architecture ». Thèse de Doctorat, Université de Nantes.

⁵⁷ C.R.A. (Les Cahiers de la Recherche Architecturale) (1998). « Ambiances Architecturales et Urbaines ». N° 42-43, 3ème trimestre.

repose sur la base de sept dictionnaires (*Baily, Benac, Du Chazeaud, Guizot, Lafaye, Larousse et Robert*) dont étaient extraites les relations synonymiques.

Évalué sur le mot *ambiance* le programme de traitement délivre dix réponses à la requête de synonymes : *atmosphère, aura, climat, compagnie, décor, entourage, environnement, influence, milieu, temps* (Fig. II.1).

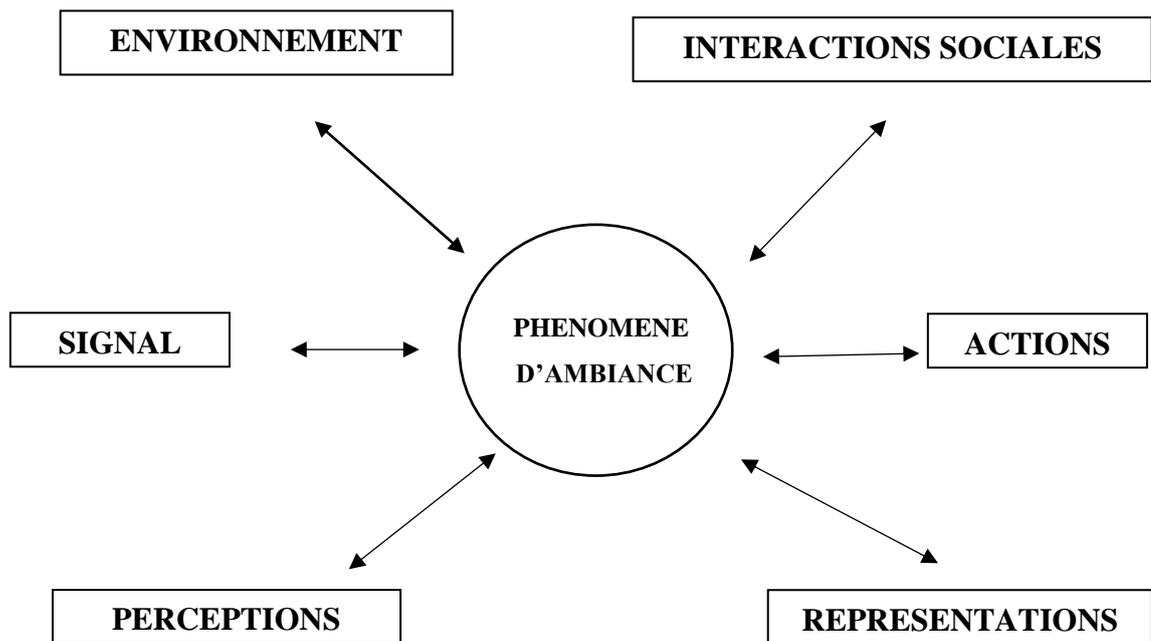


Figure II.1 : Modalités d'un phénomène d'ambiance in-situ. Extrait de [Augoyard, cours de DEA 1991]

Il serait donc possible de définir l'ambiance comme une interaction complexe d'influences réciproques entre (Fig. II.2) :

- Contexte du lieu où se situe l'espace architectural (climat, culture, société)
- Espace architectural (conformation, activités ou usage...)
- Environnement physique relatif au stimulus (thermique, lumineux, sonore, olfactif, aéraulique...)
- Usager (perception et comportement)

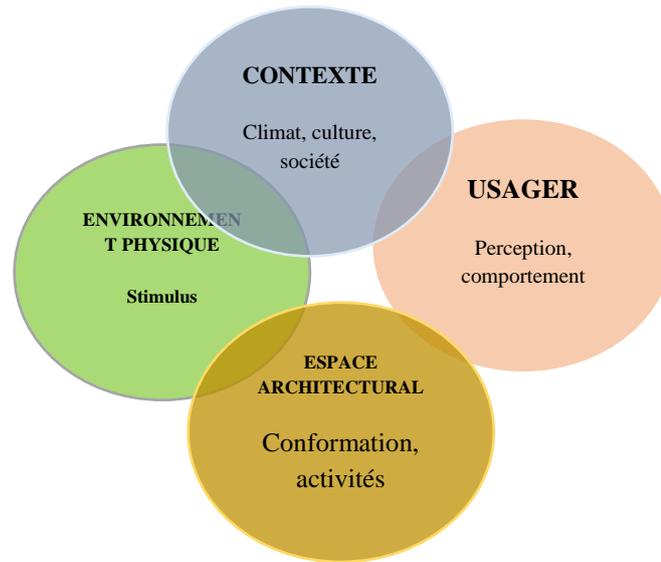


Figure II.2 : Le modèle conceptuel de l'ambiance : Une interaction complexe d'influences entre : contexte, espace architectural, environnement physique et usager (Source : Belakehal, 2007).

Afin de décrire le vécu et l'ambiance ressentie à l'intérieur des maisons algéroises, nous nous sommes basés sur des études antérieures et des articles scientifiques de Lesbet Djaffar⁵⁸, qui ont apporté des connaissances sur le vécu à la casbah d'Alger d'un point de vue social. Le roman d'Abderrahmane Mekhlef a retenu notre attention⁵⁹. Par une juxtaposition entre le contemporain et l'historique, l'auteur puise une connaissance sur le vécu sensoriel dans les espaces patrimoniaux, à partir des faits authentiques. Il raconte la vie de tous les jours, cette vie communautaire qu'il décrit avec beaucoup de détails. Il aborde les différents espaces de la maison, les activités qui s'y déroulaient, les traditions, les perceptions des habitants et également, leurs émotions.

Avec cette approche romancée, la coursière est décrite en indiquant une ambiance visuelle et lumineuse : « Un beau carrelage, à fleurs jaunes stylisées, couvre le mur ainsi que les fenêtres »⁶⁰. La terrasse faisant aussi partie de cet aspect de sensation « permet une vue plongeante sur les toits situés plus bas, et qui se chevauchent en dévalant, jusqu'au bord de la mer »⁶¹. Dans ce passage du roman, on peut détecter une ambiance

⁵⁸ Djaffar Lesbet est un intellectuel dont le nom est intimement attaché à La Casbah. Architecte et sociologue, auteur de nombreuses études et expertises extrêmement fouillées sur La Casbah, c'est une référence en matière d'architecture vernaculaire, et sa parole fait autorité dans le milieu des urbanistes qui œuvrent pour la revivification du vieil Alger.

⁵⁹ Abderrahmane Mekhlef, *Un brin de menthe à l'oreille. Une saga de la Casbah* » et est paru aux Éditions APIC en 2013. L'auteur, 427. « Un homme qui a toujours conservé un tendre regard pour son quartier, la Casbah, dont il est natif à la fin des années trente ».

⁶⁰ Abderrahmane Mekhlef, *Un brin de menthe à l'oreille. Une saga de la Casbah* », Éditions APIC, p33,2013.

⁶¹ Idem, p.33.

visuelle offerte par la terrasse. Il fait aussi appel à d'autres stimuli cités de manière indirecte tels que l'aspect aéraulique, lumineux, thermique et sonore.

L'espace des chambres (*biouts*) est abordé en indiquant plusieurs stimuli visuels, « La pièce que la famille occupe, est longue d'une dizaine de mètres sur trois de large, avec une profonde alcôve à l'une des extrémités, dans laquelle est dressé un lit en baldaquin »⁶². Abderrahmane Mekhlef signale également le sens visuel et tactile pour cet espace en révélant : « La pièce comporte également des niches creusées dans le mur, décorées de carreaux de faïences bigarrées et servant d'étagères... »⁶³. Les fenêtres qui sont aussi sources d'ambiance visuelle, thermique et olfactive, sont ainsi présentées « décorées de *zélaidj* et munies de vantaux et de barreaux croisés, elles abritent des pots de *fidjla*, une plante médicinale souveraine contre les maux d'estomac, de *hbac* (basilic), pour éloigner les moustiques ou des gargoulettes couvertes d'un morceau de jute mouillé, pour rafraichir l'eau en été »⁶⁴.

Pour l'auteur, le mobilier des maisons de la vieille ville d'Alger peut être aussi traité et considéré comme une source d'ambiance. Le lit baldaquin est ce « Bank el kouba, que l'on trouve dans la plupart des douérate de la Casbah, reflète assez bien l'aisance de ses propriétaires. Certains sont de féériques nids douillets, avec leurs choura (garniture en soie de couleur pastel) ... »⁶⁵.

La Casbah d'Alger est le plus grand ensemble urbain du pays qui témoigne de l'ancien mode de vie local. Elle ne s'est pas bâtie en un jour, ni en tant qu'ensemble, mais s'est développée au rythme de ses besoins.

Le Corbusier a qualifié la Casbah d'Alger d'urbanisme arabe excellent. Les maisons datant de la période ottomane sont introverties, abritant un patio ou un puit de lumière ayant généralement une position centrale, par lesquels différents espaces reçoivent l'air et la lumière⁶⁶.

⁶² Idem, p.39.

⁶³ Idem, p.39.

⁶⁴ Idem, p.39.

⁶⁵ Idem, p.39.

⁶⁶ ASMA HADJILAH, L'architecture des premières maisons européennes d'Alger, 1830-1865, Artlas bulletin, volume 5, issue1 south-north-south, article 02

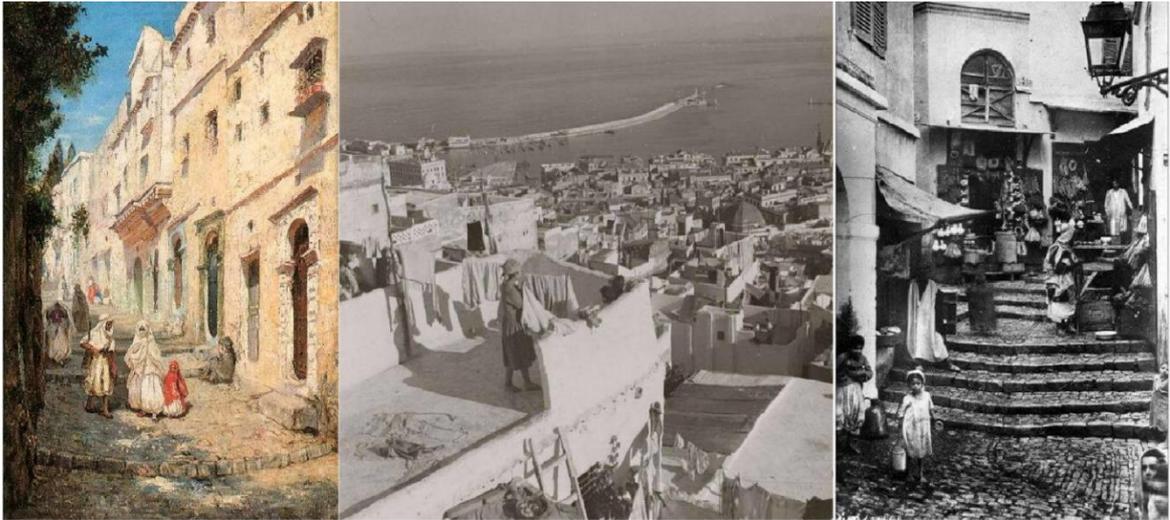


Figure II.3 : Un aperçu sur le milieu urbain et l'espace public à la Casbah d'Alger (source : Ravereau 1989).

Jusqu'à l'indépendance la maison était habitée par des familles citadines (Fig. II.3). Elle correspondait à un espace quasi exclusivement féminin. La femme était la maîtresse de la maison « Moulate-el-dar », au sens de responsable de l'utilisation, de la gestion originale et efficiente. Le patio (wast-ad-Dar), la terrasse, (stah) et le quartier (houma) sont les éléments clés du vivre ensemble. Ces fondamentaux ont disparu au profit du vide social. Les modifications et les installations ont offert un recueil d'improvisation défiant toutes les règles d'esthétiques.

Le patio a toujours été le lieu le plus fréquenté par les femmes afin d'accomplir leurs activités ménagères ou artisanales (Fig. II.4). C'est l'espace de communication et de rapports sociaux les plus développés dans la même famille et plusieurs comme dans les occasions des mariages. Quant à l'homme, sa vie se déroulait essentiellement à l'extérieur de la maison. Dans la ville, il partageait l'espace en compagnie des autres membres de la famille à des moments précis selon une réglementation familiale préétablie et selon l'intimité des familles habitant la maison.

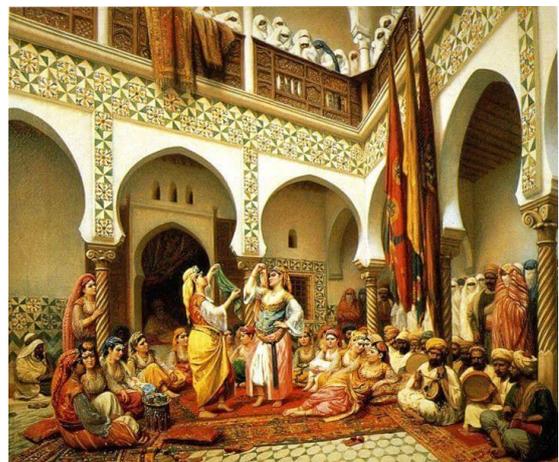


Figure II.4 : le patio, l'espace de communication et d'échanges de rapport sociaux

Les ressources littéraires et historiques nous renseignent pleinement sur les ambiances anciennes et les caractéristiques des vieilles cités dans le monde arabo-musulman (Fig. II.5). Ils illustrent un environnement physique spécifié par des conduites perceptives et comportementales des gens de son époque. A Alger, par exemple, une ambiance visuelle est distinctivement soulignée, dans le récit de voyage de Baraudon, grâce à la couleur : « la couleur, enfin, c'est le blanc, un blanc de chaux éclatant, qui revêt la maison de la base au sommet »⁶⁷ et à la lumière « partout les jeux de lumière les plus inattendus illuminent ce chaos, avivés encore par des entourages d'ombres »⁶⁸. L'auteur fait ressortir ainsi l'ambiance sonore : « A côté de ces rues tranquilles et silencieuses comme des allées de nécropole, sont des rues commerçantes plus animées »⁶⁹, de même que pour l'ambiance olfactive « ...vous vendent (les marchands) ...Des bouquets de fleurs de poivrier dont l'odeur âcre monte au cerveau comme un parfum capiteux »⁷⁰.



Figure II.5 : la vie sociale à l'intérieur des maisons traditionnelles de la casbah d'Alger

Les ambiances du vieil Alger peuvent aussi s'entremêler comme nous le montre ce même récit de voyage en Algérie et en Tunisie (Fig. II.6). Elles sont, soit sonores et lumineuses : « le quartier est paisible et les pas résonnent silencieux dans le mystère des porches ombreux »⁷¹ ; soit visuelles et sonores : « on voit tout à coup, devant soi et dans toutes les

⁶⁷ Baraudon F. (1893). « Algérie et Tunisie. Récits de Voyage et Etudes ». Imprimerie Flon, Alger, p.32.

⁶⁸ Idem, p.36.

⁶⁹ Idem, p.36.

⁷⁰ Idem, p.37.

⁷¹ Idem, p.33.

directions, s'ouvrir des ruelles désertes, qui s'enfoncent avec lenteur à travers ces masses de blancheur étranges, et semblent conduire vers le pays du mystère et de l'éternel silence»⁷² ; soit olfactives et sonores « Des rôtisseries en plein vent occupent les angles, et quand on passe, l'odeur des viandes chaudes se mêle à l'arôme des fruits mûrs. Incessant le va-et-vient de tout le peuple ; effroyable, le vacarme que font les cris, les imprécations qui s'échangent en toutes les langues »⁷³ ; soit enfin lumineuses, aérauliques et olfactives : « des faisceaux de ruelles et d'impasses mêlées en un tricot inextricable, claires ou obscures, aérées ou puantes »⁷⁴.



Figure II.6 : Le vécu et les ambiances engendrées à l'intérieur des maisons traditionnelles de la casbah.

La consultation des textes réglementaires algériens révèle la non prise en compte des aspects d'ambiances [JORA n° 40, 1998]⁷⁵. Ces derniers sont également absents dans les divers travaux de recherche nationaux ou internationaux en rapport avec le patrimoine résidentiel. L'examen des communications présentées dans les manifestations scientifiques montre que les ambiances ne sont pas citées en tant que sensorielles et qualitatives⁷⁶. L'accent est mis plutôt sur les formes et parfois sur les

⁷² Idem, p.33.

⁷³ Idem, p.30.

⁷⁴ Idem, p.31.

⁷⁵ JORA (Journal Officiel de la république Algérienne) (1998). « Journal n°40 ».

⁷⁶ A.K.A.A. (1986), the expanding metropolis. Case of Cairo. Proceedings of Seminar 9 in the series Architectural transformations in the islamic world, Cairo, 11 -15/ 11/ 84. Ed. A.K.A.A.

activités du patrimoine d'un point de vue historique, de gestion et /ou économique ou même social.

Pendant la période coloniale, la Casbah d'Alger représentait un espace qu'on voulait à tout prix opposer à l'oubli, à la dépersonnalisation, à la « civilisation » forcée, au modèle dominant, enfin au mode de vie de l'autre⁷⁷

En effet, dès le début du XIX^e siècle, s'est imposé sans discernement, un modèle différent d'architecture. Durant plus d'un siècle, ont coexisté donc deux expressions architecturales totalement opposées : une vernaculaire introvertie et une récente extravertie, habitées par des populations aux modes de vie dissemblables et aux religions distinctes.

Ces maisons vernaculaires résultent de l'étroite imbrication entre les modes de vie évolutifs des générations successives induisant les perfectionnements des techniques architecturales et urbanistiques du Maalem ; c'est pourquoi constructions/démolitions/reconstructions ont toujours altéré la Casbah.

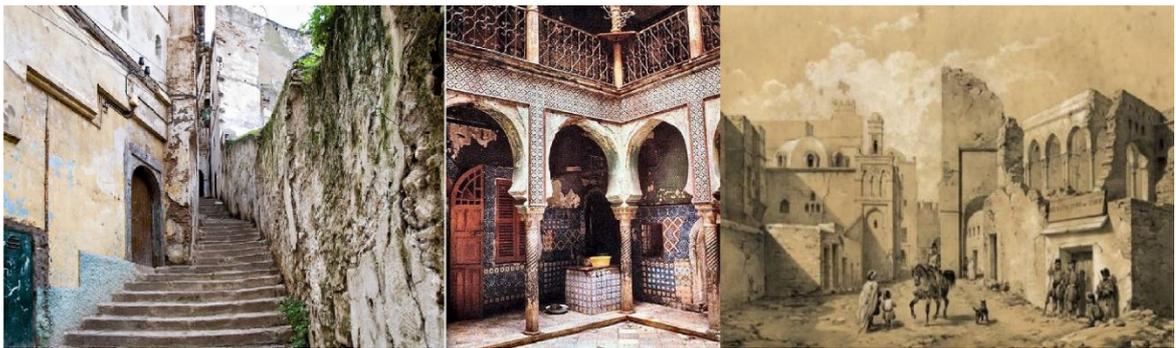


Figure II.7 : les transformations subies par la casbah d'Alger.

Les transformations se sont faites au gré des besoins, mais au détriment de l'ancien noyau urbain. L'administration coloniale a imposé une organisation urbaine, dont le principe repose sur la ségrégation des populations autochtones et européennes. Ainsi, la Casbah d'Alger était séparée des nouveaux quartiers du fait que la ségrégation culturelle et sociale était indissociable du système colonial. Après l'indépendance, cette vieille ville continuait de se dégrader de jour en jour. En plus de 50 ans, il y a eu la démolition et l'effondrement de près

⁷⁷ Dar'na en fête, citoyenneté Algéroise, passer en devenir, colloque international « image et citoyenneté », Alger du 29 au 30 nov. 1 déc. 2005.

des deux tiers des maisons vernaculaires de la Casbah⁷⁸ (Fig. II.7). L'Algérie a été un peu, pour les architectes français, un laboratoire de bonnes et de mauvaises idées⁷⁹.

Aujourd'hui, la même population, la même famille qui s'entasse dans des logements surpeuplés est partagée entre le mode de vie local, produit de l'enrichissement de sa culture, et celui dit moderne.

Dans ce nouveau contexte, les dimensions sensorielles sont rarement restituées et ne semblent pas être un but pour les opérations de sauvegarde. D'autre part, ces édifices subissent un processus de transformations et modifications afin de pouvoir offrir un niveau de confort actuel.

La notion « d'ambiance patrimoniale », est consacrée à la mise en valeur des ambiances dans le contexte du patrimoine urbain et architectural. L'étudier s'avère une alternative pour remédier à une carence constatée. De ce fait, travailler sur ces dimensions qualitatives (subjectives), aux moyens des simulations numériques, pourrait compléter l'évaluation des dimensions quantitatives

Cette analyse du vécu sensoriel d'antan est basée sur des sources textuelles qui décrivent les ambiances de la maison traditionnelle algéroise, tout en valorisant leur côté sensible. Aujourd'hui, les ambiances vécues par nos ancêtres sont ressenties d'une manière différente. En effet, les espaces originaux ont subi de multiples transformations qui ont influencé l'ambiance engendrée. Le recours aux descriptions littéraires et aux études sociologiques, s'avère par conséquent le seul moyen permettant d'identifier les ambiances, ainsi que les dimensions sensibles et sociales du passé.

⁷⁸ Lesbet, VIE DES VILLES. Num 10 Nov. 2008, patrimoine national : entre accommodements idéologiques et perception sélective (2eme partie).

⁷⁹ Tal Shuval : la ville d'Alger vers la fin du XVIII e siècle. Population et cadre urbain, paris, CNRS éditions, 1998, 282p.

1.2.Processus d'adaptation et de transformation du bâti résidentiel ottoman d'Alger

1.2.1. Phénomène de transformation/modification

Le bâti résidentiel ottoman d'Alger, abordé par cette recherche, n'est donc qu'une représentation matérielle d'un long et dense parcours historique des individus et des sociétés. Comme tout parcours, il est teinté par le caractère des différentes périodes, par les relations, les événements et par les différentes sociétés qui l'ont habité. On tente de considérer donc le terme processus comme un suivi de faits et de phénomènes qui agissent sur le bâti et qui intègrent sa transformation. Celle-ci pouvant être plus ou moins progressive ou brusque, plus ou moins superficielle ou profonde.

Par transformation, nous entendons ici les changements observés sur le bâti dans une période de temps considérée, dans notre cas c'est la période coloniale et postcoloniale. Ces changements pouvant être aussi bien d'usage que de forme ou d'aspect. Cette transformation pourra être, selon les cas, réversible ou irréversible.

Depuis toujours, le bâti traditionnel a fait l'objet de changements et de transformations. En général celles-ci étaient très lentes, souvent bien distancées dans le temps, et ne devenaient « exceptionnellement » perceptibles que pour les générations suivantes. Ce qui est devenu exceptionnel de nos jours, c'est la vitesse, la concentration, la capacité et la puissance des processus de transformation actuels. Ce qui était, pour le bâti traditionnel, salubre et tonifiant est devenu malade et débilitant. Ce qui était autrefois une évolution assimilable et admissible de l'habitat devient souvent une transformation brutale. Le nouveau bâti, par sa nature et son adaptation aux nouvelles exigences, devient simplement illisible, difficilement compréhensible. Ce qui était normal et naturel est devenu, par le changement d'échelle, une difformité, une disproportion et, pour le sujet qui nous occupe, un phénomène monstrueux, épouvantable, sans nulle dose d'exagération ni de dramatisation. Les dégâts ont été – et continuent d'être toujours – si importants et si souvent constatés que cette affirmation semble peu discutable. Le rythme de renouvellement connaît une telle accélération que le bâti résidentiel traditionnel ne ressemble plus à ce qu'il était il y a seulement trente ou quarante ans. C'est l'évaporation des signes matériels (urbanisme, architecture...), mais aussi immatériels (savoir-faire, techniques...). La seule mesure à prendre pour ces cas de figure est de les réintégrer pleinement au présent, et de les actualiser avec une réadaptation appropriée avec les nouvelles exigences du confort, c'est un objectif certes ardu, mais auquel nous ne devons pas renoncer.

De nos jours, le patrimoine résidentiel algérois fait outrage aux notions du confort, autrefois dûment acquises. L'utilisateur ou l'habitant se réfugie derrière les techniques artificielles pour réchauffer et refroidir son foyer. On place généralement des chauffages et des climatiseurs dans l'espace central de la maison, de telle façon que l'énergie se diffuse dans le reste des espaces, et pourtant le recours à ses techniques est coûteux et néfaste à la santé environnementale des habitants.

L'aspect social est affecté également dans ces maisons, Selon A. Mebtouche, parmi les immeubles désaffectés, « 80% sont des propriétaires qui ont abandonné leurs propriétés »⁸⁰. Ces derniers, incapables de payer pour des travaux de rénovation, abandonnent leurs maisons qui seront très vite investies par des squatteurs. Ces habitants illicites se permettent d'agir sur le bâti en induisant des modifications et des transformations, sans se soucier des règles et exigences liés au classement de la Casbah en tant que patrimoine mondial ou du microclimat engendré. Les façades de bâtiments tombent en ruine, exposant à l'intérieur des cours à colonnades fortement dégradées. Les piles de gravats s'entassent à l'endroit où se trouvaient les anciens bâtiments. Les terrains vacants sont envahis par les mauvaises herbes.

Mais c'est aussi un quartier où les enfants jouent aux dames sous les portes sculptées avec minutie, où les mères portant un foulard grimpent dans les ruelles escarpées après avoir récupéré leurs enfants de l'école et où suffisamment de tissu urbain blanchi à la chaux subsiste pour donner un sens tangible du passé.



Figure II.8 : L'état de dégradation du bâti résidentiel ottoman d'Alger.

⁸⁰ Ali Mebtouche, le président de la fondation Casbah lors d'une interview, recensement de 300 bâtisses menaçant ruine, 18 novembre 2019, Alger.

Les processus de transformations, que nous présentons ici (Fig. II.8), correspondent aux changements survenus à partir du moment où les Français ont colonisé l'Algérie. En usant des grands moyens, ils ont très tôt et très vite entraîné l'effacement des savoir-faire traditionnels et, dans la pratique, une vraie proscription des matériaux locaux. Ce qui était autrefois béni est devenu maudit. Ce qui était aimé est devenu banni.

Etant donné que dans ce chapitre tout spécialement, il s'agit de faire ressortir les causes et les effets du processus de transformation, tout en plaidant pour l'architecture traditionnelle, il convient de signaler que notre démarche ne peut pas être confondue avec une adhésion quelconque de notre part à quelque courant traditionaliste. D'ailleurs, seuls la synchronisation et le dialogue avec chaque moment historique, peuvent garantir un avenir digne à cette architecture.

Que ce soit d'un point de vue formel, fonctionnel ou sous l'angle des matériaux, techniques et savoir-faire qui ont permis son édification, mais encore avec le passage de plusieurs générations de populations, la maison de la Casbah intègre et traduit automatiquement tous les changements sociétaux. Elle reflète les habiletés ou les maladroites de sa gestion, comme les valeurs, le rang ou la dignité qui lui sont accordés ou refusés par chaque société et à chaque moment historique. Cette expressivité et ce couplage au temps permettent de lire avec une certaine facilité les causes et effets, les pressions et réactions. C'est à ce niveau que nous avons concentré notre travail afin de mieux repérer et interpréter les transformations et leurs processus.

La médina d'Alger a connu des années de décadence. La méconnaissance de son patrimoine, les ambitions de modernité, la crise sociale et démographique ont accéléré la détérioration de ce qui a résisté aux destructions coloniales. Il a été longtemps délaissé, oublié, détérioré par des usagers qui ignorent peut-être sa valeur, squattée, surpeuplée, pendant des décennies, malgré les sonnettes d'alarme tirées par les connaisseurs qui y voyaient notre identité menacée de disparition.

La colonisation ou l'occupation française a affecté l'architecture traditionnelle et dans certains cas l'affecte toujours, le sort et les effets ont été et sont divers. Actuellement, l'effet négatif majeur est le manque d'accès à la gestion de son propre patrimoine, avec les conséquences qui s'ensuivent. Les Français ont réalisé des interventions au cœur de la Casbah sans tenir compte des structures ou des valeurs de son patrimoine architectural local ; ils sont allés même plus loin en imposant des bâtiments de style européen à l'intérieur de la vieille ville.

Au cours des périodes coloniale et postcoloniale, les maisons traditionnelles authentiques ont continué, par exemple, à subir diverses transformations du moment que les habitants cherchaient à atteindre un certain niveau de modernité et de confort. Le résultat était en fait le témoin d'une superposition de deux modèles architecturaux (local et colonial) qui reflètent deux modes de vie différents (ancestral et contemporain). Ces transformations architecturales, le plus souvent considérées sous un aspect négatif, ont eu un impact direct sur le confort hygrothermique et l'environnement engendré. Dans le contexte de ces défis environnementaux, politiques et sociaux particuliers, les bâtiments résidentiels de la vieille ville d'Alger font face à une détérioration importante qui a eu des conséquences irrévocables causant une situation de gêne.⁸¹

A travers ses travaux de recherche Djafar Lesbet, fournit une explication précise à propos des raisons de transformations subies par ces maisons traditionnelles, que la sociologie ne peut qu'agréer et qui est celle du vide social : « *le vide social s'exprime à travers cet ensemble de signes d'abandon et d'attitudes de rejet que nous avons exposées, en mettant en parallèle deux comportements d'un même peuple durant deux périodes différentes dans un même espace urbain, et qui ont donné lieu à des résultats diamétralement opposés* »⁸².

L'auteur, à la fois architecte urbaniste et sociologue, met aussi l'accent sur une démarche qui entretient, selon lui, une forme de dégradation programmée, poussant les habitants à laisser dépérir ou périr leurs bâtisses en vue d'obtenir un logement gratuit. « *Il faut mettre définitivement un terme à la prise en otage de notre patrimoine, contre l'attribution (paiement) d'une rançon-logement* », crie-t-il dans une étude intitulée La Casbah, patrimoine cassé.⁸³ Ce genre d'attitude donne objectivement une raison évidente à la démolition d'un secteur qu'on veut sauvegarder, il pénalise ainsi les familles qui continuent malgré tout à entretenir leurs maisons en voie de dégradation.

La colonisation française a grandement modifié le site d'Alger et sa médina. D'importantes opérations d'urbanisme ont été menées entre 1830 et 1866⁸⁴, qui ont vu la démolition de nombreux bâtiments de la ville musulmane ainsi que l'aménagement de nouvelles routes autour de sa partie haute (Fig. II.9). Ces changements ont non seulement affecté la structure

⁸¹ PPSMVSS. 2017. plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur des secteurs sauvegardés, OGEBC, consulté en juin 2019, Alger.

⁸² Lesbet Djaffar., 1985. La casbah d'Alger : gestion urbaine et vide social, Office des publications universitaires, 235p, Alger.

⁸³ <http://casbahalgerlesbet.blogspot.com>, consulté en septembre 2019.

⁸⁴ Oulebsir N. 2004. Les usages du patrimoine. Monuments, musées et politique coloniale en Algérie (1830-1930). Paris : MSH.

urbaine de la ville, mais également les bâtiments construits le long de ses axes⁸⁵. À la fin du XIXe siècle, les Français ont introduit le style haussmannien, ce qui a entraîné des changements irréversibles dans les maisons traditionnelles, aussi bien celles avec une typologie à patio que celles avec un chebâk.



Figure II.9 : Un exemple de démolition d'une maison à la Casbah d'Alger.

Après l'indépendance, l'Algérie s'est retrouvée face à une situation de désastre. Mis à part les biens vacants délaissés par les Français, elle était dans l'obligation d'aborder une stratégie rapide pour loger la population qui s'est trouvée entassée dans les vieilles villes. La plupart des familles d'origine ont quitté, par exemple, la Casbah d'Alger pour vivre dans des appartements européens. Cette vieille ville devient davantage vulnérable à cause surtout d'un exode rural qui a entraîné une forte surpopulation. C'est devenu un lieu de transit et d'asile pour les pauvres⁸⁶. Les habitants d'origine ont été progressivement remplacés par des ruraux qui avaient pour seul objectif de quitter le district le plus rapidement possible, et dont certains ont même délibérément dégradé leurs maisons pour bénéficier d'un logement social.

Les observations faites par l'atelier Casbah en 1981 soulignent l'état de dégradation de la casbah d'Alger⁸⁷. Celles-ci mettent notamment l'accent sur les causes de sa dégradation,

⁸⁵ Lespes R. 1930. Alger, Étude de géographie et d'histoire urbaines. Paris : Alcan.

⁸⁶ Dris N. 2002. La ville mouvementée. Espace public, centralité, mémoire urbaine à Alger. Alger : Anep.

⁸⁷ Atelier Casbah. Projet de revalorisation de la Casbah d'Alger, Plan d'aménagement préliminaire : ETAU-UNESCO. PNUD, Alger, 1981.

qu'elles relient à une forte densification : un phénomène nouveau résultant des changements socio-économiques. En raison du nombre croissant de familles partageant le même logement, ses fonctions ont été d'ailleurs modifiées, entraînant des transformations spatiales⁸⁸. Certains de ces changements sont illustrés et représentés dans le second volume de la thèse, par des figures. Ils comprennent l'introduction d'éléments de confort minimal et l'utilisation de nouvelles techniques de construction. Celles-ci ont eu un impact sur les aspects spatiaux et esthétiques des espaces en transformant leur fonction et en modifiant leur décoration architecturale.

Nous abordons aussi les travaux de mesure d'urgence élaborés sur la base d'investigations sur site, menées par des équipes pluridisciplinaires, et met en exergue principalement l'état de conservation du bâti et des réseaux, les surélévations et les constructions illicites, les constructions précaires. Il détermine les pathologies et fixe les causes de dégradation. Ces travaux visent à freiner le processus de dégradation et de marginalisation de la médina, à savoir l'étalement intérieur et extérieur des constructions, la protection des ruines et des espaces vides, la réparation des fuites d'eau et curage des puits et djeb (réservoirs d'eau de pluie), évacuation des déblais et gravats, renforcement du nettoyage des ordures ménagères, sécurisation des réseaux énergétiques, tout en assurant l'alimentation. Mais la réalité est tout autre sur le terrain où l'intervention ont causé parfois des dégradations suite à l'utilisation des matériaux devenus nobles, béton armé et parpaing, il en résulte un affaiblissement de la structure, un affaissement du chaînage et a la long un effondrement. Ces travaux de mesure d'urgence ont été l'une des causes de dégradation des maisons traditionnelles de la Casbah.

Notre étude porte aussi sur la redistribution des espaces, avec toutes ses conséquences, comme particulièrement la désintégration du modèle architectural résidentiel Algérois. Il en résulte un nouveau type de logements avec des cloisons intérieures et des ouvertures vers l'extérieur (obstruction ou élargissement des ouvertures dans la façade). Les terrasses ont été surélevées et des étages supplémentaires ont été rajoutés, modifiant ainsi la taille de la maison. Néanmoins, nos recherches montrent que le changement le plus important a été l'introduction de nouvelles zones de confort modernes associées à de nouvelles fonctions (salle de bains, salon, salle à manger), mais aussi l'introduction de l'eau courante qui a été la première source de problème à la Casbah d'Alger, ainsi que l'introduction de nouveaux

⁸⁸ Benchekroun M and Chergui S. 2017. Innovation and sustainability in traditional architecture and technology in the residential building of the old ottoman Algiers, urbanistica online dossier. 13: 154-158.

matériaux parfois incompatibles (béton armé, ciment, poutres et dalles, briques modernes, mortiers hydrauliques et laques à base de ciment) qui ont remplacé ou coexisté avec des matériaux traditionnels locaux (chaux, rondins de cèdre, briques de terre cuite et moellons). Il en va de même pour l'utilisation de nouvelles techniques de construction (introduction de poutres métalliques et d'arcs en briques pour remplacer bois de cèdre d'origine), pour la prolifération des systèmes électriques, pour le changement des systèmes d'évacuation d'eau pluviale ainsi que pour la substitution d'éléments architecturaux (balustrades de galeries ; portes ; éléments de menuiserie ; anciens revêtements de sol en céramique).⁸⁹

1.2.2. Type et nature des transformations

Avant de présenter les types de transformation par catégorie, nous pouvons citer quelques cas de figures afin de mieux comprendre ce processus. Nous citons l'introduction d'éléments de confort minimum (réseau d'alimentation en eau, électricité, etc...) avec le réaménagement d'espaces originels en salle de bains et cuisines ; la substitution des éléments structurels traditionnels par des structures modernes (changement de matériaux et utilisation de techniques de construction nouvelles) ; l'intervention sur l'aspect spatial et esthétique des espaces par la modification des logiques de répartition des activités ou des espaces ainsi que par le changement du décor architectural ; puis enfin l'extension ou la redistribution illicites et anarchiques des espaces avec toutes les conséquences d'altération et de destruction du modèle architectural de référence. La tendance générale est à la transposition du modèle de l'appartement individuel de l'immeuble moderne dans la maison traditionnelle familiale conçue comme une unité. De nouvelles typologies d'habitation apparaissent qui rapidement adoptent le cloisonnement intérieur, l'ouverture de la maison vers l'extérieur (perçement ou agrandissement des ouvertures sur les façades), les extensions en hauteur et sur les terrasses (modification des gabarits des maisons) et enfin l'introduction de nouveaux espaces de confort moderne pour de nouvelles fonctions (salle de bain, salon, salle à manger...). Comme principe de conception de la maison, on a recherché l'introduction des nouveaux matériaux de construction (désormais le béton armé, le ciment, les poutrelles et hourdis, les briques pleines modernes, les mortiers à base de chaux hydraulique et les peintures vinyliques et laques remplacent ou cohabitent avec la terre, la chaux, les rondins de thuya, les briques cuites d'époque et les moellons hourdés), le changement total des techniques de

⁸⁹ PPSMVSS. 2017. *plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur des secteurs sauvegardés*, OGEBEC, consulté en juin 2019, Alger

construction (introduction de planchers collaborant avec poutrelles métalliques et voutains de briques à la place des planchers en bois de thuya d'origine), et la substitution enfin d'éléments architectoniques tels que rampes d'escaliers ou balustrades de galeries, portes et éléments de menuiserie ou revêtements de céramiques anciens.

A. Les transformations formelles

A.1. Modifications du profil volumétrique

Il s'agit de la première des trois grands groupes de transformations. C'est d'ailleurs l'une des transformations les plus dangereuses et graves, qui engendrent des dommages très importants pour le bâti, mais aussi pour son environnement. Autant les maisons de la Casbah ont supporté un surpeuplement évident, autant la structure d'origine ne supporte aucune surcharge importante ; en plus du poids, les ajouts perturbent l'ensemble des systèmes d'aération et d'ensoleillement. Ils rendent les maisons humides, difficilement habitables et augmentent sensiblement le taux d'occupation.

En général, ce type de transformations dégrade aussi bien l'environnement bâti, que le microclimat à l'intérieur de la maison (Fig. II.10). Le changement du profil volumétrique dans les maisons traditionnelles de la vieille ville d'Alger, peut apparaître sous deux formes : l'augmentation du volume en hauteur (surélévation) et en saillies, tout en respectant le même plan au sol, ou bien l'invasion du bâti par l'ajout d'espaces libres affectant typologiquement la maison (cour, jardin...). Dans les deux cas, a lieu une augmentation considérable de la densité du tissu urbain et de la population, avec tous les problèmes qui s'ensuivent, que ce soit au niveau des équipements, des infrastructures, de la qualité du voisinage et en général de la qualité de vie. De même, une certaine amputation typologique a lieu aussi. Ce changement du profil volumétrique associe parfois la disparition d'éléments essentiels dans la définition de la typologie.



Figure II.10 : Les différentes transformations subies par une maison traditionnelle à la Casbah.

C'est par exemple le cas du remplacement d'une couverture en pente par une terrasse plate ou l'inverse. Très souvent des problèmes structurels apparaissent, par augmentation des charges ou par déplacement des points porteurs, ce qui accélère la dégradation du bâti. Evidemment, au niveau formel une défiguration très grave de la typologie et du site est produite, la plupart du temps de façon irréversible, allant jusqu'à la perturbation du système aéroulque engendrant l'augmentation de la température et du taux d'humidité (microclimat intérieur dégradé causant l'inconfort), la décision et la prise en charge d'une correction étant trop lourde à assumer. A la base, c'est le manque de contrôle administratif qui permet ces interventions, voire un cadre législatif inexistant, inadéquat ou non appliqué. Mais également la disparition des relations sociales traditionnelles qui exerçaient un minutieux réglage des actes individuels, qui souvent dans la pratique a été remplacée. L'abandon culturel des typologies et pratiques alimente aussi ces transformations. Selon les régions et les typologies, cette altération du volume originel utilise différentes formules. On peut considérer cette transformation très présente et répandue dans l'ensemble de la Casbah d'Alger.

A.2. Modification des ouvertures

Ce type de transformation affecte de façon importante l'aspect et la composition des façades (Fig. II.11). En général il rompt la relation et l'équilibre originels entre les vides et les pleins, perturbe la verticalité, l'horizontalité ou la hiérarchie dans l'ordonnancement des baies, mais affecte également la circulation de l'air à l'intérieur comme à l'extérieur de la maison. C'est très fréquent à la Casbah qu'un habitant perce ou obstrue une ouverture sans pour autant s'inquiéter sur l'impact de cet acte sur l'ensemble de la maison. Selon les degrés, cette intervention peut défigurer complètement la typologie. A la base, deux types de motivations : l'adéquation des surfaces ouvertes aux aspirations contemporaines de vues et lumière, la recomposition des ouvertures pour satisfaire une nouvelle distribution intérieure.



Figure II.11 : Exemple de maison ayant subi la modification des ouvertures.

Il peut s'agir également de la récupération d'espaces semi-ouverts pour les intégrer à l'espace intérieur augmentant ainsi sa surface, améliorant ses qualités thermiques, ses critères normatifs et ses seuils de confort exigés. Là encore, un cadre législatif inexistant, inadéquat ou inefficace – en tout cas manquant toujours de pédagogie et d'investissement idéologique – prend la responsabilité de ces dommages. On comprend bien que ce type de modification change complètement le caractère de certaines typologies. C'est le cas par exemple de la typologie *wast-ed-dar* (à patio) ouverte seulement vers l'intérieur. Dans ce cas, c'est que déjà et auparavant il y a eu une autre intervention grave : le couvrement du patio, qui voit sa fonction essentielle disparaître et donc, la maison n'ouvrant plus nulle part, trouve sur les façades la solution à son asphyxie.

On peut considérer que cette modification est fréquente, voire très réitérée dans l'ensemble de la vieille ville d'Alger. L'inadéquation de ces surfaces intérieures vient aussi, parfois, du fait de la spéculation immobilière, dans les processus de densification de certains quartiers. Ils sont souvent favorisés par l'arrivée ou les déplacements de populations démunies qui sont relogées dans des « sous-appartements » issus de la partition d'un seul appartement originel. A ces situations s'ajoute l'incapacité des institutions soit à mettre en place des programmes qui éviteraient ces dérives, soit à les financer.

On constate maintes fois que les transformations apportées ne créent pas d'amélioration sensible de la qualité des espaces, mais plutôt une détérioration de celle-ci. Les interventions dérivant aussi d'un manque de compréhension des espaces originels et d'un manque de connaissances et savoir-faire de l'habitant ou du locataire, pour les revaloriser et les réintégrer aux besoins actuels, sans les défigurer. Toutes ces transformations qui apparaissent souvent en façade proviennent logiquement des interventions sur les espaces intérieurs.

A.3. Modification des textures (matériaux)

Ces types d'interventions, bien qu'apparemment légères, peuvent modifier profondément l'aspect du bâti et générer des pathologies souvent difficiles à résoudre et pas toujours sans gravité. Or les maisons de la Casbah sont construites avec des matériaux locaux, brique de terre cuite et liant de mortier de chaux. Le dimensionnement des murs est prévu pour une charge connue définie par la pratique.

Il faut évoquer ici toute la panoplie des enduits au mortier de ciment ou industriels, mais aussi le décrépiage recherchant une certaine noblesse dans les parements en pierre

apparente (Fig. II.12), voire aussi les planchers en bois de cèdre qui souvent sont remplacés. Tout un tas de variantes de ces modifications complètent ces types d'interventions : élimination de modénatures, planéité des murs, suppression des faîtages ou de la zinguerie, pose de volets ou persiennes, palette de peintures et couleurs, le retrait de la céramique, l'ajout de dalle de sol et du marbre A la base, la même absence ou l'inefficacité de la législation, la perte des gestes traditionnels et le manque de prescriptions, la colonisation du marché par les nouveaux produits industriels, la perte des savoir-faire, un désir de participer de la « modernité »⁹⁰. Une pathologie variée est associée à ce type de pratiques, due aux incompatibilités entre les matériaux traditionnels et modernes. On peut considérer cette transformation comme fréquente, voire généralisée dans l'ensemble du site de la Casbah d'Alger.



Figure II.12 : Un aperçu sur la modification des textures des matériaux (Source : auteurs)

⁹⁰ « ... Terme ambigu “ modernisation ” ne signifie pas progrès, meilleures conditions d’existence, mais seulement apparition de conditions nouvelles... » Les Pays sous-développés, Yves Lacoste, PUF, 7e éd, 1984. Les effets positifs et négatifs de ces conditions nouvelles n’étant en aucun cas un fait acquis, mais le résultat de la façon de les gérer ou de les intégrer.

B. Les transformations fonctionnelles

B.1. Au niveau des cloisonnements

Considérée comme la première des deux grandes familles d'interventions, elle souhaite surtout obtenir une nouvelle distribution de l'espace intérieur, dont les motivations peuvent être diverses : création de pièces inexistantes (salles de bains avec rajout des points d'eau, toilettes, cuisines), modification des surfaces des espaces existants (division ou réunion de pièces), multiplication des logements (atomisation familiale), changement complet d'usage (bureaux, magasins), intériorisation d'espaces extérieurs ou demi-extérieurs (cours, patios, galeries). Les répercussions de ce type de modifications sont très variables en fonction de l'intensité de l'intervention et de la qualité des espaces modifiés (Fig. II.13).



Figure II.13 : Un exemple de transformation au niveau des cloisonnements (Source : auteurs).

On peut aller vers une double interprétation pour ce phénomène : une adéquation aux nouveaux besoins familiaux et sociaux, et une stratégie de spéculation, en cloisonnant ou augmentant la surface et les unités de location dans un même volume, avec toujours une densification du bâti et du site, et une perte de qualité de vie, parfois même de la salubrité la plus élémentaire. Cet usage intensif et abusif des volumes entraîne une accélération dans l'usure du bâti, parfois même des défaillances dangereuses ; et dans tous les cas, la mise en péril du futur de ses valeurs architecturales et d'usage, donc de la survie de ce patrimoine

résidentiel. Ces interventions associent parfois des problèmes structurels qui en général – il y a bien des exceptions – ne sont pas très lourds. On peut considérer ce type de modification comme très fréquent dans l'ensemble de la médina d'Alger car c'est l'adaptation du volume intérieur la plus simple, peu contraignante dans la pratique administrative, car peu apparente.

B.2. Au niveau tridimensionnel

Elles représentent des interventions en général lourdes et aux conséquences typologiques très graves, étant donné qu'elles modifient aussi bien les structures de franchissement que les communications verticales et bien entendu tout le système des cloisons (Fig. II.14). Pire, elles entraînent la disparition de l'organisation, les relations et les hiérarchies dans la distribution spatiale traditionnelle. L'espace traditionnel devient méconnaissable. Plusieurs motivations peuvent être repérées, dont deux groupes principaux : l'obtention d'un volume utile (souvent pour améliorer les profits immobiliers à titre privatif) plus grand, avec l'utilisation de franchissements moins encombrants (démolition de voûtes, de planchers au mortier de terre ou de chaux), le réarrangement des niveaux ou le remplacement d'éléments structurels et de communication verticale jugés vétustes ou instables.



Figure II.14 : Un exemple de transformation au niveau tridimensionnel (Source : auteurs).

La perte définitive d'éléments – aussi bien que des espaces et volumes intérieurs – très importants dans la définition du caractère des typologies et en général de l'architecture

traditionnelle en est la conséquence directe : voûtes, coupoles, escaliers, poutres, piliers. Des problèmes structurels peuvent être associés à ces interventions. Souvent elles impliquent des changements d'ouvertures en façade, lorsque le décalage entre niveaux originel et nouveau est important. Ou pire encore, l'impact de ces changements sur le confort intérieur pouvant causer une surchauffe de la maison et même l'augmentation du taux d'humidité. Au niveau fonctionnel, il faut ajouter la désaffectation et l'affectation des nouvelles fonctions des espaces, suite aux changements des activités productives liées aux anciennes formes de vie localisées souvent au rez-de-chaussée comme le lavage, la cuisson, ...

C. Matériaux et savoir-faire traditionnel versus modernité et nouvelles techniques constructives : deux univers bouleversés

Nous avons pensé à rajouter cette partie concernant les matériaux, les techniques constructives et leur altération avec l'utilisation de nouveaux modes constructifs afin que l'on puisse mieux comprendre l'impact qu'a eu ce changement sur le bâti résidentiel traditionnel.

En effet, deux considérations très importantes sont à faire à ce niveau : l'évolution du coût de la main-d'œuvre et l'évolution du marché des matériaux du bâtiment. En effet, dans le bâti traditionnel, la main-d'œuvre et les temps investis traditionnellement étaient des paramètres non contraignants. De nos jours, en revanche, ils le sont devenus de manière très significative.

Dans le passé, tout le travail se faisait manuellement, et il est bridé par cette contrainte, avec une permanence des matériaux sur plusieurs siècles, et de ce fait l'intervention se fond dans l'ensemble. D'autre part, la préférence pour des matériaux et produits nouveaux et prêts à l'emploi est manifeste, tant pour leur simplicité d'usage que pour leur facilité de distribution. Si les composants modernes ne sont pas bon marché à l'achat, ils font en revanche considérablement baisser les coûts de main-d'œuvre par le temps gagné à la pose et, en général et apparemment, exigent moins de savoir-faire pour leur utilisation (Fig. II.15).

Ceci engendre l'appauvrissement de la diversité expressive, délocalisation et banalisation du paysage méditerranéen et l'abandon de l'architecture traditionnelle. A présent, l'auto-constructeur ne possède plus la technicité polyvalente d'un milieu traditionnel et il agit tel un banal poseur de composants perfectionnés, qu'un grand écart sépare d'un homme de métier capable de réaliser des travaux délicats de sa spécialité à partir des matériaux bruts. Ces pressions techniques transforment les pratiques ainsi que l'ajout d'une pression supplémentaire vient renforcer le processus, alimenté par deux clichés sociaux très puissants

: la vétusté et la modernité. Deux mythes auxquels chacun semble soumettre son action. Dans ce cadre il est logique, au moins dans une première étape, d'assister à l'abandon progressif des matériaux et techniques traditionnels.

La situation contemporaine est complètement différente. Une brusque coupure et une discontinuité se sont produites sur le parcours de l'architecture traditionnelle, et la greffe des nouveaux gestes fait son chemin timidement et non sans difficulté. Actuellement, on peut constater, la cohabitation de deux situations : d'une part la survie de matériaux, techniques et savoir-faire traditionnels qui continuent d'être extraits, fabriqués et mis en œuvre respectivement, avec les mêmes gestes, donc sans avoir encore connu de discontinuité, et d'autre part la réutilisation de matériaux et techniques traditionnels, dans une optique de production plus ou moins industrialisée, d'application plus scientifique et analytique, donc ayant connu une discontinuité et se greffant à nouveau sur le marché du bâti.



Figure II.15 : L'utilisation de nouveaux matériaux et le manque d'entretien des matériaux originaux
(Source : auteurs).

En grande majorité, les matériaux de l'architecture traditionnelle, pierre, terre, bois, en tant que matériaux de base et avec leurs fonctions traditionnelles, ont été remplacés par les nouveaux matériaux industriels, ciment, briques/parpaings, aluminium, PVC. Les mêmes matériaux sont partout, l'homogénéité dans l'erreur et dans la banalité fait l'unité. Si certes

deux nuances – engouement majeur pour le traditionnel revisité dans les régions plus industrialisées, plus grande avidité de modernité dans celles l'étant moins – apparaissent aussi dans les extrêmes, le fait central est la grande colonisation du bâti traditionnel par les nouveaux matériaux industrialisés. Le plus emblématique de ce phénomène, sans aucun doute, étant le ciment et ses dérivés, dont le béton occupe une place privilégiée.

Ce chapitre observe et analyse les transformations de l'architecture traditionnelle, sans doute sous un angle, un aperçu qui associe transformation à dégradation d'une part, et transformation et adaptation avec l'environnement qui l'entoure d'autre part. Ceci ne signifie pas une lecture en biais. Cette correspondance est consciente afin de faire émerger tous les aspects non souhaités et négatifs d'une transformation monstrueuse et brutale de l'architecture traditionnelle. Cet angle de vue est conscient, car il représente la tendance la plus générale et la plus grave – donc celle qu'il nous intéresse de déceler, d'étudier et d'y mettre l'accent ici pour pouvoir la corriger, la recaler, la refuser. Nous avons souligné en effet dans cette étude que la transformation cohabite depuis sa naissance avec le bâti lui-même et l'accompagne au long des siècles. La transformation, à la proportion, à la cadence et dans le sens adéquat, est un signe sans équivoque de vitalité. C'est-à-dire qu'à ce bâti appartient le droit de s'adapter aux réalités changeantes et nouvelles.

CHAPITRE 03 : PRESENTATION DU CORPUS D'ETUDE

Il s'agit dans ce chapitre, de présenter une panoplie de modèles de maisons traditionnelles, mais surtout, à travers une connaissance analytique globale de l'architecture traditionnelle, d'étudier ses transformations. L'inventaire et l'analyse se sont adaptés à ces objectifs, comme à la réduction qu'imposent toujours le corpus, surtout à l'échelle présente. Au début, nous nous sommes intéressés à la zone d'étude tout en se basant sur des critères bien précis, puis nous avons réduit le corpus à six cas d'étude, deux de chaque typologie. Compte tenu de la nécessité de procéder aux mesures et aux simulations et vu la complexité des deux méthodes d'analyse et la densité des informations obtenues, nous n'avons pas jugé nécessaire de s'étendre sur plus de cas.

Cela signifie que le sujet architectural a été abordé par toutes ses facettes, plus comme un être vivant et dynamique que comme un objet formel. Ainsi nous évitons la lourdeur et la complexité, inutiles ici, d'une classification trop formelle et rigide, qui conviendrait sûrement davantage à une étude de recherche typologique. Il s'agit donc de grouper, pour gérer, comprendre et expliquer— sans renoncer a priori à aucune perspective— tout le matériel répertorié.

Pour faciliter la lecture et fournir l'information de la façon la plus étalée possible, la décision a été prise de séparer entre l'analyse, l'explication des transformations que chaque cas de maison a subi dans ce volet « théorique » et les fiches descriptives, relevées dans un autre volume.

Dans ce chapitre, nous abordons en premier lieu l'air d'étude choisie, l'analyse des transformations que les maisons ont subies, mais aussi les typologies engendrées et le corpus d'étude choisi et considéré comme finalité de ce chapitre. Nous traitons et expliquons la méthodologie adoptée et les sources utilisées en vue d'aboutir aux choix des cas d'étude.

Nous tenons aussi à expliquer que pour chaque typologie, nous avons établi un code exprimé par différentes lettres pour la typologie et différents numéros pour le type de transformation. Pour être plus explicite, la typologie à wast-ed-dar, codifiée par A, se décline par A.1, pour le cas de maison qui semble présenter une transformation positive, et par A.2 pour le cas de maison semblant présenter une typologie négative. La typologie chebâk adopte le code B : pour le cas qui paraît exposer une transformation positive c'est B.1 et B.2 pour le cas négatif. Quant à la typologie ulwî c'est le code C, pour le cas de maison qui s'avère montrer une transformation positive c'est le C.1 et le C.2 pour le cas montrant une transformation négative.

3.1. Le choix de la zone d'étude

L'aire d'étude ou le secteur concerné par cette recherche est la Haute Casbah (Fig. III.1). Ce sont des îlots pilotes situés dans la sous zone 2, telle qu'elle est définie par le PPSMVSS. Ils correspondent à la partie la mieux préservée de la médina avec un bâti résidentiel à forte densité. La raison majeure du choix de cette zone réside dans le fait que celle-ci présente des exemples concrets pouvant servir de modèles pour l'investigation. Elle contient le plus grand nombre de maisons fonctionnelles, habitables par les originaux et les locataires. La précieuse collaboration des propriétaires de ces maisons nous ont permis finalement de mener à bien la campagne de mesure, qui était au début de notre recherche une réelle contrainte. En effet, les maisons que ces différents îlots regroupent sont représentatives de toutes les typologies architecturales de la vieille ville formées au cours de son histoire urbaine, et ayant subi des transformations positives ou négatives. Ces maisons appartiennent soit à une catégorie principale ancienne datant de la période ottomane (maisons authentiques avec des éléments d'origine préservés), soit à une sous-catégorie que la réalité impose et qui traduisent les appropriations, transformations et modifications du cadre bâti rendues nécessaires pour l'adaptation aux nouvelles pratiques de l'espace et exigences du confort actuel.



Figure III.1 : Une vue sur l'aire d'étude (la haute Casbah).

Dans cette zone, l'état observé de la voirie reflète la diversité des typologies architecturales des maisons. Il existe des rues anciennes bien conservées n'ayant subi que quelques alignements et ayant conservé leurs façades anciennes, mais aussi des rues anciennes ayant fait l'objet de réalignements et élargissements et qui sont bordées de façades européennes ou anciennes.

3.2. La méthodologie adoptée

La méthodologie adoptée pour le choix du corpus d'étude a nécessité le recours à diverses méthodes et l'utilisation de plusieurs outils :

3.2.1. Les archives de l'OGEBC

Afin d'identifier les transformations et d'étudier leur impact sur le confort intérieur et le microclimat, nous avons utilisé comme source de première main les archives de l'OGEBC ⁹¹ (Fig. III.2). Il s'agit d'archives graphiques et particulièrement de plans des maisons ottomanes, qui nous ont d'abord permis d'identifier l'état d'origine des bâtisses étudiées.

Nous nous sommes aussi référés à S. MISSOUM, dont l'étude se base sur les documents d'archives écrites et graphiques. Celle-ci nous a permis d'identifier l'ancien état des maisons étudiées. Une fois la maison identifiée, nous avons mené une enquête sur le site, ce qui nous a permis de la localiser sur le site. Une campagne d'enquête préliminaire a été nécessaire pour mettre à jour l'état dans lequel se trouve le bâtiment et identifier les transformations datant de la période coloniale.

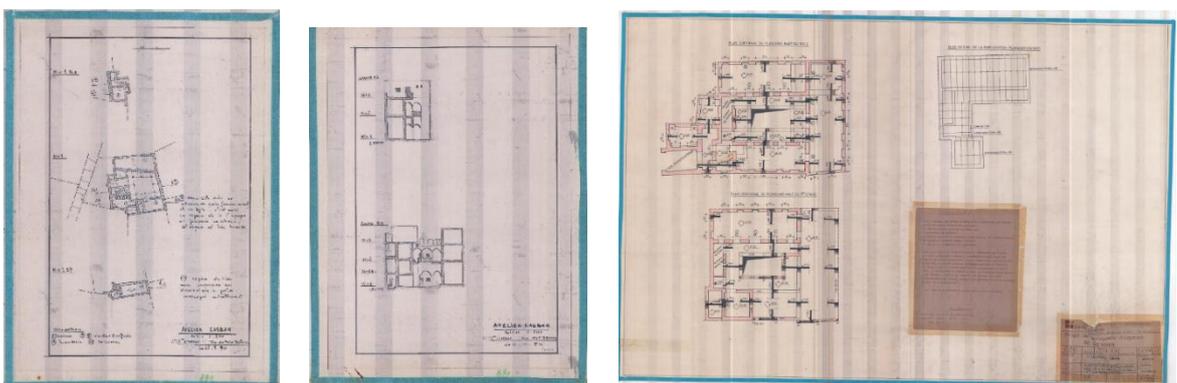


Figure III.2 : les documents d'archives de l'OGEBC

⁹¹ OGEBC, Organisme de Gestion des Biens Culturels, C'est une agence située à Bab El Djdid à Alger. Elle contient des plans d'archives graphiques de la maison ottomane, ainsi que des documents utiles pour déterminer la nature de la transformation que la maison ottomane a subie.

3.2.2. Investigation In-Situ

a) Enquête et étude de cas

Une enquête préliminaire sur site a été menée pour évaluer l'état actuel du bâti et identifier les changements qui remontent aux périodes coloniale et postcoloniale.

A la suite de cette enquête, les documents d'archives (relevés planimétriques) ont été mis à jour à l'aide d'un compteur et d'un télémètre laser. Ces outils nous ont permis non seulement de prendre des lectures actuelles, mais également de restituer et de mettre à jour les anciennes, identifiants ainsi que les transformations architecturales. Dans le deuxième volet qui est consacré à la partie graphique, nous intégrons les relevés effectués.

b) Fiches descriptives pour l'identification des transformations

La démarche consiste à collecter des données sur le terrain, à les analyser, à les classer par nature, par catégorie. Des fiches descriptives et analytiques ont été établies tout en identifiant l'état du bâti, et en précisant le degré, la nature et la cause de ces transformations.

Ces fiches descriptives ont été élaborées pour l'ensemble des maisons choisies tout en se référant à des exemples de fiches déjà publiées^{92 93}, le contenu de la fiche type renferme deux niveaux de données : allant de la reconnaissance typologique en traitant les informations physiques et sociales sur la maison, jusqu'aux composantes transformées de la maison.

1. La fiche renseigne en premier les points suivants dans sa première partie :
Implantation, position et forme de la parcelle (Implantation le long d'une rue ou impasse ; parcelle de rive ou autres)/ Proportion et organisation générale de la

⁹² CNEPRU, Cherif-Seffadj Nabila, Chergui Samia, Messikh Safia, Bougdal Kamel, Righi Kamel, Contribution au PPSMVSS du Secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger : Elaboration d'un tableau-corpus de l'habitat traditionnel, projet de recherche, financé par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

⁹³ CORPUS EUROMED, Xavier Casanova, méthode RehabiMed, architecture traditionnelle méditerranéenne, réhabilitation ville et territoire, programme financé par l'union européenne, 30 juin 2017, Barcelone. Pour plus de
 details:
<http://openarchive.icomos.org/1397/1/Method%20Rehabimed.%20I%20Rehabilitation%20Ville%20et%20territoire.pdf>, accessed on April 2018.

maison/ Usage ou activités associées (habitation avec ou sans annexes pour usage commercial ou autres)/ Accessibilité (nombre et nature des accès)/ La nature des murs et le type de revêtement des murs (céramique) et du sol/ nombre d'arcs des portiques, nombre de niveaux, mitoyenneté, nombre de pièces/ les modes de franchissement et de recouvrement, le nombre d'ouverture originelle ainsi que leur proportion/ système s'aération originel (cheminée)/ Nombre et statut des familles occupant la maison (indication de la taille de ou des familles)/ Techniques et matériaux de constructions anciens/ Système d'alimentation en eau potable ancien et d'évacuation des eaux usées (présence de puits ou djeb).

2. Le second volet de la fiche s'intéresse aux transformations que la maison ottomane traditionnelle a pu subir ; les renseignements fournis s'articulent autour de : Implantation d'origine ou remodelée/ indication des surélévations coloniales et postcoloniales/ les ouvertures et les percements récents, avec mention des nombre d'ouverture donnant sur une rue, impasse ou à l'intérieur/ l'obstruction des ouvertures dédiées à l'aération/ Taille et membre de ou des familles actuelles/ Système traditionnel de conditionnement de l'aire (optimisation du système existant ou carrément substitution par des moyens modernes p.ex.)/ changement d'usage vérifié à partir d'une réappropriation spatiale, d'une modernisation de l'usage avec l'introduction d'éléments de confort/ le système de couverture du patio/ Système d'alimentation en eau actuel et d'évacuation des eaux usées (djeb ou puits en fonction ou leur obstruction/ changement dans l'utilisation des matériaux et techniques de construction et le type de plancher actuel/ Introduction des éléments électroniques.

c) **Questionnaire**

Le travail pionnier de Bedford en 1936 sur les enquêtes se sont multipliées sous les différents climats (sec, humide, tropical, méditerranéen, etc.) avec comme cas d'étude des bâtiments résidentiels et des bureaux. Les méthodes d'enquête utilisées ont été aussi variées que leurs objectifs. Certaines enquêtes sont davantage des exploratoires, elles cherchent à déterminer les conditions du confort thermique dans différents types de bâtiment sous différents climats, d'autres en l'occurrence visent à évaluer les différents indices et normes sur le confort. Il y a aussi des enquêtes qui étudient l'influence d'un élément particulier sur le confort thermique (l'utilisation de la climatisation, du contrôle individualisé.). Enfin, nous retrouvons les

enquêtes réalisées dans le but de développer un nouvel indice ou une nouvelle loi pour le confort thermique.

La réalisation de l'enquête auprès des habitants avait deux objectifs. Le premier est l'étude de la différence et les transformations engendrées de la part des habitants ce qui nous a permis d'identifier leurs comportements et le confort ressenti des occupants en fonction des caractéristiques des maisons traditionnelles et de leur typologie. Le second est l'identification des cas d'étude pour les instrumenter avec des capteurs afin de comparer les ambiances thermiques en fonction des comportements réels des occupants. En effet, ces derniers peuvent varier par rapport aux déclarations faites lors du sondage, mais aussi sur la possibilité de nous recevoir pour effectuer les mesures dans leurs maisons.

Le questionnaire a constitué un élément important de l'étude *in situ*. Une enquête perceptive a été menée au moyen d'entretiens à domicile, sur la base d'un questionnaire permettant d'évaluer les risques d'inconfort. Le questionnaire a été distribué aux participants au moment de la réalisation des mesures, nous permettant ainsi d'évaluer l'état thermique personnel ainsi que la qualité de l'environnement intérieur du bâtiment sur des échelles prédéfinies.

Afin de faciliter la conception de notre questionnaire, nous avons tout d'abord étudié les sources d'information existantes, puis écrit la liste des objectifs de l'enquête afin d'établir le plan d'analyse.⁹⁴ Une fois ces étapes accomplies, nous avons commencé à concevoir le questionnaire d'enquête en gardant en tête le principe suivant : si on ne peut pas relier une question à un objectif et un rôle dans le plan d'analyse alors cette question doit être reformulée ou enlevée du questionnaire d'enquête.

Nous avons élaboré un protocole de type de questions qui dépend des objectifs à atteindre en termes d'évaluation des conditions de confort, et d'appréhension des facteurs non environnementaux entrant dans l'évaluation du confort. Les questions étaient sous trois formes et de manière progressive : Les questions ouvertes : Elles ont constitué l'introduction du questionnaire et nous ont permis de vulgariser l'objet de notre étude (la maison), par la récolte des données de manière générale se basant sur les éléments physiques et architecturaux qui forment la maison traditionnelle. Puis les questions fermées permettent le repérage et la classification rapide des transformations que les maisons ont subi. Elles nous ont aidé à cerner l'échantillon. Et enfin, les questions à choix multiples sont plus spécifiques

⁹⁴ Bilocq F., « Conception et évaluation de questionnaire », in « Enquêtes et sondages, modèles, applications, nouvelles approches », Brossier et Dussaix éditeurs scientifiques, Dunod, France. 1999

où le sujet est tenu de remplir ces questionnaires plusieurs fois dans la journée dans des situations environnementales différentes. Ces formes de questions nous ont facilité d'étudier l'impact des transformations sur le confort ressenti par l'utilisateur. Cette étape est cruciale car elle permet de donner un état de confort ou d'inconfort de la part de l'habitant.

Après avoir cerné les points importants pour l'enquête, nous avons élaboré un questionnaire de quatre pages. Ce questionnaire est rempli une seule fois par les participants indépendamment des mesures physiques. Il nécessite entre quinze et vingt minutes pour le remplir, pour recueillir les réponses des occupants, des entretiens face à face sont majoritairement réalisés ; chaque occupant est questionné sur sa perception des différentes transformations établies ainsi que leur impact sur le microclimat engendré et ce en fonction de sa localisation dans la maison traditionnelle (chambre 1, chambre 2, séjour, cuisine...).

Concrètement nous cherchons à répondre à travers ce questionnaire aux questions suivantes ;

- Quelle est la nature des transformations engendrées par l'habitant pour satisfaire leurs besoins ?
- Quels sont les facteurs d'inconfort et quel est le comportement des occupants face à cet inconfort ?
- Quels sont les différents systèmes de régulations utilisés (chauffage, climatisation ou ventilation) pour assurer un meilleur confort et quels sont les modes d'utilisation ?

Les réponses recueillies par cette enquête servent à qualifier l'environnement thermique des espaces intérieurs des maisons du point de vue des occupants.

Le questionnaire a été distribué à 54 habitants occupant les maisons sélectionnées pour le corpus d'étude, dont 27 de sexe féminin et 27 de sexe masculin. L'annexe donnée à la fin de ce premier volume donne les réponses recueillies pour chaque opération.

Rencontrer les habitants nous a permis d'une part d'augmenter le taux de participation (70 % en moyenne) mais aussi de nous rendre compte des difficultés que certaines personnes pouvaient avoir à la lecture du questionnaire. En effet, certaines notions liées à la technicité et au confort thermique restent pour un certain nombre de personnes assez abstraites et inconnues pour la plupart. Ce qui nous a menés dans de nombreux cas à reformuler nos questions. Dans la majorité des maisons visitées, les locataires ont été très accueillants ; une attitude qui nous a permis d'obtenir un taux de réponse important.

En moyenne, tous les propriétaires connaissent leur appartement et les occupent majoritairement depuis quelques années. Lors des interviews, certains nous ont également

indiqué être dans leur maison depuis la colonisation (une maison des héritiers), ce qui prouve leur attachement aux lieux. De plus, certains ont changé de maison mais sont restés dans la même zone (la haute Casbah), et plusieurs familles ont des enfants et des parents qui vivent dans la même habitation. Les réponses sur leur confort ont généralement pris en compte ce détail car les personnes interrogées comparent leur confort actuel avec celui qu'ils ont connu auparavant.

À la question « Est-ce que vous considérez que votre maison est confortable par rapport aux conditions thermiques ? », dans le cas des maisons A.1, B.1 et C.1, 77,8 % des personnes interrogées déclarent trouver leurs maisons confortables en toute saison, malgré les transformations qu'ils ont menées pour y apporter du confort alors que dans les cas des maisons A.2, B.2 et C.2, ce chiffre tombe à 49,3 %. Les locataires ne se plaignent pas d'un inconfort thermique en été mais plutôt en hiver ou le taux d'humidité enregistré est très élevé. Nous avons aussi remarqué d'après les résultats obtenus par les locataires, que lorsque nous définissons une situation de confort, il y a toujours un taux de 10% d'insatisfaits.

Certains locataires se plaignent en été de la chaleur dans le cas de transformations majeures. Ces inconforts liés au chaud montrent que l'orientation de la maison ne semble pas être un facteur déterminant dans l'inconfort. Certains espaces semblent être plus en surchauffe que d'autres (et les résultats recueillis par la campagne de mesure semble confirmer ceci). Les espaces sont ressentis comme « *chauds* » ou « *très chauds* » par près de 70 % des locataires. Deux hypothèses peuvent être avancées quant à cet inconfort. La première est que les transformations que les habitants ont apporté sans l'apport de connaissances d'un expert ont engendré des conséquences négatives, qui ont limité l'évacuation de la chaleur accumulée pendant la journée et par la diminution du refroidissement nocturne ; ce qui a influé sur le système aéraulique. La seconde hypothèse avance que les pratiques de l'occupant engendrent cette surchauffe. En effet, les locataires n'ont peut-être pas pu ou su mettre en place des stratégies de protection contre la chaleur adaptée à ce nouvel environnement.

D'autres locataires se plaignent du froid en hiver. Ils sont 56,8 % à déclarer avoir « *Très froid* », « *Froid* », « *Un peu froid* » alors qu'ils ne sont que 23,1 % dans les cas de maisons ayant subi des transformations minimales, n'ayant pas influé sur le microclimat intérieur. Les locataires, d'après leurs commentaires, ont réellement senti une différence entre l'avant et l'après certaines transformations (surtout dans les cas des maisons où les propriétaires sont d'origine et ils ont occupé la maison un certain temps). On remarque que leurs réponses sont plus claires et plus précises quant au type de transformations effectuées mais aussi ce que ça a pu engendrer par la suite.

3.3. Le choix des maisons

Les échantillons objet de notre étude sont les maisons traditionnelles de la vieille ville d'Alger. Elles ont été minutieusement choisies dans le but bien précis de confirmer ou d'infirmer les hypothèses émises et par conséquent d'atteindre notre objectif. Le choix s'est fait par rapport aux quartiers ayant une grande densité de construction, les quartiers ayant été les mieux conservés, mais aussi les quartiers possédant le plus de maisons visitables (Fig. III.3). Les degrés et les formes de modification, transformation et extensions sont variables, allant du type peu transformé à entièrement modifié. Par ailleurs, le choix du nombre d'échantillons a été conditionné par le nombre d'appareils de mesure qui était en notre possession.

Les enquêtes préliminaires sur le terrain ont permis en effet de dégager plusieurs typologies architecturales assimilant à différents degrés les transformations et adaptations aux types originels. Nous pouvons d'emblée regrouper ces typologies en trois grandes familles :

- a) Les typologies architecturales originelles issues de la période ottomane.
- b) Les typologies nées de la variation du type originel introduites à l'époque française.
- c) Les typologies architecturales contemporaines (post indépendance) issues des transformations des types hérités de l'histoire.



Figure III.3 : une vue modélisée de la haute Casbah d'Alger avec SketchUp. (Source : auteurs).

3.4. Le corpus d'étude

3.4.1. Choix du corpus

Nous proposons à cette étape de la recherche le croisement de tous les critères, de toutes les démarches et de toutes les ressources récoltées pour construire le corpus des maisons qui fera l'objet de la démonstration. Il convient de rappeler que les zones concernées par cette étude se situent dans la partie résidentielle haute de la ville.

Le choix des maisons s'est donc opéré en fonction de leur situation dans les zones les plus homogènes au niveau des quartiers hauts de la ville. Là encore, nous avons opté pour trois îlots homogènes se trouvant dans cette partie, pour appliquer le protocole de mesure qui nécessite le rapprochement des maisons. Une fois ce choix confirmé, nous avons étudié systématiquement toutes les maisons composant ces deux zones (Fig. III.4).

Afin de ressortir et resserrer notre corpus d'étude, qui au départ était plus large, nous avons dû visiter toutes les zones. Selon l'organisation adoptée par le PPSMVSS, chaque zone est constituée de 3 îlots⁹⁵. A ce stade de la recherche nous avons jugé utile d'intégrer des tableaux réalisés pour chaque zone, chaque îlot et chaque maison visités, afin de mieux comprendre le processus de sélection et de choix du corpus d'étude.

Après une investigation sur site qui a duré six mois, et avec l'aide des documents archivistiques obtenus auprès de l'OGEBEC, une première présélection a été faite, et quatre îlots ont été choisis (A, U, J et L). Ce choix est établi par rapport à la proximité des maisons, l'homogénéité de la zone, sa densification, mais aussi par rapport aux documents disponibles et au protocole de mesure qui nécessite la contiguïté des maisons.

L'échantillonnage final nous a permis de ressortir trois grandes catégories ; une catégorie concernant les documents d'archives, qui est élaborée selon trois sous catégories, une sous-catégorie **archives/mesure d'urgence** (2 cas d'étude), une sous-catégorie **archives/relevés à effectuer** (6 cas d'étude), une sous-catégorie **archives/ruines** (7 cas d'étude). Cette dernière ne peut être prise en considération vu la nécessité d'application du protocole de mesure pour l'identification du microclimat intérieur.

Une deuxième catégorie est celle des mesures d'urgences effectuées par l'OGEBEC et la wilaya d'Alger. Elle comporte 6 cas d'étude. La troisième catégorie identifiée sur site

⁹⁵ PPSMVSS, plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur des secteurs sauvegardés, OGEBEC, consulté en 2019.

présente de très bons exemples pour notre étude, mais qui n'a fait l'objet d'aucun relevé et d'aucune étude (ni archives, ni mesure d'urgence). Elle compte au moins 8 cas d'étude. Après cette première sélection, nous avons arrêté 12 cas d'étude, qui par la suite ont été réduits au nombre de 6, tout en prenant compte de la typologie étudiée et de la nature des transformations subies. Le corpus final est constitué de deux cas d'étude de chaque typologie (wast-ed-dar, chebek, ulwi : l'une censée représenter une transformation positive et l'autre négative).



Figure III.4 : Aperçu du corpus d'étude choisi à la haute Casbah. (Source : auteurs).

| NOMS DE L'ARCHITECTE CHARGE DE LA ZONE D'ETUDE | ZONES | ILOTS | TYPLOGIE DE MAISONS | ADRESSE ACTUELLE DES MAISONS | ANCIENNE NOMENCLATURE (avant la colonisation) | ANCIENNE NOMENCLATURE (pendant la colonisation) | MESURES D'URGENCES | ARCHIVES | BUREAU D'ETUDE |
|--|---------|--------|----------------------------------|--|--|---|--|----------|-------------------|
| NAAS Ismahane | «A-U-J» | Ilot A | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 40 Boulevard de la victoire 2. 02 Rue Amrouni Saïd 3. 04 Rue Amrouni Saïd 4. 10 Rue Amrouni Saïd 5. 06 Rue Rouane Abdelhamid 6. 08 Rue Rouane Abdelhamid 7. 10 Rue Rouane Abdelhamid 8. 01 Rue d'Alexandrie 9. 02 Rue d'Alexandrie 10. 03 Rue d'Alexandrie 11. 04 Rue d'Alexandrie 12. 02 Rue Boualem Bouchlaghem 13. 03 Rue Boualem Bouchlaghem 14. 04 Rue Boualem Bouchlaghem 15. 05 Rue Boualem Bouchlaghem 16. 06 Rue Boualem Bouchlaghem 17. 07 Rue Boualem Bouchlaghem 18. 09 Rue Boualem | <u>Derb el Qossair</u> Djama Safir <u>Derb el Qossair</u> | La victoire Héliopolis Mont-Thabour Ptolémée | M M M M M M | | BET SLIMANI SAMIA |
| NAAS Ismahane | «A-U-J» | Ilot A | | Bouchlaghem 19. 10 Rue Boualem Bouchlaghem 20. 01 Impasse Ali Ayache 21. 02 Impasse Ali Ayache 22. 03 Impasse Ali Ayache 23. 04 Impasse Ali Ayache 24. 36 Rue des frères Bachara 25. 01 Impasse des Frères Bachara 26. 03 Impasse des Frères Bachara 27. 05 Impasse des Frères Bachara 28. 07 Impasse des Frères Bachara 29. 01 Rue Benchikh Mustapha 30. 03 Rue Benchikh Mustapha 31. 39 Rue Benghanif Mohamed 32. 09 Rue Benghanif Mohamed 33. 09 Rue Benghanif Mohamed 34. 39 Rue Benghanif Mohamed | Djama Safir Zenqa Sidi Mohamed Chérif Ketta Redjel Bein-Es-Sour Wa-Es-Setara | Kléber Rempart | OUI OUI OUI OUI | | BET SLIMANI SAMIA |

Tableau III.1 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « A-U-J », Ilot « A »), partie 01 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|---------------|---------|--------|---------------------------------------|--|---|----------------------|--|--|-------------------|
| NAAS Ismahane | «A-U-J» | Ilot A | Bâtisses traditionnelles à patio | 35. 43 Rue <u>Benghanif</u> Mohamed | <u>Zenqa el Hachiya</u> Souk es Smen <u>Djama ben Chelmoun</u> Ain Cheikh Hussein Djama ez Zitouna Bab ed Djedid <u>Mesdjed Ali Medja</u> | Porte neuve | | | BET SLIMANI SAMIA |
| | | | | 36. 51 Rue Rabah Riah | | | | | |
| | | | | 37. 53 Rue Rabah Riah | | | | | |
| | | | | 38. 64 Rue Rabah Riah | | | | | |
| | | | | 39. 68 Rue <u>Benghanif</u> Mohamed | | | | | |
| | | | | 40. 02 Impasse Lavoisier | | | | | |
| | | | | 41. 02 Rue des Frères <u>Lakhdari</u> | | | | | |
| | | | | 42. 03 Rue des Frères <u>Lakhdari</u> | | | | | |
| | | | | 43. 04 Rue des Frères <u>Lakhdari</u> | | | | | |
| | | | | 44. 05 Rue des Frères <u>Lakhdari</u> | | | | | |
| | | | | 45. 06 Rue des Frères <u>Lakhdari</u> | | | | | |
| | | | | 46. 10 Rue des Frères <u>Lakhdari</u> | | | | | |
| | | | | 47. 14 Rue des Frères <u>Lakhdari</u> | | | | | |
| | | | | 48. 16 Rue des Frères <u>Lakhdari</u> | | | | | |
| | | | | 1. 06 Rue Amrouni Saïd | <u>Derb el Qossair</u> | Héliopolis | | | |
| NAAS Ismahane | «A-U-J» | Ilot A | Bâtisses traditionnelles à « chebek » | 3. 06 Impasse des frères <u>Bachara</u> | <u>Zenqa Sidi</u> Mohamed Chérif Ketta Redjel <u>Zenqa el Hachiya</u> Souk es Smen Souk el Kettan Djama ben Chelmoun Ain Cheikh Hussein Djama ez Zitouna Bab ed Djedid <u>Bein-Es-Sour Wa-Es-Setara</u> | Kléber | | | BET SLIMANI SAMIA |
| | | | | 4. 57 Rue Rabah Riah | | | | | |
| | | | | | | 5. 59 Rue Rabah Riah | | | |
| | | | | 6. 62 Rue Rabah Riah | | | | | |
| | | | | 7. 04 Rue d'Alexandrie | | | | | |
| | | | | 8. 10 Rue <u>Benghanif</u> Mohamed | | | | | |
| | | | | 9. 41 Rue <u>Benghanif</u> Mohamed | | Rempart | | | |
| | | | | 10. 45 Rue <u>Benghanif</u> Mohamed | | Kléber | | | |
| | | | | 1. 02 Impasse des frères <u>Bachara</u> | <u>Djama Safir</u> <u>Zenqa Sidi</u> Mohamed Chérif Ketta Redjel | | | | |
| | | | | 2. 04 Impasse des frères <u>Bachara</u> | | | | | |
| | | | | 3. 60 Rue Rabah Riah | | | | | |
| | | Ilot U | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 01 Rue <u>Rouane</u> <u>Abdelhamid</u> | <u>Djama Safir</u> | Mont-Thabor | | | BET HAMOUCHE |
| | | | | 2. 05 Rue <u>Rouane</u> Abdelhamid | | | | | |
| | | | | 3. 07 Rue <u>Rouane</u> Abdelhamid | | | | | |
| | | | | 4. 13 Rue <u>Rouane</u> Abdelhamid | | | | | |
| | | | | 5. 15 Rue <u>Rouane</u> | | | | | |

Tableau III.2 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « A-U-J », Ilot « A-U »), partie 02 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|---------------|---------|--------|---------------------------------------|--|--|---|--|----------------------------------|--------------|
| NAAS Ismahane | «A-U-J» | Ilot U | Bâtisses traditionnelles à patio | <p>Abdelhamid</p> <p>6. 17 Rue Rouane Abdelhamid</p> <p>7. 03 Impasse Kleber Chakour Ahmed</p> <p>8. 04 Impasse Kleber Chakour Ahmed</p> <p>9. 05 Impasse Kleber Chakour Ahmed</p> <p>10. 06 Impasse Kleber Chakour Ahmed</p> <p>11. 07 Impasse Kleber Chakour Ahmed</p> <p>12. 08 Impasse Kleber Chakour Ahmed</p> <p>13. 04 Rue Sidi M'hamed Cherif</p> <p>14. 10 Rue Sidi M'hamed Cherif</p> <p>15. 14 Rue Sidi M'hamed Cherif</p> <p>16. 16 Rue Sidi M'hamed Cherif</p> <p>17. 12 Impasse Mahieddine Bey Salah</p> <p>1. 03 Rue Rouane</p> | <p>Bir ed Djebbah Koucha eunk el Oullal</p> <p>Djama Safir</p> | <p>Palmier</p> <p>Mont-Thabor</p> | <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> | | BET HAMOUCHE |
| NAAS Ismahane | «A-U-J» | Ilot U | Bâtisses traditionnelles à « chebek » | <p>Abdelhamid</p> <p>2. 11 Rue Rouane Abdelhamid</p> <p>3. 01 Rue Chakour Ahmed</p> <p>4. 02 Rue Chakour Ahmed</p> | Djama Safir | Mont-Thabor | | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « aloui » | <p>1. 09 Rue Rouane Abdelhamid</p> | | | | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à patio | <p>1. 22 Boulevard de la victoire</p> <p>2. 03 Rue Amrouni Said</p> <p>3. 05 Rue Amrouni Said</p> <p>4. 07 Rue Amrouni Said</p> <p>5. 09 Rue Amrouni Said</p> <p>6. 15 Rue Amrouni Said</p> <p>7. 01 Rue Gaoua Abdelkader</p> <p>8. 02 Rue Gaoua Abdelkader</p> <p>9. 04 Rue Gaoua Abdelkader</p> <p>10. 05 Rue Gaoua Abdelkader</p> <p>11. 06 Rue Gaoua Abdelkader</p> <p>12. 07 Rue Gaoua Abdelkader</p> <p>13. 09 Rue Gaoua Abdelkader</p> <p>14. 11 Rue Gaoua</p> | <p>Derb el Qossair</p> <p>Sabat-ed-Diwan Djama Ketchawa Sidi Wahi Dada</p> | <p>La victoire</p> <p>Héliopolis</p> <p>Divan</p> | <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> | <p>OUI</p> <p>OUI</p> <p>OUI</p> | BET MONART |

Tableau III.3 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « A-U-J », Ilot « U-J »), partie 03 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | |
|---------------|---------|--------|---------------------------------------|---|--|--|-------------------------------------|------------|
| NAAS Ismahane | «A-U-J» | Ilot J | Bâtisses traditionnelles à patio | <p>Abdelkader</p> <p>15. 10 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>16. 01 Impasse Mahieddine Bey Salah</p> <p>17. 02 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>18. 04 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>19. 06 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>20. 07 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>21. 08 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>22. 09 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>23. 10 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>24. 07 Rue Ouchefoune Hacén</p> <p>25. 11 Rue Ouchefoune Hacén</p> <p>26. 13 Rue Ouchefoune Hacén</p> <p>27. 14 Rue Ouchefoune Hacén</p> <p>28. 15 Rue Ouchefoune Hacén</p> | Haouinet el-Ghariba | Janissaires | M | BET MONART |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « chebek » | <p>29. 17 Rue Ouchefoune Hacén</p> <p>30. 19 Rue Ouchefoune Hacén</p> <p>31. 18 Rue Sidi M'hamed Cherif</p> <p>32. 01 Impasse des Palmiers</p> <p>33. 04 Impasse des Palmiers</p> <p>34. 05 Impasse des Palmiers</p> <p>35. 06 Impasse des Palmiers</p> <p>36. 09 Impasse des Palmiers</p> <p>37. 02 Rue Amokrane Mohamed</p> <p>38. 06 Rue Amokrane Mohamed</p> <p>39. 10 Rue Amokrane Mohamed</p> | <p>Bir ed-Djebbah Koucha sunk el Oullal</p> <p>Bir ed-Djebbah Koucha sunk el Oullal</p> <p>Bir ed-Djebbah Zenqa el-Mezouar</p> | <p>Palmier</p> <p>Palmier</p> <p>Gazelle</p> <p>Victoire</p> | <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> | |
| NAAS Ismahane | «A-U-J» | Ilot J | Bâtisses traditionnelles à « chebek » | <p>1. 32 Boulevard de la victoire</p> <p>2. 13 Rue Amrouni Said</p> <p>3. 05 Impasse Mahieddine Bey Salah</p> <p>4. 03 Rue Ouchefoune Hacene</p> <p>5. 05 Rue Ouchefoune Hacene</p> <p>6. 09 Rue Ouchefoune Hacene</p> | <p>Derb el Qossair</p> <p>Haouinet el-Ghariba</p> <p>Haouinet el-Ghariba</p> | <p>Janissaires</p> <p>Janissaires</p> <p>Ghariba</p> | <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> | BET MONART |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « aloui » | <p>1. 01 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>2. 03 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>3. 05 Rue Mahieddine Bey Salah</p> <p>4. 04 Rue Amokrane Mohamed</p> | <p>Haouinet el-Ghariba</p> <p>Bir ed-Djebbah Zenqa el-Mezouar</p> | <p>Janissaires</p> <p>Gazelle</p> | <p>M</p> | |

Tableau III.4 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « A-U-J », Ilot « J »), partie 04 (Source : auteurs).

| NOMS DE L'ARCHITECTE CHARGE DE LA ZONE D'ETUDE | ZONES | ILOTS | TYPLOGIE DE MAISONS | ADRESSE ACTUELLE DES MAISONS | ANCIENNE NOMENCLATURE (avant la colonisation) | ANCIENNE NOMENCLATURE (pendant la colonisation) | MESURES D'URGENCES | ARCHIVES | BUREAU D'ETUDE | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|--|-----------------------------------|---|---|--------------------|----------|----------------|-------|-------|----------------------------------|----------------------------------|-------------|------|---|-----|----------------------|
| DJABROUHOU Hayat | B-C-H | Hot B | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 23 Rue Benghanif Mohamed | Bein-Es-Sour Wa-Es-Setara | Rempart | M | | BET ARCHIMED | | | | | | | | | |
| | | | | 2. 21 Rue Benghanif Mohamed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 3. 31 Rue Benghanif Mohamed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 4. 02 Rue Ahmed Allam | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 5. 04 Rue Ahmed Allam | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 6. 35 Rue Ahmed Allam | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 7. 37 Rue Ahmed Allam | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 8. 4 impasse Ahmed Allam | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 9. 04 Rue Lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 10. 01 Rue lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 11. 03 Rue lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 12. 05 Rue lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 13. 06 Rue lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 14. 07 Rue lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 15. 18 Rue lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 16. 20 Rue lieutenant | | | | | | | | | | | | | | |
| DJABROUHOU Hayat | B-C-H | Hot B | Bâtisses traditionnelles « aloui » Bâtisses traditionnelles « chebbek » | GRANI Ahmed | Houanit Sidi Abdellah Ain el Ateuch | Sidi Abdellah | M | | | | | | | | | | | |
| | | | | 17. 10 Rue lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 18. 03 Rue Sidi Abdellah | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1. 33 Rue Benghenif Mohamed | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1. 02 Rue Benchikh Mustapha | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 2. 31 Rue Ahmed Allem | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | DJABROUHOU Hayat | | | | | | B-C-H | Hot C | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 04 Rue BOUSSOURA Abderrahmane | Djama Safir | Zama | M | OUI | BET ARCHI ET CONCEPT |
| | | | | | | | | | | | | | 2. 02 Rue BOUSSOURA Abderrahmane | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 3. 10 Rue BOUSSOURA Abderrahmane | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 1. 12 Rue BOUSSOURA Abderrahmane | | | | | |
| 2. 17 Rue BOUSSOURA Abderrahmane | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. 08 Rue BOUSSOURA Abderrahmane | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. 14 Rue BOUSSOURA Abderrahmane | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 17 Rue Lieutenant GRANI Ahmed | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. 19 Rue Lieutenant Grani Ahmed | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DJABROUHOU Hayat | B-C-H | Hot C | Bâtisses traditionnelles à patio | 7. 56 Rue RABAH Riah | Houanit Ben Rabeha | Mer Rouge | M | OUI | | | | | | | | | | |
| | | | | 8. 43 Rue RABAH Riah | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Zenqa el Hachiya Souk es Smea | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Souk el Keffan | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Djama ben Chelmoun | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Ain Cheikh Hussein | | | | | | | | | | | | | | |
| Porte neuve | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tableau III.5 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « B-C-H », Ilot « B-C »), partie 01 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------|---|--|---|--|---|---|-------------------------|
| DJABROUHOU Hayat | B-C-H | Ilot C | Bâtisses traditionnelles « chebbek » | <p>9. 47 Rue RABAH Riah</p> <p>10. 54 Rue RABAH Riah</p> <p>11. 24 Rue Yacef Mokrane</p> <p>12. 04 Rue Yacef Mokrane</p> <p>13. 16 Rue Yacef Mokrane</p> <p>14. 07 impasse Bachara</p> <p>15. 05 impasse Bachara Mouloudji</p> <p>16. 06 impasse Bachara Mouloudji</p> | <p>Djama ez Zitouna Bab ed Djedid</p> <p>Zenqa Sidi Mohamed Chérif Sidi Rok-Rouk</p> | <p>Damfreville</p> | <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> | <p>OUI</p> <p>OUI</p> | BET ARCHI ET CONCEPT |
| | | | Bâtisses traditionnelles « alouj » | <p>1. 29 Rue des frères BACHARA</p> <p>2. 35 Rue des frères BACHARA</p> <p>3. 37 Rue des frères BACHARA</p> <p>4. 41 Rue des frères BACHARA</p> <p>5. 13 Rue BOUSSOURA Abderrahmane</p> <p>4. 15 Rue BOUSSOURA Abderrahmane</p> <p>5. 19 Rue BOUSSOURA Abderrahmane</p> <p>6. 21 Rue BOUSSOURA Abderrahmane</p> | <p>Djama Safir</p> <p>Zenqa Sidi Mohamed Chérif Ketta Redjel</p> <p>Djama Safir</p> <p>Djama Safir Zenqa Sidi Mohamed Chérif Ketta Redjel</p> <p>Zenqa Sidi Mohamed Chérif Sidi Rok-Rouk</p> | <p>Kléber</p> <p>Zama</p> <p>Kléber</p> <p>Damfreville</p> | <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> | <p>OUI</p> <p>OUI</p> <p>OUI</p> <p>OUI</p> <p>OUI</p> <p>OUI</p> | |
| DJABROUHOU Hayat | B-C-H | Ilot H | Bâtisse prise en charge par le plan d'attaque | <p>3. 02 Impasse BACHARA Mouloudji</p> <p>4. 14 Rue BOUSSOURA Abderrahmane</p> | <p>Djama Safir</p> | <p>Zama</p> | | <p>OUI</p> | BET MAHINDAD RAFIK |
| | | | Bâtisse traditionnelle remaniée | <p>1. 16 Rue BOUSSOURA Abderrahmane</p> <p>1. 22 Rue Yacef Mokrane</p> | <p>Zenqa Sidi Mohamed Chérif Sidi Rok-Rouk</p> | <p>Damfreville</p> | | <p>OUI</p> | |
| | B-C-H | Ilot H | Bâtisses traditionnelles à patio | <p>1. 09 Rue Yacef Mokrane</p> <p>2. 07 Rue Yacef Mokrane</p> <p>3. 09 Rue des Abderrames</p> <p>4. 17 Rue des Abderrames</p> <p>5. 14 Rue des Abderrames</p> <p>6. 12 Rue des Abderrames</p> <p>7. 08 Rue des Abderrames</p> <p>8. 15 Rue des Abderrames</p> <p>9. 13 Rue des Abderrames</p> <p>10. 11 Rue des Abderrames</p> <p>11. 09 Rue des Abderrames</p> <p>12. 04 Rue des Abderrames</p> | <p>Zenqa Sidi Mohamed Chérif Sidi Rok-Rouk</p> <p>Feurn Sidi Mohamed Chérif</p> <p>Zenqa el Hachiya Souk es Smen Souk el Kettan</p> <p>Djama ben Chelmoun Ain Cheikh Hussein Djama ez Zitouna</p> | <p>Damfreville</p> <p>Abderrames</p> <p>Porte neuve</p> | <p>M</p> <p>M</p> <p>M</p> | <p>OUI</p> | |
| | | | Bâtisses traditionnelles remaniées | <p>18. 01 Rue Rabah Riah</p> <p>19. 02 impasse L'Estimé</p> <p>20. 22 Rue Brahimi Fatah</p> <p>21. 24 Rue Brahimi Fatah</p> | <p>Bab ed Djedid</p> <p>Mesdjed Ali Medja</p> <p>Feurn Sidi Mohamed Chérif</p> <p>Mesdjed Ali Medja</p> | <p>Oranges</p> <p>Girafe</p> <p>Abderrames</p> <p>Girafe</p> | <p>M</p> <p>M</p> | | |

Tableau III.6 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « B-C-H », Ilot « C-H »), partie 02 (Source : auteurs).

| NOMS DE L'ARCHITECTE CHARGE DE LA ZONE D'ETUDE | ZONES | ILOTS | TYPLOGIE DE MAISONS | ADRESSE ACTUELLE DES MAISONS | ANCIENNE NOMENCLATURE (avant la colonisation) | ANCIENNE NOMENCLATURE (pendant la colonisation) | MESURES D'URGENCES | ARCHIVES | BUREAU D'ETUDE |
|--|---------|--------|----------------------------------|--|---|--|-------------------------------|--|--------------------|
| BENTIBA Ismahane | «D-E-F» | Ilot D | Bâtisses traditionnelles à patio | <u>1. 05 Rue Djouab Mustapha</u> 2. 09 Rue Djouab Mustapha 3. 30 Rue Rabah Riah 4. 32 Rue Rabah Riah 5. 03 Impasse Ahmed Alem 6. 38 Rue Ahmed Alem 7. 40 Rue Ahmed Alem 8. 42 Rue Ahmed Alem 9. 44 Rue Ahmed Alem 10. 46 Rue Ahmed Alem 11. 48 Rue Ahmed Alem 12. 50 Rue Ahmed Alem 13. 52 Rue Ahmed Alem 14. 13 Impasse des frères Belhimeur 15. 16 Impasse des frères Belhimeur 16. 17 Impasse des frères Belhimeur 17. 19 Impasse des frères Belhimeur 18. 21 Impasse des frères Belhimeur | Haouanet Ben Rabeha Zaouia Sidi Abbas Zenqa el Hachiya Souk es Smen Souk el Kettan Djama ben Chelmoun Ain Cheikh Hussein Djama ez Zitouna Bab ed Djedid El-Kheddarin Dar Yeniceri Quedima El foquania El Frina | Dattes Porte neuve Médée Farina | M M M M M | OUI OUI OUI | BET KECIRA |
| | | | | 1. 07 Rue Djouab Mustapha 2. 01 Impasse Ahmed Alem 3. 36 Rue Ahmed Alem 4. 15 Rue Mohamed Benganif 5. 17 Rue Mohamed Benganif 6. 15 impasse des Frères Belhimeur | Haouanet Ben Rabeha Zaouia Sidi Abbas Bein-Es-Sour Wa-Es-Setara El Frina | Dattes Rempart Farina | M M M | OUI OUI | |
| BENTIBA Ismahane | «D-E-F» | Ilot E | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 03 Rue Zenouda Kheireddine 2. 07 Rue Zenouda Kheireddine 3. 09 Rue Zenouda Kheireddine 4. 15 Rue Zenouda Kheireddine 5. 17 Rue Zenouda Kheireddine 6. 19 Rue Zenouda Kheireddine 7. 21 Rue Zenouda Kheireddine 8. 23 Rue Zenouda Kheireddine 9. 01 Impasse Gerraba Hacene | Zenqa Bou Akkacha | Grenade | M M | OUI OUI OUI OUI OUI OUI | BET MANAR EL BINAA |

Tableau III.7 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « D-E-F », Ilot « D-E »), partie 01 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--|---|-------------------|-----------------------|---|-----|------------------|
| BENTIBA Ismahane | «D-E-F» | Ilot F | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 14 Rue Amar Ali | Sans nom arabe | Randon | M | | |
| | | | | 2. 01 Impasse <u>Taher</u> Meziane | | | | | |
| | | | | 3. 02 Impasse <u>Taher</u> Meziane | | Randon (2eme impasse) | | | |
| | | | | 4. 04 Impasse <u>Taher</u> Meziane | | | M | | |
| | | | | 5. 01 Impasse <u>Bayau Sid</u> Ali | | | M | | |
| | | | | 6. 18 Rue <u>Rabah Rjah</u> | | | M | | |
| | | | | 7. 04 Rue <u>Zenouda</u> Kheireddine | | | M | | |
| | | | | 8. 06 Rue <u>Zenouda</u> Kheireddine | | | | | |
| | | | | 9. 12 Rue <u>Zenouda</u> Kheireddine | Zenqa Bou Akkacha | Grenade | | OUI | BET ALI PACHA |
| | | | | 10. 14 Rue <u>Zenouda</u> Kheireddine | | | M | | |
| | | | | 11. 16 Rue <u>Zenouda</u> Kheireddine | | | M | | |
| | | | | 12. 18 Rue <u>Zenouda</u> Kheireddine | | | M | | |
| | | | | 13. 01 Impasse <u>Chaouchi</u> Mohamed | | | M | | |
| | | | | 14. 02 Impasse <u>Chaouchi</u> Mohamed | | | M | OUI | |
| | | | | 15. 13 Rue <u>Ahmed Allem</u> | | | | | |
| | | | | 16. 01 Rue <u>Ismael Boudierba</u> | | Bourmont | | | |
| | | | | 17. 02 Rue <u>Ismael Boudierba</u> | | | | | |
| BENTIBA Ismahane | «D-E-F» | Ilot F | Bâtisses traditionnelles à « cheybek » | 18. 04 Rue <u>Ismael Boudierba</u> | Zenqa Bou Akkacha | Bourmont | M | | |
| | | | | 19. 05 Rue <u>Ismael Boudierba</u> | | | | | |
| | | | | 20. 13 Rue <u>Ismael Boudierba</u> | | | M | | |
| | | | | 21. 01 impasse <u>Ismael</u> Boudierba | | | | | |
| | | | | 22. 02 impasse <u>Ismael</u> Boudierba | | | | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « aloui » | 1. 08 Rue <u>Zenouda</u> Kheireddine | | Grenade | M | | |
| | | | | 2. 10 Rue <u>Zenouda</u> Kheireddine | | | | | |
| | | | | 1. 03 Rue <u>Ismael Boudierba</u> | | Bourmont | | | |

Tableau III.9 : La première sélection réalisée suite à l’investigation *in-situ* (zone « D-E-F », Ilot « F »),
partie 03 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--|--|---|-------------|-----|--------------------|-----------------|
| ZIANI Nour-El-Houda | «L-M-Q» | Ilot I | Bâtisses traditionnelles à patio | Bachara | Djama Safir Zenqa Sidi Mohamed Chérif Ketta Redjel | Kléber | | | |
| | | | | 36. 04 Rue des frères Bachara 37. 06 Rue des frères Bachara 38. 10 Rue des frères Bachara 39. 04 Rue Said Amara 40. 08 Rue Said Amara 41. 01 Rue Said Amara 42. 03 Impasse Said Amara 43. 04 Impasse Said Amara 44. 05 Impasse Said Amara 45. 06 Impasse Said Amara 46. 07 Impasse Said Amara 47. 08 Impasse Said Amara 48. 09 Impasse Said Amara 49. 10 Impasse Said Amara 50. 12 Impasse Said Amara 51. 03 Impasse Ouahes Slimane 52. 04 Impasse Ouahes Slimane 53. 05 Impasse Ouahes Slimane 54. 07 Impasse Ouahes Slimane 55. 09 Impasse Ouahes Slimane | | | | | |
| ZIANI Nour-El-Houda | «L-M-Q» | Ilot I | Bâtisses traditionnelles à « chebbek » | 1. 14 Impasse Said Amara | Koucha el Khondoq | Lion | | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à «aloui » | 1. 24 Rue Larichi Ahmed 2. 02 Impasse Ouahes Slimane | Sabat ed Deheb | Grue | | | BET BAIT DAR |
| | | Ilot M | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 25 Rue des Frères Bachara 2. 19 Rue des Frères Bachara 3. 03 Rue des Frères Bachara 4. 05 Rue des Frères Bachara 5. 01 Rue des Frères Bachara 6. 25 Rue Brahim Fatah 7. 23 Rue Brahim Fatah 8. 11 Rue Brahim Fatah 9. 09 Rue Brahim Fatah 10. 07 Rue Brahim Fatah 11. 21 Rue Benaissa Maleika 12. 22 Rue Benaissa | Djama Safir Zenqa Sidi Mohamed Chérif Ketta Redjel | Kléber | | OUI | |
| | | | | Ali Medja | Girafe | M M M | OUI | BET CALIM HOUSE | |

Tableau III.11 : La première sélection réalisée suite à l’investigation *in-situ* (zone « L-M-Q », Ilot « L-M »), partie 02 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|---------------------|---------|--------|--|---|-----------------------------------|-------|-----|-----|-----------------|
| ZIANI Nour-El-Houda | «L-M-Q» | Ilot M | Bâtisses traditionnelles à patio | <p><u>Maleika</u></p> <p>13. 19 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>14. 17 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>15. 15 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>16. 12 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>17. 10 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>18. 08 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>19. 06 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>20. 04 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>21. 03 Rue Benaissa <u>Maleika</u></p> <p>22. 02 Impasse Laid Bensaid <u>Maleika</u></p> <p>23. 03 Impasse Laid Bensaid <u>Maleika</u></p> <p>24. 05 Impasse Laid Bensaid <u>Maleika</u></p> <p>25. 01 Impasse Aissa <u>Rahmouni</u></p> <p>26. 03 Impasse Aissa <u>Rahmouni</u></p> <p>27. 04 Impasse Aissa <u>Rahmouni</u></p> <p>28. 06 Impasse Aissa <u>Rahmouni</u></p> | Zenqa Ben Fares Sidi Bou Gueddour | Caton | | OUI | BET CALIM HOUSE |
| | | | | Zenqa Ben Fares Sidi Bou Gueddour | Caton | M | OUI | | |
| ZIANI Nour-El-Houda | «L-M-Q» | Ilot M | Bâtisses traditionnelles à patio | <p><u>Rahmouni</u></p> <p>29. 08 Impasse Aissa <u>Rahmouni</u></p> <p>30. 09 Impasse Aissa <u>Rahmouni</u></p> <p>31. 10 Impasse Aissa <u>Rahmouni</u></p> <p>32. 11 Impasse Aissa <u>Rahmouni</u></p> <p>33. 03 Rue Hussein Pacha <u>Rahmouni</u></p> <p>34. 14 Rue Sidi Abdellah <u>Abdellah</u></p> <p>35. 16 Rue Sidi Abdellah <u>Abdellah</u></p> <p>36. 02 Impasse Sidi <u>Abdellah</u></p> <p>37. 03 Impasse Sidi <u>Abdellah</u></p> | Sidi Abdellah Ben Kour Ali | Orati | M | OUI | BET CALIM HOUSE |
| | | | | Haouanit Sidi Abdellah Ain el Ateuch | Sidi Abdellah | M | OUI | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « chebbek » | Zenqa Ben Fares Sidi Bou Gueddour | Caton | | OUI | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à «aloui » | Ali Medja | Girafe | | OUI | | |
| | | | | Haouanit Sidi Abdellah Ain el Ateuch | Sidi Abdellah | | OUI | | |
| | | | | Djama Safir Zenqa Sidi Mohamed Chérif Ketta Redjel | Kléber | | | | |
| | | | | Ali Medja | Girafe | | | | |

Tableau III.12 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « L-M-Q », Ilot « M »), partie 03 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|--------|--|-------------------------------------|------------------------------------|----------|------------------------------------|-----|-----------|----------|---|-----|
| ZIANI Nour-El-Houda | «L-M-Q» | Ilot Q | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 43 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | Sabat el Ars Zenqa Sidi Ben Ali | Empereur | M | OUI | BET EXCEL | | | |
| | | | | 2. 41 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 3. 37 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 4. 33 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 5. 31 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 6. 23 Impasse <u>Nfissa Ramdane</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 7. 19 Impasse <u>Nfissa Ramdane</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 8. 13 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 9. 21 Rue Sidi Abdellah | | | M | | | | | |
| | | | | 10. 01 Impasse Sidi Abdellah | | | M | | | | | |
| | | | | 11. 02 Impasse Sidi Abdellah | | | M | | | | | |
| | | | | 12. 03 Impasse Sidi Abdellah | | | M | | | | | |
| | | | | 13. 05 Impasse Sidi Abdellah | | | M | | | | | |
| | | | | 14. 34 Rue <u>Bourahla Houcine</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 15. 40 Rue <u>Bourahla Houcine</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 16. 01 Impasse <u>Dessait</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 17. 06 Impasse <u>Dessait</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 18. 08 Impasse <u>Dessait</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 19. 17 Impasse <u>Dessait</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 20. 19 Impasse <u>Dessait</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 21. 02 Impasse <u>Bouloughine</u> | | | M | | | | | |
| ZIANI Nour-El-Houda | «L-M-Q» | Ilot Q | Bâtisses traditionnelles à « chebbek » | 22. 04 Impasse <u>Bouloughine</u> | Zenqa el Azara | Nil | M | OUI | BET EXCEL | | | |
| | | | | 23. 06 Impasse <u>Bouloughine</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 24. 23 Impasse <u>Bouloughine</u> | | | M | | | | | |
| | | | | 25. 02 Rue <u>Maouche</u> Mohamed | | | M | | | | | |
| | | | | 26. 14 Rue <u>Maouche</u> Mohamed | | | M | | | | | |
| | | | | 1. 25 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | Sabat el Ars Zenqa Sidi Ben Ali | | | Empereur | M | OUI |
| | | | | 2. 27 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | | | | | M | |
| | | | | 3. 29 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | | | | | M | |
| | | | | 4. 35 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | | | | | | | M | |
| | | | | 5. 07 Impasse <u>Bouloughine</u> | | | | | | | M | |
| 6. 08 Impasse <u>Bouloughine</u> | M | | | | | | | | | | | |

Tableau III.13 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « L-M-Q », Ilot « Q »), partie 04 (Source : auteurs).

| NOMS DE L'ARCHITECTE CHARGE DE LA ZONE D'ETUDE | ZONES | ILOTS | TYPOLOGIE DE MAISONS | ADRESSE ACTUELLE DES MAISONS | ANCIENNE NOMENCLATURE (avant la colonisation) | ANCIENNE NOMENCLATURE (pendant la colonisation) | MESURES D'URGENCES | ARCHIVES | BUREAU D'ETUDE | | |
|--|--------------------------------|--------|---------------------------------------|--------------------------------|---|--|--------------------|--|-----------------|------------|---|
| KESSI Fatma | «N-O-K» | Ilot N | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 12 Boulevard de la victoire | | La victoire | | | BET EL MADINA | | |
| | | | | 2. 03 Rue des frères Racim | | | | | | | |
| | | | | 3. 04 Rue des frères Racim | | | | | | | |
| | | | | 4. 05 Rue des frères Racim | | | | | | M | |
| | | | | 5. 06 Rue des frères Racim | | | | | | | |
| | | | | 6. 07 Rue des frères Racim | | | | | | | |
| | | | | 7. 09 Rue des frères Racim | | | | Jama Sidi Abdel Aziz bou Nakhla | | Chameau | M |
| | | | | 8. 10 Rue des frères Racim | | | | | | | M |
| | | | | 9. 12 Rue des frères Racim | | | | | | | M |
| | | | | 10. 17 Rue des frères Racim | | | | | | | |
| | | | | 11. 18 Rue des frères Racim | | | | | | | M |
| | | | | 12. 03 Rue Amokrane Mohamed | | | | Bir ed Djebbah Zenqa el-Mezouar | | Gazelle | |
| | | | | 13. 02 Rue Ali Lahmer | | | | | | | |
| | | | | 14. 03 Rue Ali Lahmer | | | | Bir ed Djebbah | | Pythuis | |
| | | | | 15. 06 Impasse Kadi Said | | | | Feurn ed Djamal Ain Mzaouka | | Annibal | M |
| | | | | 16. 07 Impasse Kadi Said | | | | | | | |
| | | | | 17. 06 Rue Mahious Abdelhamid | | | | | | | M |
| | | | | 18. 08 Rue Mahious Abdelhamid | | | | Sidi Chaib Feurn ed Djamal Zenqa Kaid el Ousfoun | | Tombouctou | |
| | | | | 19. 12 Rue Mahious Abdelhamid | | | | | | | M |
| KESSI Fatma | «N-O-K» | | Bâtisses traditionnelles à « chebek » | 1. 10 Rue Ali Lahmer | Bir ed Djebbah | Pythuis | M | | BET EL MADINA | | |
| | | | | 2. 04 Impasse Kadi Said | Feurn ed Djamal Ain Mzaouka | Annibal | M | | | | |
| | | | | 3. 14 Rue des Frères Racim | | | | | | | |
| | | | | 1. 02 Impasse Kadi Said | Jama Sidi Abdel Aziz bou Nakhla | Chameau | M | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | Ilot O | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 02 Rue Mahious Abdelhamid | | Sidi Chaib Feurn ed Djamal Zenqa Kaid el Ousfoun | Tombouctou | M | BET KARI TOUFIK | | |
| | | | | 2. 04 Rue Mahious Abdelhamid | | | | | | | |
| | | | | 3. 05 Rue Mahious Abdelhamid | | | | | | | |
| | | | | 4. 11 Rue Mahious Abdelhamid | | | | | | | |
| | | | | 5. 08 Rue Kadi Said | | | | | | | |
| | | | | 6. 10 Rue Kadi Said | | | | | | | |
| | | | | 7. 21 Rue Kadi Said | Feurn ed Djamal Ain Mzaouka | Annibal | M | | | | |
| | | | | 8. 04 Impasse Kadi Said | | | | | | | |
| | | | | 9. 06 Impasse Kadi Said | | | | | | | |
| | | | | 10. 02 Rue Ouargli Merzak | | | | | | | |
| 11. 04 Rue Ouargli Merzak | Houanit ez Zevan | Atlas | M | | | | | | | | |
| 12. 06 Rue Ouargli Merzak | | | | | | | | | | | |
| 13. 02 Rue du Sphinx | Aqbet ed Djordji | Sphinx | M | | | | | | | | |
| 14. 04 Rue du Sphinx | | | | | | | | | | | |
| 15. 17 Rue des Bouderies père et fils | Sabat ed Deheb Sabat el Ooffat | Thèbes | M | | | | | | | | |

Tableau III.14 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « N-O-K », Ilot « N-O »), partie 01 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|-------------|---------|---------------|---|--|---|--|--|------------|-----------------|
| KESSI Fatma | «N-O-K» | Ilot O | Bâtisses traditionnelles à « chebek » Bâtisses traditionnelles à «aloui » | <u>1.07 Rue Mahious Abdelhamid</u> <u>2.09 Rue Mahious Abdelhamid</u> <u>3.03 Rue Mahious Abdelhamid</u> <u>4.27 Rue Kadi Saïd</u> <u>5.29 Rue Kadi Saïd</u> <u>1.23 Rue Kadi Saïd</u> | <u>Sidi Chaïb Feurn ed Djamal Zenqa Kaid el Ousfoun</u> <u>Feurn ed Djamal Ain Mzaouka</u> | Tombouctou Annibal | <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> | | BET KARI TOUFIK |
| | | Ilot K | Bâtisses traditionnelles à patio | <u>1.04 Rue Bouderies frère et père</u> <u>2.06 Rue Bouderies frère et père</u> <u>3.12 Rue Bouderies frère et père</u> <u>4.14 Rue Bouderies frère et père</u> <u>5.16 Rue Bouderies frère et père</u> <u>6.02 Rue des pyramides</u> <u>7.03 Rue des pyramides</u> <u>8.05 Rue des pyramides</u> <u>9.10 Rue des pyramides</u> <u>10.11 Rue des pyramides</u> <u>11.13 Rue des pyramides</u> <u>12.15 Rue des pyramides</u> | <u>Sabat ed Deheb Sabat el Qottat</u> <u>Haouanit Sidi Abdellah Sabat ed Deheb Sabat el Kotta</u> | Thèbes Pyramides | <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> | OUI | BET B.E.R.M.C |
| KESSI Fatma | «N-O-K» | Ilot K | Bâtisses traditionnelles à « chebek » Bâtisses traditionnelles à « aloui » | <u>13.17 Rue des pyramides</u> <u>14.01 Rue Larichi Ahmed</u> <u>15.07 Rue Larichi Ahmed</u> <u>16.09 Rue Larichi Ahmed</u> <u>17.01 Impasse Sidi M'hamed Cherif</u> <u>18.02 Impasse Sidi M'hamed Cherif</u> <u>19.04 Impasse Sidi M'hamed Cherif</u> <u>1.03 Impasse M'hamed Cherif</u> <u>2.11 Rue Larichi Ahmed</u> <u>3.05 Rue Larichj Ahmed</u> <u>1.04 Rue des Pyramides</u> <u>2.29 Rue Sidi M'hamed Cherif</u> | <u>Sabat ed Deheb</u> <u>Bir ed Djebbah Koucha eunk el Oullal</u> <u>Sabat ed Deheb</u> <u>Haouanit Sidi Abdellah Sabat ed Deheb Sabat el Kotta</u> <u>Bir ed Djebbah Koucha eunk el Oullal</u> | Grue Palmier Grue Pyramides Palmier | <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> | OUI | BET B.E.R.M.C |

Tableau III.15 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « N-O-K », Ilot « O-K »), partie 02 (Source : auteurs).

| NOMS DE L'ARCHITECTE CHARGE DE LA ZONE D'ETUDE | ZONES | ILOTS | TYPLOGIE DE MAISONS | ADRESSE ACTUELLE DES MAISONS | ANCIENNE NOMENCLATURE (avant la colonisation) | ANCIENNE NOMENCLATURE (pendant la colonisation) | MESURES D'URGENCES | ARCHIVES | BUREAU D'ETUDE | |
|--|----------|--------|----------------------------------|-------------------------------------|---|---|--------------------|----------|---------------------------|--|
| DJIDI Khadidja | «P-R-S » | Ilot P | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 01 Rue du Sphinx | Aqbet Ed Djrodji | Sphinx | | | BET TOUFIK MESSAOUD NACER | |
| | | | | 2. 03 Rue du Sphinx | | | | | | |
| | | | | 3. 05 Rue du Sphinx | | | | | | |
| | | | | 4. 07 Rue du Sphinx | Sabat ed Deheb Sabat el Quouffat | Thèbes | | | | |
| | | | | 5. 09 Rue du Sphinx | | | | | | |
| | | | | 6. 01 Bouderies Ahmed père et frère | | | | | | |
| | | | | 7. 03 Bouderies Ahmed père et frère | Aqbet Ed Djrodji | Abnecérages | | | | |
| | | | | 8. 13 Rue des Abencerages | | | | | | |
| | | | | 9. 06 Rue des Abencerages | | | | | | |
| | | | | 10. 04 Rue des Abencerages | Sabat el Ars Zenqa Sidi Ben Ali | Empereur | | | | |
| | | | | 11. 02 Rue des Abencerages | | | | | | |
| | | | | 12. 03 Rue des Abencerages | | | | | | |
| | | | | 13. 01 Rue des Abencerages | M | M | | | | |
| | | | | 14. 05 Rue des Abencerages | | | | | | |
| | | | | 15. 07 Rue des Abencerages | | | | | | |
| | | | | 16. 46 Rue Nfissa Ramadane | M | M | | | | |
| | | | | 17. 44 Rue Nfissa Ramadane | | | | | | |
| | | | | 18. 36 Rue Nfissa Ramadane | | | | | | |
| | | | | 19. 34 Rue Nfissa Ramadane | M | M | | OUI | | |
| | | | | 20. 32 Rue Nfissa Ramadane | | | | | | |
| | | | | 21. 28 Rue Nfissa Ramadane | | | | | | |
| | | | | 22. 24 Rue Nfissa Ramadane | M | M | | OUI | | |
| | | | | 23. 20 Rue Nfissa Ramadane | | | | | | |
| | | | | 24. 18 Rue Nfissa Ramadane | | | | | | |
| DJIDI Khadidja | «P-R-S » | Ilot P | Bâtisses traditionnelles à patio | 25. 02 Rue Ben Ali | Djama Feurn Ben Ali | Ben Ali | | | BET TOUFIK MESSAOUD NACER | |
| | | | | 26. 05 Rue Ben Ali | | | | | | |
| | | | | 27. 08 Rue Ben Ali | | | | | | |
| | | | | 28. 10 Rue Ben Ali | Djama Ben Rekissa | Sarrasins | | | | |
| | | | | 29. 15 Rue Ben Ali | | | | | | |
| | | | | 30. 14 Rue Kadour Bourkika | | | | | | |
| | | | | 31. 12 Rue Kadour Bourkika | Feurn ed Djamal Ain Mzaouka | Annibal | | | | |
| | | | | 32. 10 Rue Kadour Bourkika | | | | | | |
| | | | | 33. 08 Rue Kadour Bourkika | | | | | | |
| | | | | 34. 02 Rue Kadour Bourkika | Djama Sabat el Ars Ain El Mzouqa | Delta | | | | |
| | | | | 35. 04 Rue Kadour Bourkika | | | | | | |
| | | | | 36. 02 Rue Kadi Said | | | | | | |
| | | | | 37. 03 Rue Kadi Said | Haouanit ez Zevan Djama Yetha | Atlas | | | | |
| | | | | 38. 04 Rue Kadi Said | | | | | | |
| | | | | 39. 05 Rue Kadi Said | | | | | | |
| | | | | 40. 04 Rue Maohamed Arouri | Djama Ali Bitchnin Bir er Roumana Hamman Homilir Djama Ben Chebana Sabat er Rih Djama Sidi Ramdan Haouanit ez Zian Djama el Kasbah | Casbah | | | | |
| | | | | 41. 02 Rue Maohamed Arouri | | | | | | |
| | | | | 42. 01 Ouargli Merzeak | | | | | | |
| | | | | 43. 78 Rue Sidi Driss Hamidouche | Aqbet Ed Djrodji | Abnecérages | | | | |
| | | | | 1. 15 Rue des Abencerages | | | | | | |
| | | | | 2. 13 Rue Ben Ali | | | | | | |
| | | | | 3. 11 Rue Ben Ali | Djama Feurn Ben Ali | Ben Ali | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Tableau III.16 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « P-R-S », Ilot « P »), partie 01 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|----------------|----------|--------|--|----------------------------|--|----------|--|-----|-------------|
| DJIDI Khadidja | «P-R-S » | Ilot R | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 21 Rue Bourahla Houcine | Koucha Ali | Regard | | OUI | |
| | | | | 2. 23 Rue Bourahla Houcine | Sabat er Rih Koucha Ali | | | | |
| | | | | 3. 19 Rue Bourahla Houcine | | | | | |
| | | | | 4. 17 Rue Bourahla Houcine | | | | | |
| | | | | 5. 15 Rue Bourahla Houcine | Ain ed Djedida Zenga el Azara Koucha Ali | Desaix | | | |
| | | | | 6. 13 Rue Bourahla Houcine | | | | | |
| | | | | 7. 14 Impasse Sidi Driss | | | | | |
| | | | | Hamidouche | Djama Yetha Djama Ali Bitchnin Bir er Roumana Hamman Homir Djama Ben Chebana | Casbah | | OUI | BET HANICHE |
| | | | | 8. 11 Impasse Sidi Driss | | | | | |
| | | | | Hamidouche | Sabat er Rih Djama Sidi Ramdan Haouanit ez Zian Djama el Kasbah | | | | |
| | | | | 9. 16 Rue Gamri Mohamed | | | | | |
| | | | | 10. 14 Rue Gamri | | | | | |
| | | | | Mohamed | | | | | |
| | | | | 11. 12 Rue Gamri | | | | | |
| | | | | Mohamed | | | | | |
| | | | | 12. 11 Impasse Hamidi | | | | | |
| | | | | Belkacem | | | | | |
| | | | | 13. 07 Impasse Hamidi | | | | | |
| | | | | Belkacem | | | | | |
| | | | | 14. 05 Impasse Hamidi | | | | | |
| | | | | Belkacem | | | | | |
| | | | | 15. 13 Impasse Hamidi | Hamiti Belkacem | Darfour | | | |
| | | | | Belkacem | | | | | |
| | | | | 16. 14 Impasse Hamidi | | | | | |
| | | | | Belkacem | | | | | |
| | | | | 17. 15 Impasse Hamidi | | | | | |
| | | | | Belkacem | | | | | |
| | | | | 18. 16 Impasse Hamidi | | | | | |
| | | | | Belkacem | | | | | |
| | | | | 19. 17 Impasse Hamidi | | | | | |
| | | | | Belkacem | | | | | |
| | | | | 20. 2B Rue Rabah Smala | | | | | |
| | | | | 21. 04 Rue Rabah Smala | Sabat er Rih Koucha Ali | Regard | | | |
| | | | | 22. 06 Rue Rabah Smala | | | | | |
| | | | | 23. 09 Rue Rabah Smala | | | | | |
| | | | | 24. 09 Rue Latrache | | | | | |
| | | | | Mustapha | | | | | |
| | | | | 25. 10 Rue Latrache | | | | | |
| | | | | Mustapha | | | | | |
| | | | | 26. 11 Rue Latrache | | | | | |
| | | | | Mustapha | Koucha Ali Djama Ma'alloq | bleue | | | |
| | | | | 27. 12 Rue Latrache | | | | | |
| | | | | Mustapha | | | | | |
| | | | | 28. 14 Rue Latrache | | | | | |
| | | | | Mustapha | | | | | |
| | | | | 29. 04 Rue de Staoueli | | | | | |
| | | | | 30. 06 Rue de Staoueli | | | | | |
| | | | | 31. 02 Rue de Staoueli | | | | | |
| | | | | 32. 07 Rue de Staoueli | Ain el Ateuch Ben Kour Ali | Staoueli | | | |
| | | | | 33. 08 Rue de Staoueli | | | | | |
| | | | | 34. 11 Rue de Staoueli | | | | | |
| | | | | 35. 03 Rue Arbadji | | | | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « chebbek » | Abderrahmane | Sans nom arabe | Marengo | | | |
| | | | | 1. 04 Rue Arbadji | | | | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « aloui » | Abderrahmane | | | | | |
| | | | | 1. 09 Rue de Staoueli | Ain el Ateuch Ben Kour Ali | Staoueli | | | |

Tableau III.17 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « P-R-S », Ilot « R »), partie 02 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|----------------|----------|--------|-------------------------------------|---|---|--|--|------------------------------|--|
| DJIDI Khadidja | «P-R-S » | Ilot S | Bâtisses traditionnelles à «aloui » | 4. 26 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 5. 30 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> | <u>Sabat el Ars</u> <u>Zenqa Sidi Ben Ali</u> | Empereur | | OUI OUI | |
| | | | Bâtisses traditionnelles remaniées | 1. 11 Rue des <u>Abencerages</u> 2. 01 Rue <u>Kadour Bourkika</u> 1. 04 Rue <u>Kadour Bourkika</u> 2. 09 Rue des <u>Abencerages</u> | <u>Aqbet Ed Djrodji</u> <u>Djama Ben Rekissa</u> <u>Djama Ben Rekissa</u> <u>Aqbet Ed Djrodji</u> | <u>Abnecérages</u> Sarrasins Sarrasins <u>Abnecérages</u> | | OUI | |
| DJIDI Khadidja | «P-R-S » | Ilot S | Bâtisses traditionnelles à patio | 1. 11 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 2. 09 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 3. 19 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 4. 03 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 5. 12 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 6. 06 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 7. 13 Rue <u>Maouche Mahfoud</u> 8. 11 Rue <u>Maouche Mahfoud</u> 9. 03 Rue <u>Maouche Mahfoud</u> 10. 01 Rue <u>Maouche Mahfoud</u> 11. 10 Rue <u>Rabah Smala</u> 12. 12 Rue <u>Rabah Smala</u> 13. 03 Impasse <u>Rabah Smala</u> 14. 01 Impasse <u>Rabah Smala</u> | <u>Sabat el Ars</u> <u>Zenqa Sidi Ben Ali</u> <u>Zenqa el Azara</u> <u>Sabat er Rih Koucha Ali</u> | Empereur Nil Regard | <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> | OUI OUI OUI | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à patio | Smala 15. 30 Rue <u>Bourahla Houcine</u> 16. 28 Rue <u>Bourahla Houcine</u> 17. 22 Rue <u>Bourahla Houcine</u> 18. 16 Rue <u>Bourahla Houcine</u> 19. 14 Rue <u>Bourahla Houcine</u> 20. 05 Rue <u>Arouri Mohamed</u> 21. 09 Rue <u>Arouri Mohamed</u> 22. 11 Rue <u>Arouri Mohamed</u> 23. 70 Rue <u>Sidi Driss Hamidouche</u> 24. 68 Rue <u>Sidi Driss Hamidouche</u> 1. 07 Rue <u>Mohamed Arouri</u> 2. 14 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 3. 08 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 4. 05 Rue <u>Nfissa Ramdane</u> 5. 17 Rue <u>Rabah Smala</u> 6. 01 Impasse <u>Nfissa Ramdane</u> 7. 18 Rue <u>Bourahla Houcine</u> 1. 18 Rue <u>Rabah Smala</u> | <u>Ain ed Djedida</u> <u>Zenqa el Azara</u> <u>Koucha Ali</u> <u>Djama Sabat el Ars</u> <u>Ain El Mzouqa</u> <u>Djama Yetha</u> <u>Djama Ali Bitchnin</u> <u>Bir er Roumana</u> <u>Hamman Homiir</u> <u>Djama Ben Chebana</u> <u>Sabat er Rih</u> <u>Djama Sidi Ramdan</u> <u>Haouanit ez Zian</u> <u>Djama el Kasbah</u> <u>Djama Sabat el Ars</u> <u>Ain El Mzouqa</u> <u>Sabat el Ars</u> <u>Zenqa Sidi Ben Ali</u> <u>Sabat er Rih</u> <u>Koucha Ali</u> <u>Sabat el Ars</u> <u>Zenqa Sidi Ben Ali</u> <u>Ain ed Djedida</u> <u>Zenqa el Azara</u> | Desaix Delta Casbah Delta Empereur Regard Empereur Desaix | <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> <i>M</i> | OUI OUI OUI OUI | |

Tableau III.18 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « P-R-S », Ilot « S »), partie 03 (Source : auteurs).

| NOMS DE L'ARCHITECTE CHARGE DE LA ZONE D'ETUDE | ZONES | ILOTS | TYPLOGIE DE MAISONS | ADRESSE ACTUELLE DES MAISONS | ANCIENNE NOMENCLATURE (avant la colonisation) | ANCIENNE NOMENCLATURE (pendant la colonisation) | MESURES D'URGENCES | ARCHIVES | BUREAU D'ETUDE |
|--|-------|-------|--|---|--|---|--------------------|----------|----------------|
| | | | Bâtisses traditionnelles à « patio » | 1. 38 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed 2. 34 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed 3. 21 Rue Sidi <u>Ramdane</u> 4. 02 Rue Sidi <u>Ramdane</u> 5. 75 Rue Sidi <u>driss</u> <u>Hamidouche</u> 6. 06 Rue <u>Medjen</u> Abdelkader 7. 12 Rue <u>Medjen</u> Abdelkader 8. 15 Rue <u>Medjen</u> Abdelkader 9. 17 Impasse <u>Medjen</u> Abdelkader 10. 21 Impasse <u>Medjen</u> Abdelkader 11. 23 Impasse <u>Medjen</u> Abdelkader | <u>Sour Bab Sidi Ramdane</u> <u>Djama Sidi Ramdane</u> <u>Sidi Ramdane</u> | <u>Moghrebins</u> <u>Sidi Ramdane</u> <u>Marmol</u> | M | | ARTEMIS |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « chebbek » | 1. 04 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed 2. 40 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed 3. 08 Rue <u>Medjen</u> Abdelkader 4. 09 Rue <u>Medjen</u> Abdelkader 5. 13 Rue <u>Medjen</u> | <u>Sidi Ramdane</u> | <u>Marmol</u> | | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « chebbek » | Abdelkader 6. 25 Rue <u>Medjen</u> Abdelkader 7. 27 Rue <u>Medjen</u> Abdelkader 8. 19 Impasse <u>Medjen</u> Abdelkader 9. 04 Rue Sidi <u>Ramdane</u> 10. 77 Rue <u>Driss</u> <u>Hamidouche</u> | <u>Djama Sidi Ramdane</u> | <u>Sidi Ramdane</u> | | | |
| | | | Bâtisse traditionnelle à « aloui » | 1. 03 Rue Sidi <u>Ramdane</u> | | | | | |
| | | | Bâtisses traditionnelles à « patio » | 1. 03 Rue <u>Bouherouya</u> <u>Sedek</u> 2. 05 Rue <u>Bouherouya</u> <u>Sedek</u> 3. 16 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed 4. 03 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed 5. 22 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed 6. 26 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed 7. 04 Rue <u>Zerrari</u> <u>Ali</u> 8. 03 Rue <u>Aghrib</u> Mohamed 9. 04 Rue <u>Aghrib</u> Mohamed 10. 05 Rue <u>Aghrib</u> Mohamed 11. 07 Rue <u>Aghrib</u> Mohamed 12. 19 Rue Sidi <u>Ramdane</u> | <u>Sour Bab Sidi Ramdane</u> <u>Sidi Ramdan</u> <u>Djama Sidi Ramdane</u> | <u>Moghrebins</u> <u>Tigre</u> <u>Sidi Ramdan</u> | | | ARTEMIS |

Tableau III.19 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « T », Ilot « T1-T2 »), partie 01 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|--|--|--|---------|
| | | | <p>Bâtisse traditionnelle à « chebbek »</p> <p>Bâtisses traditionnelles à « aloui »</p> <p>Bâtisses traditionnelles remaniées</p> | <p>1. 28 Rue <u>Azouzi</u> Mohamed</p> <p>2. 03 Rue <u>Zerrari</u> Ali</p> <p>3. 01 Rue <u>Aghrib</u> Mohamed</p> <p>4. 03 Rue <u>Aghrib</u> Mohamed</p> <p>5. 05 Rue <u>Aghrib</u> Mohamed</p> <p>1. 04 Rue <u>Sidi Ramdane</u></p> <p>2. 07 Rue <u>Sidi Ramdane</u></p> <p>3. 09 Rue <u>Sidi Ramdane</u></p> <p>1. 04 Rue <u>Bourahla Houcine</u></p> <p>2. 06 Rue <u>Bourahla Houcine</u></p> <p>3. 01 Rue <u>Mouaha</u> Barberousse</p> <p>1. 02 Rue <u>Azzouzi</u> Mohamed</p> | <p>Sour Bab Sidi Ramdane Sidi Ramdan</p> | <p>Moghrebins</p> <p>Tigre</p> | | | |
| | | | <p>Bâtisses traditionnelles à « patio »</p> | <p>2. 02 Rue <u>Kataroudjile</u></p> <p>3. 04 Rue <u>Kataroudjile</u></p> <p>4. 06 Rue <u>Kataroudjile</u></p> <p>5. 03 <u>Impasse Kataroudjile</u></p> <p>6. 04 <u>Impasse Kataroudjile</u></p> <p>7. 14 <u>Impasse Merouane</u> Père et Fils</p> <p>8. 16 <u>Impasse Merouane</u> Père et Fils</p> <p>9. 01 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> <p>10. 03 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> <p>11. 07 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> <p>12. 04 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> <p>13. 11 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> <p>14. 15 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> <p>15. 19 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> | | | | | ARTEMIS |
| | | | <p>Bâtisses traditionnelles à « patio »</p> | <p>16. 21 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> <p>17. 77 Rue <u>Khebach Rachid</u></p> <p>18. 35 Rue <u>Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>19. 37 Rue <u>Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>20. 11 Rue <u>Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>21. 41 Rue <u>Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>22. 47 Rue <u>Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>23. 61 Rue <u>Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>24. 02 <u>Impasse Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>25. 03 <u>Impasse Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>26. 04 <u>Impasse Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>27. 06 <u>Impasse Sidi Driss Hamidouche</u></p> <p>1. 10 <u>Impasse Merouane</u> père et Fils</p> <p>2. 12 <u>Impasse Merouane</u> père et Fils</p> <p>3. 05 <u>Khebach Rachid</u></p> | | | | | ARTEMIS |

Tableau III.20 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « T », Ilot « T2-T3-T4 »), partie 02 (Source : auteurs).

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---------|
| | | | <p>Bâtisses traditionnelles à « chebbek »</p> <p>Bâtisses traditionnelles remaniées</p> | <p>4. 09 Khebache Rachid</p> <p>5. 47 Rue Sidi Driss Hamidouche</p> <p>6. 59 Rue Sidi Driss Hamidouche</p> <p>7. 01 Impasse Sidi Driss Hamidouche</p> <p>8. 05 Impasse Sidi Driss Hamidouche</p> <p>9. 07 Impasse Sidi Driss Hamidouche</p> <p>10. 18 Rue Sidi Ramdane</p> <p>11. 20 Rue Sidi Ramdane</p> <p>12. 24 Rue Sidi Ramdane</p> <p>1. 08 Rue Kataroudjile</p> <p>2. 10 Rue Kataroudjile</p> <p>3. 45 Rue Sidi Driss Hamidouche</p> <p>4. 51 Rue Sidi Driss Hamidouche</p> <p>5. 17 Rue Mouaha Barberousse</p> | | | | | ARTEMIS |
|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---------|

Tableau III.21 : La première sélection réalisée suite à l'investigation *in-situ* (zone « T », Ilot « T4 »), partie 03 (Source : auteurs).

Le croisement de tous ces classements, nous a permis de ressortir avec un échantillonnage pour lequel nous avons procédé à une autre sélection pour pouvoir ressortir nos 6 cas de maisons sélectionnées.

| Ilots | Adresses archivées | Etat des maisons | Relevés mesures d'urgence | Etat des maisons | Relevés à faire | Etats des maisons |
|----------|----------------------------|-----------------------|--|---|---|--|
| A | 1. 43 Benghanif Mohamed | | <p>1. 03 Rue Boualem Bouchlaghem</p> <p>2. 05 Rue Boualem Bouchlaghem</p> <p>(je n'ai pas les travaux de mesures d'urgence)</p> | <p>1. Très bon exemple</p> <p>1. Très bon exemple</p> | <p>1. 06 Rue Rouane Abdelhamid</p> <p>2. 01 Impasse Ali Ayache</p> <p>3. 03 Impasse Ali Ayache</p> <p>4. 01 Rue Benchikh Mustapha</p> <p>5. 10 Rue Benghanif Mohamed</p> <p>6. 68 Rue Benghanif Mohamed</p> | <p>1. Bon exemple</p> <p>2. Très bon exemple</p> <p>3. Très bon exemple</p> <p>4. Très bon exemple</p> <p>5. Très bon exemple</p> <p>6. Très bon exemple</p> |
| U | 1. 11 Abdelhamid Rouane | 1. pas encore visitée | 1. 10 Rue Sidi M'hamed Cherif | 1. Bon exemple | <p>2. 01 Rue Rouane Abdelhamid</p> <p>3. 11 Rue Abdelhamid Rouane</p> | <p>1. Très bon exemple</p> <p>2. pas encore visitée</p> |
| J | 1. 01 Rue Gaoua Abdelkader | 1. P.P.D | <p>1. 07 Rue Gaoua Abdelkader (je ne l'ai pas)</p> <p>2. 08 Rue Mahieddine Bey Salah (je ne l'ai pas)</p> <p>3. 05 Impasse des Palmiers</p> <p>4. 02 Rue Amokrane Mohamed</p> <p>5. 03 Rue mahieddine Bey Salah</p> <p>6. 17 Rue Hacene Ouchefoune</p> | <p>1. Bon exemple</p> <p>2. Bon exemple</p> <p>3. Exemple moyen</p> <p>4. P.P.D</p> <p>5. Bon exemple</p> <p>6. Bon exemple</p> | 1. 01 Rue Gaoua Abdelkader | 1. P.P.D |

| | | | | | | |
|----------|---|---------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|
| L | 1. <u>05 Impasse des Pyramides</u> | 1. RDV propriétaire | 1. 02 Impasse sidi Mohamed Cherif | 1. P.P.D | 1. 06 Rue des frères Bachara | 1. Très bon exemple |
| | 2. <u>05 Impasse Said Amara</u> | 2. ruine | 2. 07 Rue sidi Mohamed Cherif | 2. Très bon exemple | 2. 08 Rue des Frères Bachara | 2. Très bon exemple |
| | 3. <u>07 Impasse Said Amara</u> | 3. ruine | 3. 02 Impasse des Pyramides | 3. Très bon exemple | 3. 05 Impasse des Pyramides | 3. RDV propriétaire |
| | 4. <u>01 Impasse Ouahes Slimane</u> | 4. fermé | 4. 01 Impasse des Pyramides | 4. fermé | 4. 01 Impasse Ouahes Slimane | 4. Fermé |
| | 5. <u>02 Impasse Ouahes Slimane</u> | 5. exemple moyen | 5. 14 Rue Larichi Ahmed | 5. P.P.D | 5. 02 Impasse Ouahes Slimane | 5. exemple moyen |
| | 6. <u>03 Impasse Ouahes Slimane</u> | 6. en état extrême | 6. 01 Impasse Said Amara | 6. Très bon exemple | 6. 03 Impasse Ouahes Slimane | 6. en état extrême |
| | 7. <u>05 Impasse Ouahes Slimane</u> | 7. en état extrême | 7. 03 Impasse Said Amara | 7. Très bon exemple | | |
| | 8. <u>07 Impasse Ouahes Slimane</u> | 8. très bon exemple | 8. 10 Impasse Said Amara | 8. Pas encore visité | | |
| | 9. <u>12 Rue des frères Bachara</u> | 9. Ruine | | | | |
| | 10. <u>14 Rue des frères Bachara</u> | 10. Ruine | | | | |
| | 11. <u>18 Rue des frères Bachara</u> | 11. Ruine | | | | |
| | 12. <u>20 Rue des frères Bachara</u> | 12. Ruine | | | | |
| | 13. <u>04 Impasse Sidi Mohamed Cherif</u> | 13. Ruine | | | | |

Tableau III.22 : Echantillonnage finale suite au classement effectué pour toutes les zones étudiées

Les six cas de maisons choisies pour le corpus finale sont :

A. TYPOLOGIE A WAST-EL-DAR :

1. 7 impasse des Frères Bachra
2. 5 impasse des Frères Bachara

B. TYPOLOGIE A CHEBEK :

1. 10 rue Benghanif Mohammed
2. 45 rue Benghanif Mohamed

C. TYPOLOGIE A ULWI :

1. 2 rue des Frères Bachara
2. 11 rue Rouane Abdelhamid

3.4.2. Identification globale des transformations rapportées à chaque cas d'étude

Chaque typologie, retenue pour les besoins de l'analyse et de l'expérimentation, renvoi à la fois à un cas d'étude qui semble présenter des transformations positives et un à autre cas d'étude qui laisse voir des transformations négatives. Les cas d'étude sont tous situés dans la même zone du même district et partagent la même topographie. Ils bénéficient tous des mêmes conditions climatiques. Dans cette section, nous identifions de manière générale quelques transformations pour chaque typologie, et plus précisément pour chaque cas d'étude. Le second volume, qui est justement consacré aux fiches descriptives, révèle de manière plus profonde et avec des explications graphiques, le type et la nature des transformations pour chaque cas d'étude.

- CAS « A.1 » : Cette maison traditionnelle, située donc dans la Haute Casbah, n'a qu'une seule façade qui donne sur l'impasse des frères Bachara. De typologie wast al-dar, elle couvre une superficie de 105 m² et se développe sur une hauteur de 10.29 m. Elle a été construite avec des matériaux traditionnels locaux (calcaire, terre cuite, bois et mortier et enduit à la chaux). L'espace intérieur est harmonieusement aménagé sur trois niveaux : un rez-de-chaussée et un étage bordés de galeries et d'arcades, où de grandes chambres ouvertes sont aménagées, ainsi qu'une terrasse accessible. Au centre, se trouve un patio, assurant une baisse de température lors des étés chauds. Cette maison est habitée par 8 personnes appartenant à la même famille (Fig. III.5).

Les documents d'archives et les études sur terrain nous ont permis d'identifier une série de transformations subies, au cours des deux derniers siècles, par la présente maison sous étude. Nous remarquons qu'elle n'en a subi que très peu, à l'exemple de :

- Au rez-de-chaussée : le changement fonctionnel (deux pièces d'origine transformées en cuisines) ; la fermeture des ouvertures de ventilation au niveau du patio qui permettaient d'introduire le système aéraulique ; l'aménagement d'un petit coin salle d'eau au niveau du wast-el-dar ; le changement du revêtement du sol, à l'exception du marbre du patio, qui est toujours présent et bien entretenu.
- Au premier étage : l'ouverture d'une nouvelle fenêtre dans l'une des chambres et le rajout de deux points d'eau (lavabos).
- Au niveau du Menzah qui correspond à une surélévation coloniale : le réaménagement de ce grand espace en deux grandes chambres avec le percement d'une fenêtre.

- En terrasse : le rajout d'une construction légère couverte de tertiaire qui regroupe des toilettes et une douche.
- Sur le plan matériel : le changement du plancher ancien en bois au niveau de tous les étages avec l'utilisation de nouveaux matériaux comme le béton ; le recours à la peinture glycérophtalique sur les surfaces murales de l'étage.
- L'utilisation de nouveaux appareils électroniques tels que : 3 Frigidaires, 2 chaudières, 2 machines à laver, 3 cuisinières, 2 micro-ondes, 2 PC portables, 4 démodulateurs, 2 plasmas+ TV, 2 climatiseurs (Menzah+ 1er étage).

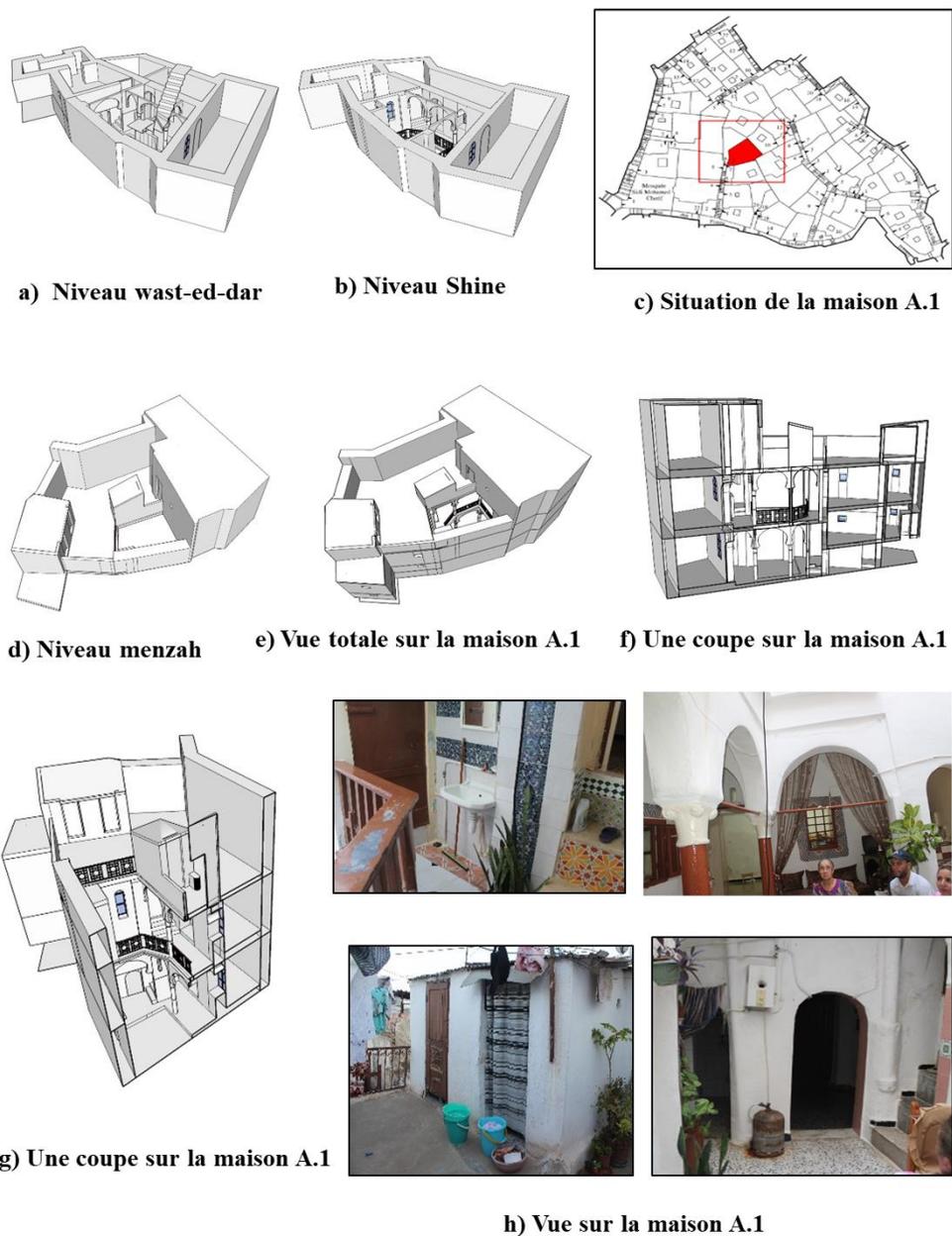


Figure III.5 : les transformations subies par la maison A.1 (Source : auteurs)

- CAS « A.2 » : Cette maison située aussi en haute Casbah, possède une seule façade sur l'impasse des frères Bachara. De typologie wast el-dar, elle couvre une superficie de 120 m² et se développe sur une hauteur de 10,33 m. Elle a été construite avec des matériaux locaux anciens (pierre calcaire et briques de terre cuite et un mortier de chaux). La maison étudiée comporte trois niveaux qui s'organisent autour d'un patio découvert. Le rez de chaussée est composé de deux grandes chambres, d'une cuisine et d'une salle d'eau. Au premier niveau (*foukani*), la distribution est identique, sauf pour une pièce qui est couverte par un dôme. Au niveau terrasse, se trouve enfin le Menzah (un grand espace où les femmes se réunissaient pour discuter). Cette maison est habitée par 4 familles réunissant 20 personnes.

Diverses transformations sont intervenues dans cette maison au fil des ans (Fig. III.6).

Quelques-unes d'entre elles sont énumérées ici :

- Au rez-de-chaussée : l'aménagement d'une nouvelle cuisine accompagnée de l'ouverture d'une nouvelle fenêtre donnant sur le patio ; le changement fonctionnel de l'ancienne buanderie en cuisine actuelle ; la construction de deux nouvelles pièces à l'entrée de la maison qui à l'origine correspondait à une cour ; la fermeture de toutes les ouvertures d'aération, situées au niveau du patio.
- Au premier étage : chaque chambre a été privatisée pour une famille, suivi aussi par la fermeture des deux galeries latérales ; l'aménagement d'une nouvelle cuisine au niveau des galeries et l'ajout d'un WC et de deux points d'eau ; maintien de l'ancienne cuisine avec l'obstruction de la cheminée conçue au départ pour dégager l'air à l'extérieur ; l'installation de deux climatiseurs (un dans chaque chambre).
- Au niveau du Menzah : l'obstruction de deux ouvertures latérales originelles et le percement d'une nouvelle fenêtre au milieu, ce qui a influencé particulièrement la rentrée et la sortie d'air engendrant des déperditions fluctuantes ; l'installation d'un climatiseur.
- Sur le plan matériel : l'usage de nouveaux matériaux comme le ciment et la peinture glycérophthalique, ce qui ne permet pas aux murs de respirer et engendre un taux d'humidité très élevé, lequel est accentué davantage par l'augmentation du nombre de ménages vivant dans cette maison.

- L'introduction des nouveaux appareils électroniques ; 4 Frigidaires, 1 chaudière, 2 machines à laver, 4 cuisinières, 1 micro-ondes, 3 PC portables, 4 démodulateurs, 2 plasmas+ 5TV, 5 climatiseurs.

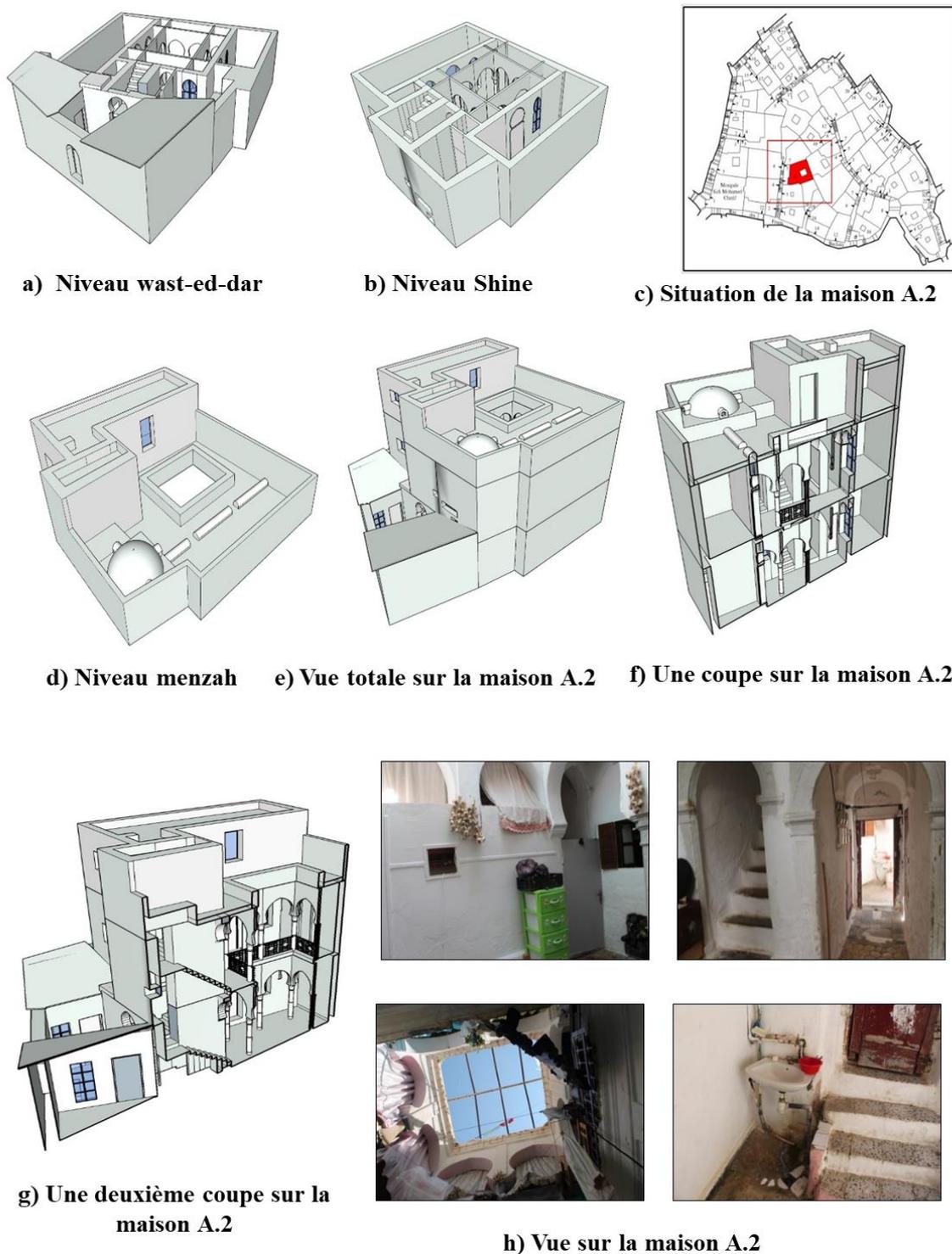


Figure III.6 : les transformations subies par la maison A.2 (Source : auteurs)

- CAS « B.1 » : Cette maison, située dans le quartier haut de Bab El Djdid, au milieu de ruines de maisons détruites tout prêt du fort, est habitée depuis 1938 par une seule famille de 8 personnes. De typologie Chebek, elle est caractérisée par une façade principale donnant sur la rue Abdelhamid Benghanif. Sa superficie ne dépasse pas 54 m², sur une hauteur de 14,5 m. Elle est construite avec de la pierre bleue. L'espace intérieur est harmonieusement aménagé, comme on peut le constater sur la figure (). Il comporte au rez-de-chaussée une cuisine, une *sqifa* (espace séparant l'entrée du reste de la maison) et un chebâk (puits de lumière). Au niveau de ses deux étages supérieurs qui sont similaires, sont aménagées deux grandes pièces ouvertes ; le chebek est recouvert de verrière ; le menzah est composé de la chambre originelle qui a été étendue après l'indépendance pour inclure une cuisine et une terrasse accessible. Comme cette maison est privée et occupée par les mêmes propriétaires héritiers de ce bien immobilier de génération en génération, depuis 1934, son entretien s'est maintenu à ce jour (les murs sont blanchis à la chaux chaque année).

Cette maison a subi plusieurs transformations que nous allons citer (Fig. III.7) :

- Au niveau de la *sqifa* : un changement fonctionnel a eu lieu, transformant un ancien atelier de production de café en une cuisine ; le rajout d'une salle de bain avec toilettes ; la substitution du revêtement au sol. L'ancienne entrée fut transformée en une grande ouverture dans la cuisine actuelle.
- Au premier étage : l'ancienne structure de franchissement en bois (rondin de thuya, solive de cèdre, terre) a été remplacée par un plancher colonial à voûtains (poutrelles métalliques et briques cuites liaisonnés au moyen de mortier en ciment) ; Réalisation d'un faux plafond au-dessous du plancher en bois traditionnel encore en place ; le percement d'une nouvelle fenêtre dans le mur de l'une des pièces ; l'installation de deux points d'eau (évier).
- Au second étage, qui est en très bon état de conservation, mais totalement fermé, nous remarquons l'installation d'un point d'eau au niveau du chebak qui a été recouvert par du plastique. La fermeture de cet étage a causé une température basse pendant l'hiver et une forte température pendant l'été.
- Au niveau du menzah : la surélévation d'une extension afin d'inclure, d'un côté, l'espace d'une cuisine, supporté par des solives métalliques fixées à une voûte en brique, en très bon état, datant de la période coloniale, de l'autre côté d'une chambre à coucher.

- Parmi les autres changements, nous citons aussi le percement de trois nouvelles fenêtres, l'installation de toilettes et l'ajout d'un plancher de béton surélevé (terrasse accessible).
- De nouveaux appareils électroniques ont également été introduits et comprennent 2 ordinateurs, 2 téléviseurs, 2 réfrigérateurs, 2 climatiseurs et 2 cuisinières.

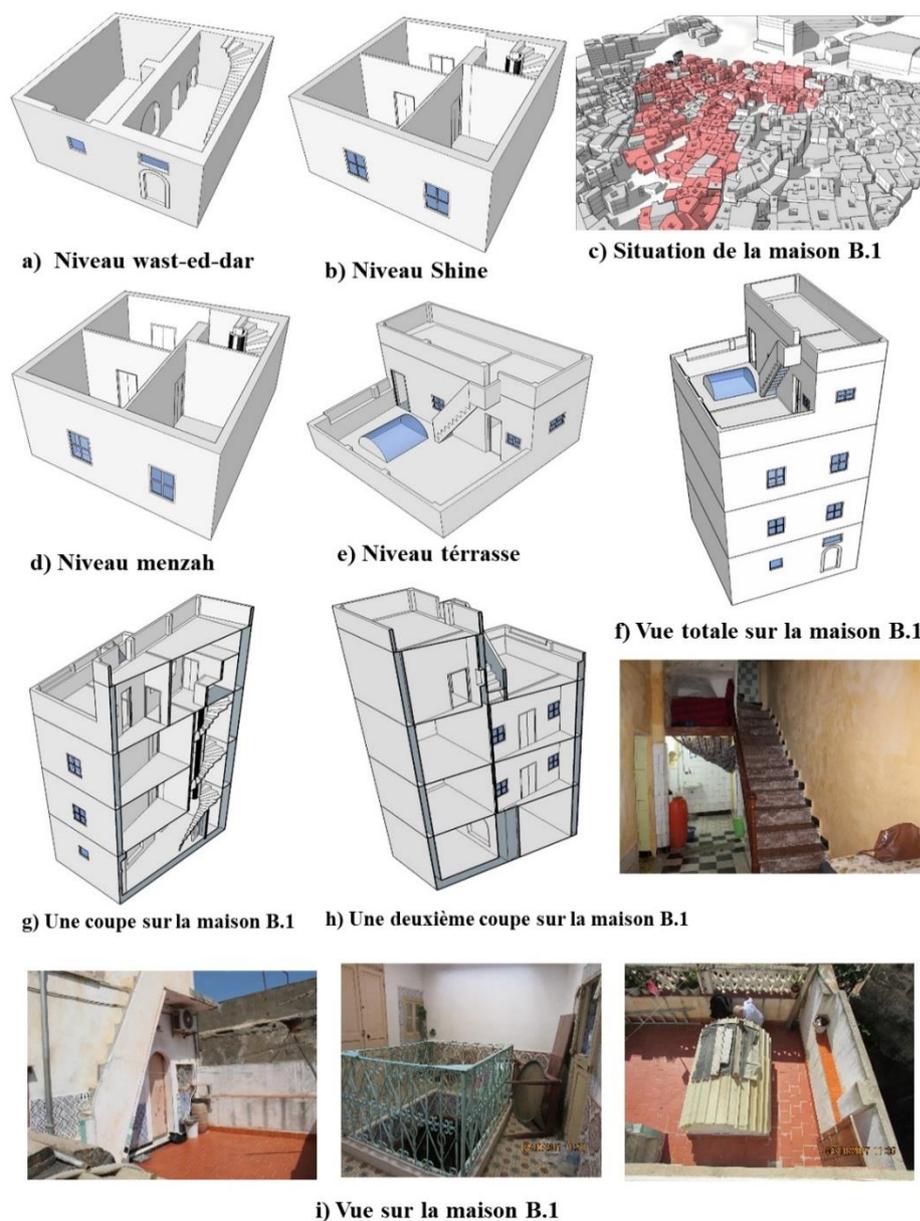


Figure III.7 : les transformations subies par la maison B.1 (Source : auteurs).

- CAS « B.2 » : Cette maison, située dans le quartier de Bab El Djdid, est occupée par quatre familles de 18 personnes. Sa façade principale donne sur la rue Abdelhamid Benghanif. De typologie chebek, elle s'étale sur 47 m² de superficie et sur 7.06 m de hauteur. Le rez-de-chaussée est formé d'un hall d'entrée et de deux pièces sans ventilation, ni lumière (très sombre). On constate l'installation des toilettes et d'une salle de bain entre le rez-de-chaussée et le premier niveau (de mi-hauteur). Cet étage intermédiaire a un petit chebek et de grandes chambres. Le menzah abrite deux chambres et une terrasse accessible. La maison est une propriété privée et a vu au cours des années une augmentation du nombre de ses occupants, qui ne sont pas forcément les propriétaires originels (4 familles, 18 personnes). Ces derniers lui ont apporté des modifications, sans prendre avis auprès des spécialistes compétents.

Cette maison a subi plusieurs transformations, comme le montre la figure III.8 :

- Au niveau de la sqifa : constat de modifications fonctionnelles ; reconversion de deux magasins en deux chambres à coucher mal éclairées et mal ventilées ; installation d'une salle de bain avec toilettes au-dessus d'un puit de lumière non fonctionnel, laissant la maison vulnérable face à l'augmentation du taux d'humidité.
- Au premier étage : percement d'une nouvelle fenêtre ; remplacement du planchéage traditionnel en vieux bois de thuya et de cèdre par un faux plafond contemporain en plâtre, engendrant une forte infiltration d'eau, une perte de la matière, une augmentation du taux d'humidité et la prolifération de moisissure et de champignons au niveau du plancher.
- Au niveau du menzah : le recouvrement du chebek, entraînant la réduction de l'entrée d'air et de lumière ; la subdivision du grand espace en deux pièces, abritant chacune une famille, avec le percement d'une nouvelle ouverture pour chaque pièce, le plancher remonte à la période coloniale et son état est dégradé (corrosion des solives métalliques).
- Sur le plan matériel : l'utilisation de nouveaux matériaux comme le ciment et la peinture glycérophtalique, ce qui ne permet pas aux murs de respirer et se traduit par un taux d'humidité élevé, particulièrement au niveau du sol (présence de moisissure).
- De nouveaux appareils électroniques ont été introduits : 1 réfrigérateur ; 1 chaudière ; 1 machine à laver, 1 cuisinière, 2 ordinateurs, 2 climatiseurs, un

ventilateur et 3 télévisions. En raison d'un manque d'entretien, cette maison souffre d'une ventilation et d'un éclairage insuffisant, ce qui a entraîné des odeurs nauséabondes.

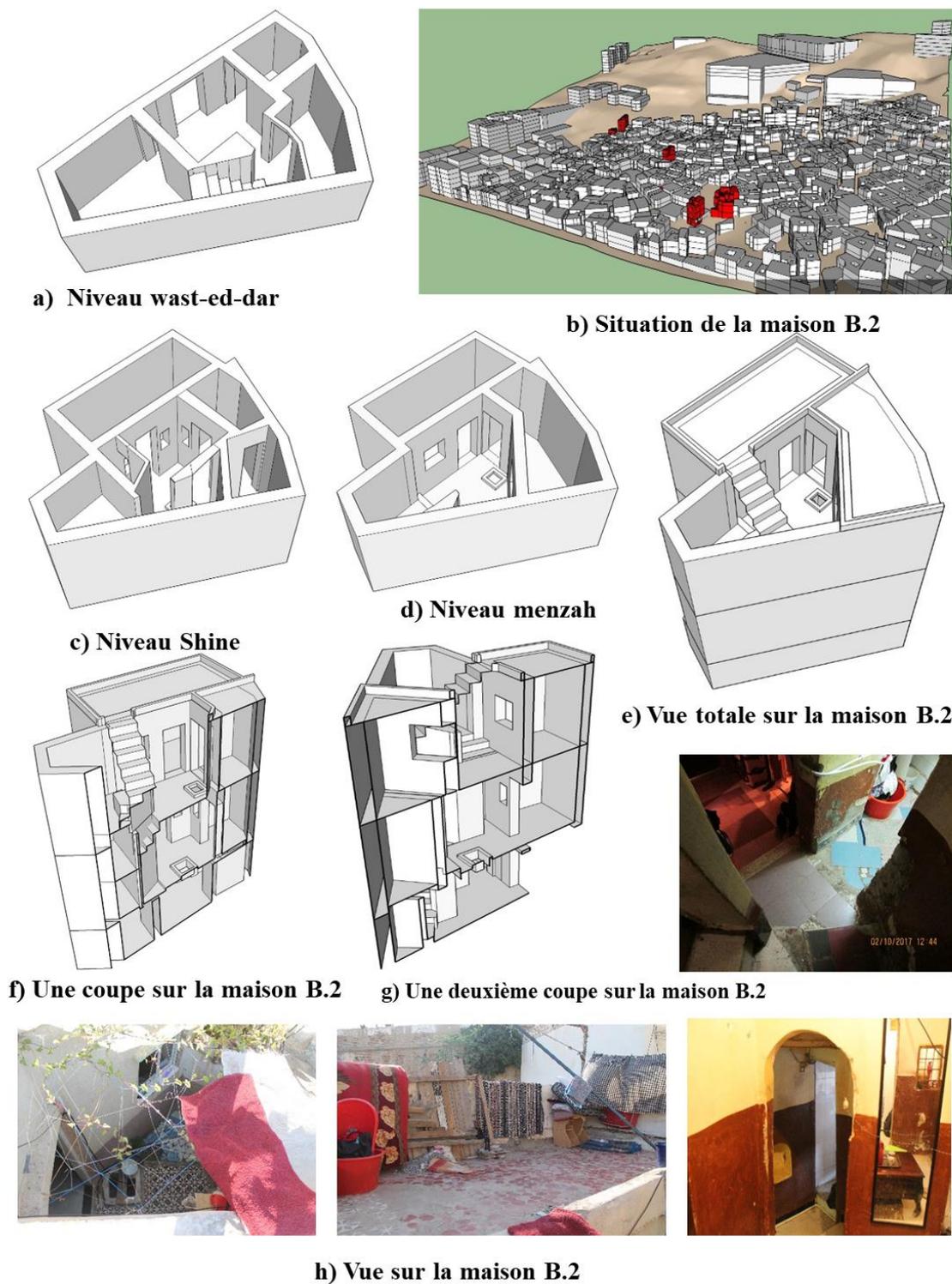


Figure III.8 : les transformations subies par la maison B.2 (Source : auteurs)

- CAS « C.1 » : Cette maison, située en haute Casbah, occupe une parcelle d'angle en offrant deux façades, l'une sur l'impasse et l'autre sur la façade principale de la rue frères Bachara. De typologie ulwî, elle couvre une superficie de 50 m² sur une hauteur de 12,5 m. L'espace intérieur est harmonieusement aménagé sur trois niveaux. Le rez-de-chaussée comprend une cuisine, un débarras et une Sqifa, des toilettes, un puit de lumière (couvert de grillage métallique laissant ainsi pénétrer la lumière et l'air frais). Les deux étages identiques se composent de deux grandes pièces, dont l'un qui est devenu inhabitable. Le niveau (Menzah), datant de l'époque coloniale, est formé d'une grande pièce et d'un coin d'eau (SDB et WC), le reste étant une terrasse accessible. Cette maison est habitée par une famille de 5 personnes (famille originelle). Le type d'occupation de cette maison est privé et les utilisateurs sont les propriétaires, ce qui explique l'entretien permanent de la bâtisse.

Cette maison a subi plusieurs transformations (Fig. III.9) telles que :

- Au niveau de la sqifa : le recours à un changement fonctionnel (c'était un local commercial qui est actuellement une cuisine avec toilette et une salle de bain) ; le percement de deux nouvelles fenêtres dans la cuisine ; la substitution du WC turcs par un WC anglais.
- Au premier étage : l'installation d'une salle de bain dans l'une des grandes chambres et l'obstruction d'une fenêtre de ventilation.
- Au second étage désaffecté : l'obstruction de deux fenêtres créant ainsi une perte de matière et un taux d'humidité très élevé.
- Au niveau du Menzah agrandi : l'installation d'un nouveau coin d'eau (SDB+WC).
- Sur le plan structurel et matériel : le changement de tous les planchers de la maison (du vieux bois de thuya et de cèdre au bois blanc moderne), à l'exception du menzah (plancher à voûtain colonial réalisé en poutres métalliques et brique cuite à trois trous que liaisonne un mortier de ciment).
- Le recours à la faïence moderne et au granito pour le revêtement au sol et mural ; substitution du revêtement des escaliers, qui était en bois ancien, par des plaques de granito.
- L'introduction de nouveaux appareils électroniques, tels que 1Frigidaire, 1 chaudière, 1 machine à laver, 2 pc portable, 1 four, 1 climatiseur au niveau du Menzah et un 1 ventilateur au 1^{er} étage, 2 téléviseurs.

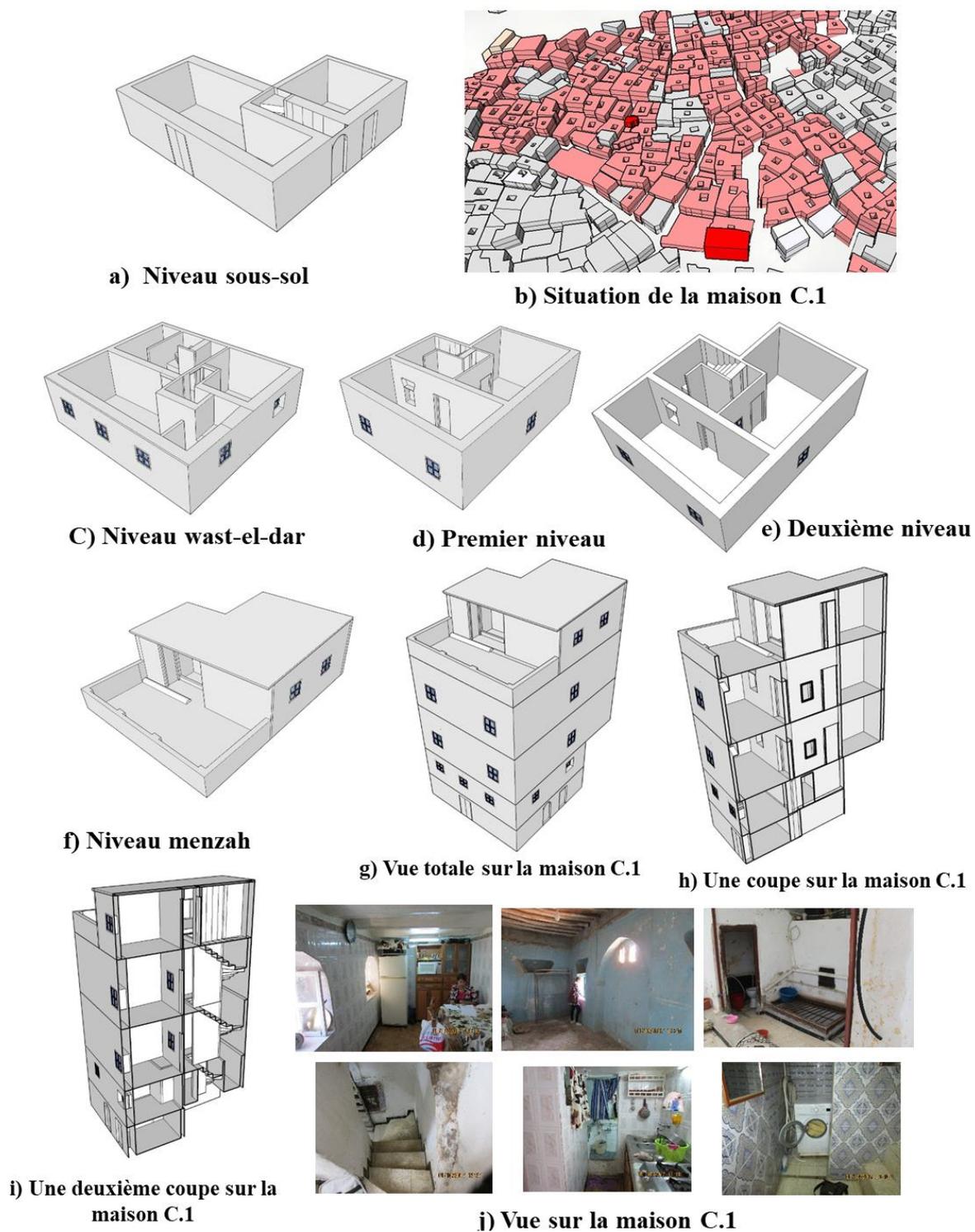


Figure III.9 : les transformations subies par la maison C.1 (Source : auteurs)

- CAS « C.2 » : Cette maison, située également dans la haute Casbah est habitée par trois familles (5 personnes). Sa façade principale donne sur la rue Rouane Abdelhamid. De typologie ulwî, elle a été divisée en deux à l'arrivée des Français. Sa deuxième partie est actuellement détruite, laissant seulement une superficie de 40 m² sur une hauteur de 14,5 m exploitable. Elle consiste en un très étroit rez-de-chaussée où un WC a été agencé et en deux étages identiques comprenant une grande chambre. Quant au menzah, il a été agrandi avec l'aménagement d'une cuisine et d'une chambre à coucher et l'ajout d'une surélévation.

Cette maison a subi d'innombrables transformations, dont nous citerons quelques-unes (Fig. III.10) ;

- Au niveau du rez-de-chaussée, d'une superficie très réduite, vu que c'est une construction qui s'organise verticalement : l'aménagement de toilettes en face de l'entrée.
- Au premier étage : l'aménagement d'un coin cuisine dans le hall d'entrée, avec le percement d'une nouvelle fenêtre.
- Au second étage : la subdivision de l'espace en deux petites pièces dont l'une d'elle est aménagée une cuisine à l'intérieur même de la pièce.
- Au niveau du menzah : l'agrandissement de la pièce et l'aménagement d'une pièce et cuisine en hauteur, qui est accessible avec des escaliers de chaque côté, à l'étage surélevé du manzeh, il y a eu l'installation de deux points d'eau.
- On note également l'introduction des dispositifs électroniques ; 3 Frigos, chaudière, machine à laver, 1 ordinateur, 3 cuisiniers, 3 télévisions.



a) Situation de la maison à la haute Casbah

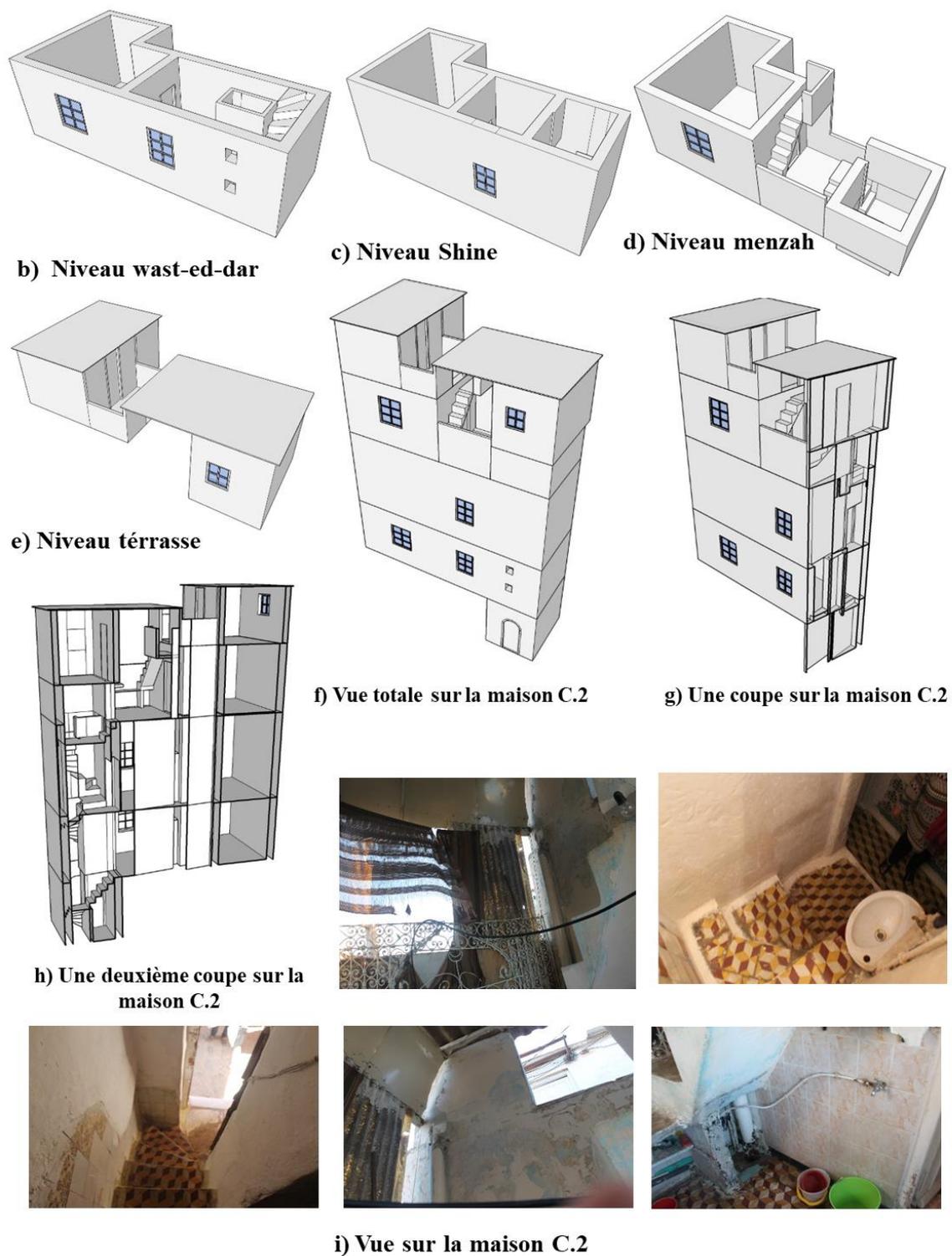


Figure III.10 : les transformations subies par la maison C.2 (Source : auteurs)

CONCLUSION

Le patrimoine architectural est aujourd'hui une préoccupation majeure par la communauté scientifique, les bâtiments à valeur architecturale et patrimoniale subissent des transformations et des modifications afin d'assurer un niveau de confort actuel. La notion "de microclimat et de confort" ", consacrée à la mise en valeur des ambiances dans le contexte du patrimoine urbain et architectural, constituerait une alternative pour remédier à ce manque.

À l'heure actuelle, en Algérie, un retour au patrimoine bâti a eu lieu, les spécialistes tirent déjà la sonnette d'alarme concernant la dégradation du patrimoine en général et des bâtiments résidentiels en particulier, ce qui risque de compromettre sa durabilité et sa persistance, si nous ne prenons pas les mesures nécessaires, nous pourrions réserver aux générations futures un monde sans aucune richesse ni héritage.

L'ancien design offre des solutions pratiques et durables aux problèmes liés à la qualité de l'environnement et au confort de l'habitat. Le bâti résidentiel de la vieille ville d'Alger a été choisi comme étude de cas en raison de ses valeurs historiques, urbaines et environnementales spécifiques.

Ce travail étudie l'effet des bouleversements qu'il y a eu depuis un demi-siècle sur les manières de renouveler l'habitat et de construire, car en fait cette recherche contribuera à préserver l'architecture traditionnelle locale, qui représente un patrimoine inaliénable, vu sa valeur identitaire, ainsi que sa qualification culturelle.

Notre contribution s'inscrit dans le cadre d'une recherche consacrée à l'architecture dite « hybride » ayant pour objet d'étude le bâti résidentiel ottoman de la vieille ville d'Alger, plus précisément, cette première partie s'est en fait consacrée aux modes d'appropriation engendrées par les français (durant la période coloniale) et par les habitants algérois après l'Indépendance (période postcoloniale).

En effet, durant l'occupation française, les maisons ottomanes ont fait l'objet de transformations profondes dont on ne mesure pas toujours l'ampleur et ça faute de documentation, dans lesquels les travaux de restauration et de mesure d'urgence n'ont pas pu traiter ce phénomène de réadaptation et de réappropriation. Ces transformations, qui ne perpétuent pas un modèle unique, sont à la fois le fait d'Européens lors de la colonisation française ou d'Algériens après l'indépendance, effectivement, les choix esthétiques opérés

durant cette période montrent déjà une hybridation des deux modèles dits « français » et « mauresque ».

L'appropriation des espaces par les anciens ou les nouveaux habitants, les autorise à produire des transformations. Ces processus d'adaptation et de rectification font apparaître différents types d'habitat, certains sont rejetés par leurs occupants et considérés comme transitoires tandis que d'autres deviennent des modèles dominants.

Dans la maison commune où chaque pièce est occupée par une famille différente, sans lien de parenté avec ses voisines, l'appropriation consistera à lever les contraintes liées à la cohabitation forcée avec des étrangers, à gérer la pénurie d'espace et à protéger les intimités multiples au sein d'une même famille, en procédant à l'occupation des pièces voire de l'unique pièce/logement. Ce type d'habitat est considéré comme provisoire aux yeux des ménages qui mobiliseront toutes leurs stratégies pour quitter les lieux, allant jusqu'à détruire des parties très importantes de ce bâti traditionnel qui a gardé son authenticité pendant des siècles.

L'habitat traditionnel totalement introverti présentait une façade intérieure qui encadrait le patio et contrastait avec la sobriété extérieure du bâti. Ce schéma a d'ailleurs considérablement structuré les modalités d'appropriation de la population rurale venue en ville au moment de l'indépendance. Les pratiques de fermeture de l'habitat s'étaient alors généralisées. Un processus inverse « retourne » progressivement l'espace domestique vers l'extérieur. Les habitants procèdent en effet de plus en plus à la réouverture de la façade sur l'espace urbain en la chargeant des signes de l'urbanité, en attestant sur la diversité des matériaux utilisés et des formes de décoration mises en œuvre.

Dans cette première partie, nous avons justement pu identifier la nature et les raisons de ce phénomène de transformation qui ont été établies soit par les français qui représentaient un comportement colonial destructif, soit par les nouveaux habitants qui ont occupé les maisons traditionnelles après l'indépendance, et qui se caractérisait par la transposition du modèle de l'appartement individuelle de l'immeuble moderne dans la maison traditionnelle familiale engendrant ainsi le cloisonnement intérieur, l'ouverture de la maison vers l'extérieur (percement ou agrandissement des ouvertures sur la façade), les extensions en hauteur et sur les terrasses ainsi que l'introduction des nouveaux espaces de confort moderne (salle d'eau, toilette, SDB...), soit par les transformations effectuées entre 2003 et 2006 par les

organismes de réhabilitation des espaces et de rénovation de la Casbah tels que l'OFIRAC ou l'OFARES.

Il faut aussi noter que les maisons de la casbah d'Alger ont subi divers travaux de mesure d'urgence qui ont parfois causé des désordres à l'intérieur des maisons pour plusieurs raisons tels que le manque de spécialistes notamment en matière de "qualification des architectes" spécialisés dans la réhabilitation et la restauration des biens culturels, mais aussi la non implication des citoyens dans ces travaux et qui devraient avoir un rôle très important.

La deuxième partie de ce travail aura pour objectif d'étudier l'impact des transformations sur le confort hygrothermique du bâti résidentiel, en s'appuyant sur une méthode pluridisciplinaire pour améliorer le confort thermique et le microclimat intérieur dans le bâti résidentiel historique. La méthode combine des observations faites sur site avec les campagnes de mesures *In-Situ* pour les deux saisons (estivale et hivernale), mais aussi les simulations dynamiques et modélisations numériques des cas d'étude à l'aide du logiciel Design Builder et la validation des modèles, la finalité de cette recherche est d'apporter des solutions pratiques afin de pouvoir résoudre les désordres causés et de pouvoir reconstruire les maisons qui sont en ruine.

**DEUXIEME PARTI : LE CONFORT
HYGROTHERMIQUE DANS LE BATI
RESIDENTIEL OTTOMAN D'AL**

INTRODUCTION

Assurer une sensation de chaleur en hiver et se préserver des fortes chaleurs en été est depuis longtemps un souci majeur pour les spécialistes (les techniciens, les thermiciens, les restaurateurs, etc.). D'ailleurs, un des objectifs de l'architecture réside dans la satisfaction des occupants par le bien être thermique.

Généralement, cette notion de confort accueillerait aussi les idées d'adaptation, de pertinence, de commodité, de seuil, de label, ...etc. On est face à une question en perpétuelle évolution par sa subjectivité, sa complexité et par le nombre de paramètres qualitatifs et culturels pouvant être considérés dans son évaluation.

En général, la quête du confort a été reconnue comme l'un des premiers moteurs humains du besoin d'hébergement de l'homme⁹⁶. Par conséquent, le confort est défini comme la relation entre l'individu et son environnement nécessitant une approche interdisciplinaire⁹⁷. De plus, son concept a évolué au fil du temps, influençant la conception architecturale⁹⁸. Au cours de l'Antiquité et du Moyen Âge, le confort était lié à l'espace et sa perception. Avant la Révolution française, il s'occupait d'ornement alors qu'au milieu du XXe siècle, il a été associé aux conditions sanitaires et à la volonté de répondre aux besoins de l'utilisateur. Aujourd'hui, l'idée du confort est liée aux préoccupations environnementales⁹⁹, à la satisfaction, au bien être, à la qualité de vie, nous remarquons que des aspects immatériels lui ont été conférés.

Le confort provient du mot anglais « Comfort », apparu en 1816, et signifie qui « contribue au bien-être des individus par la commodité de la vie, matérielle, intellectuelle et sociale ». La notion du confort est relativement subjective, vu la complexité de l'être humain, et elle est donc difficile à standardiser.

⁹⁶ Lucchi E. 2016. Multidisciplinary risk-based analysis for supporting the decision-making process on conservation, energy efficiency, and human comfort in museum buildings. *Journal of Cultural Heritage*. 22: 1079–1089.

⁹⁷NicoL, J.F., Humphreys, M.A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Journal Energy and Buildings*. 34 (2002) 563–572.

⁹⁸ Pigliautile I et al. 2018 on an innovative approach for microclimate enhancement and retrofit of historic buildings and artworks preservation by means of innovative thin envelope materials. *Journal of Cultural Heritage*. In Press, Corrected Proof. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.017>.

⁹⁹ Moser G. 2009. *Psychologie environnementale, les relations homme-environnement*. Bruxelles: de Boeck.

Effectivement, à la casbah d'Alger, c'est le concept environnemental qui est révélé comme un apport significatif de la conception architecturale durable, et ce par rapport aux dispositifs utilisés dans les maisons traditionnelles de la Casbah, qui servent à assurer une ventilation naturelle permettant d'assurer l'équilibre entre les besoins d'aérer en période estivale et la nécessité d'injecter du vent froid en période hivernale. En fait, Le confort hygrothermique, pour ce patrimoine résidentiel, se résume en fait en une structure dense, créant un bâti compact, induisant différentes typologies qui à son tour s'adapte au climat et à la topographie du site, avec des petites ouvertures assurant des températures douces en toute saison et une bonne qualité d'air.

A cet effet, nous avons d'abord brossé un tableau général sur le confort hygrothermique et ses variables dans cette seconde partie de la thèse. Nous avons présenté ensuite la démarche adoptée en termes de mesures *in-situ*, de modélisations et simulations, voire encore de validations des modèles, afin de proposer des solutions architecturales au bénéfice des habitations traditionnelles du vieil Alger ottoman, en discutant particulièrement de leur qualité environnementale (avant et après modifications). Nos discussions portent notamment sur les résultats obtenus pour chaque typologie de ces maisons – à *wast ed-dar*, à *chebak* et *ulwi* –, en tenant compte des paramètres de ventilation, de température, d'humidité, et en général de tout ce qui concerne la recherche du confort thermique, l'isolation, les principes de l'inertie thermique, ainsi que les notions de confort. Nous avons établi par la suite une corrélation entre chaque cas présentant une transformation positive ou négative, mais aussi entre les trois typologies dans le but d'identifier le model ayant gardé un confort optimal, tout en ayant subi des transformations utiles pour garantir les exigences du confort actuel.

Il convient de préciser que les discussions et interprétations des résultats obtenus par la campagne de mesure, par les simulations thermodynamiques et par la validation du model, adoptent dans cette seconde partie de la thèse la forme de graphes et de tableaux.

CHAPITRE 01 : DU CONFORT HYGROTHERMIQUE EN GENERAL

1.1. La notion du confort hygrothermique

La façon dont le climat intérieur affecte le confort à l'intérieur du bâti résidentiel est un aspect souvent négligé par les études sur la culture matérielle ancestrale. Face à un climat de plus en plus extrême, on exige de toute urgence des réponses aux questions suivantes :

- Comment les gens peuvent-ils rester non seulement en situation de confort, mais également en sécurité sur le plan thermique et en bonne santé dans un monde en réchauffement climatique ?
- Les tendances et les événements actuels et futurs en matière de température peuvent-ils menacer non seulement les bâtiments et les villes, mais également le patrimoine résidentiel, qui est en perpétuelle dégradation ?

Actuellement, l'amélioration du confort thermique a été cruciale pour le développement du patrimoine résidentiel. A ce titre, nous avons été amenés à démontrer, dans la présente recherche, comment différentes générations d'habitants de la Casbah d'Alger ont réagi au climat intérieur et quelles stratégies ont été adoptées pour l'améliorer. Le climat intérieur est généralement défini comme une interrelation, d'une part, entre la forme et la structure du bâtiment, et d'autre part, le climat actuel, les températures, l'humidité relative, le rayonnement solaire et la direction du vent¹⁰⁰. Avant la fin du XIX^e siècle, lorsque le chauffage central et la ventilation se développaient rapidement, il était essentiel de savoir comment se vêtir chaudement, sécuriser l'isolation thermique, réguler les températures et envisager fréquemment de nouvelles solutions énergétiques pour pouvoir survivre aux hivers rigoureux et aux intempéries extrêmes. Le contrôle de l'environnement a également fonctionné en concordance avec les pratiques et hiérarchies sociales, comme le montre notamment le lien étroit qui existe entre le statut et le confort.

Le confort thermique consistait à avoir accès à des ressources matérielles appropriées, à des sources de chaleur de natures différentes et au carburant nécessaire à leur entretien. Par conséquent, nous pensons que le climat intérieur et sa relation avec le confort thermique et son utilisation sont des facteurs clés pour comprendre l'architecture du point de vue

¹⁰⁰ Hawkes, D. 1996. The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment. London : E. & F. N. Spon.

historique du climat. L'objectif principal de ce travail est de poser la question de la relation entre les caractéristiques matérielles du confort thermique dans un bâti donné et le changement culturel et climatique dans un contexte plus large. Ce sujet sera approfondi en examinant de plus près différentes solutions énergétiques dans un cadre plus large, en tenant compte, entre autres des facteurs, et de l'effet des pratiques sociales contemporaines.

Le confort est caractérisé par la combinaison des espaces extérieurs et intérieurs. En conséquence, certains chercheurs tels que M. Croiset définissent le confort hygrothermique dans un sens métrologique mesurable et quantifiable, comme étant "une mesure" commune dans le domaine de la construction où le confort idéal est recherché, de même que la sécurité des habitants et des infrastructures¹⁰¹. L'auteur précise également que plusieurs paramètres liés au confort et à la chaleur sont pris en compte, tels que l'humidité, la température, l'air ambiant, la ventilation, ... etc. Cette vision semble porter exclusivement sur le confort "conçue" ou "mesuré", loin du confort "perçu". Cela peut sembler donc réducteur au concept d'hygrothermie, car il ne prend pas en compte les habitants et leur perception de ce confort, comme suggéré par d'autres chercheurs.

Les définitions liées à l'aspect du confort sont nombreuses, et convergent généralement vers le point de vue qu'une « ambiance confortable est une ambiance pour laquelle l'organisme humain peut maintenir constante sa température corporelle, sans mettre en jeu, d'une manière perceptible, ses mécanismes instinctifs thermorégulateurs de lutte contre le chaud et le froid »¹⁰².

Pour Slater (1985), le confort est un état plaisant combinant une harmonie à la fois physiologique, psychologique, et physique entre les individus et leur environnement, quant à Rozendaal et al, (2010), il le compare à une douceur trouvée dans l'expérimentation de la fraîcheur, de la satiété et de la tranquillité.

Givoni avance que le confort thermique est l'ensemble des conditions pour lesquelles les mécanismes d'autorégulation du corps sont à un niveau minimum d'activité, quant au domaine particulier de la thermique et plus particulièrement dicté par l'ASHRAE Standard 55, (1992)¹⁰³, (*thermal environmental conditions for human occupancy*), il est défini

¹⁰¹ Croiset M. 1968. L'Hygrothermique dans le bâtiment, confort thermique d'hiver et d'été, condensations. Rabat : Eyrolles.

¹⁰² Depecker loic, *Les Mots de la francophonie*, Belin, 1ere édition 1988 (Préface d'Alain Rey, prix Saintour 1989 de l'Académie française) ; 2° édition 1990

¹⁰³ Thermal comfort is that condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment.

comme étant une condition de l'esprit qui exprime une satisfaction avec l'environnement thermique. Cette recherche conditionne le confort à l'aide de plusieurs paramètres, à savoir : la température de l'air, l'humidité de l'air, les précipitations, la pression atmosphérique et la nébulosité. L'ensemble de ces paramètres climatiques influe sur le confort thermique de l'individu et donc, sur l'usage de l'espace.

En se référant à la littérature et à l'ensemble des travaux fait sur le confort, le confort apparaît comme une expression de satisfaction ressentie et mesurée et perçue de façon répétitive dans un environnement physique donné. Et donc ce confort dépend de nombreux paramètres comme l'âge, le métabolisme, les habitudes, l'environnement, le milieu social, etc.

Selon Schreiber (1985)¹⁰⁴, le confort thermique se définit comme «la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant », c'est à dire pour qu'une personne puisse se sentir confortable, trois conditions doivent être réunies : le corps doit maintenir une température interne stable, la production de sueur ne doit pas être trop abondante et la température moyenne de la peau doit être confortable.

Selon J.L. Izard, la thermique du bâtiment est liée à plusieurs paramètres ou facteurs architecturaux (l'orientation, la forme architecturale, la protection solaire, l'isolation thermique, l'inertie thermique) et aux facteurs climatiques (la latitude, la nature d'occupation de l'espace par les usagers, les apports solaires, ...etc.)¹⁰⁵.

Le confort thermique à l'intérieur des constructions est en fait une principale exigence de l'épanouissement moral et physique de l'individu. J.-F. BATTOUE, responsable du marché maison individuelle, DMS, Gaz de France, souligne que le confort est une qualité de vie et un bien-être, tout au long de l'année. Le logement doit respirer, sachant que les notions (comme la chaleur homogène parfaitement régulée) restent essentielles. Le confort, associé à la compétitivité, la modernité, la maîtrise de l'énergie et le respect de l'environnement, sont de véritables valeurs.

Cependant, l'utilisation intense des moyens mécaniques de régulation thermique dans les constructions modernes s'avère utile pour réaliser des microclimats favorables. Mais « *la confiance aveugle que les architectes ont voué à la société technologique a eu pour résultat la production d'une architecture qui consomme le maximum d'énergie. On a donc cru*

¹⁰⁴ SCHREIBER, L. Normes sur les conditions d'ambiances thermiques acceptables pour le confort, 1985, 33 p.

¹⁰⁵ Izard.J.L., Architectures d'été- Construire pour le confort d'été, Edi sud, la calade, Aix-en-Provence, 1993.

pouvoir résoudre des problèmes de confort thermique par la constitution de micro climats artificiels »¹⁰⁶. Ainsi la problématique du confort intérieur s'y trouve atrophiée au nom de la modernité contemporaine. J. M. Alexandroff rappelle qu'avec l'introduction des énergies non naturelles, l'habitat perdit de son influence dans le processus énergétique. La technique consomme de l'énergie et sa consommation peut se révéler très coûteuse.

Les tentatives des habitants et usagers pour créer des ambiances intérieures confortables dans cette optique se matérialisent par l'apparition de nouveaux vocabulaires et concepts. Changés au gré de modes : l'architecture climatique, solaire, bioclimatique, etc., reposent tous en réalité sur la réappropriation de principes anciens délaissés au nom de la technologie.¹⁰⁷

La notion de confort reste de nos jours une exigence qui occupe la première place dans les priorités des habitants et par conséquent il faut la gérer avec précision pour réussir la réintégration de l'architecture traditionnelle.

Le confort thermique se réfère à l'ensemble des multiples interactions entre l'homme et son environnement¹⁰⁸, pour définir le système thermique on lui associe plusieurs paramètres, tels que¹⁰⁹ :

Le paramètre physique : l'homme est représenté comme un système thermique où les interactions avec l'environnement sont considérées comme des échanges de chaleur.

Le paramètre psychologique : il concerne les sensations du confort ressenties par l'homme et la qualification des ambiances intérieures.

Le confort hygrothermique, une notion plus précise du confort suscité, se caractérise par la sensation que ressent une personne par rapport à la température et à l'humidité ambiante du local où elle se trouve.¹¹⁰ Le caractère subjectif de la notion de confort thermique est mis en avant par l'ensemble de ces définitions. Selon Hoffmann, la définition la plus classique du confort thermique n'est autre qu'une absence d'inconfort¹¹¹.

¹⁰⁶ Alexandroff. J. M, Du bon usage de l'énergie, Techniques et architecture N°315 Juin –Juillet, 1977.

¹⁰⁷ Abdou. Saliha, Investigation sur l'intégration climatique dans l'habitation traditionnelle en régions arides et semi arides d'Algérie : Cas du Ksar de Ouargla et de la médina de Constantine. Thèse de doctorat U : Cons 2004

¹⁰⁸ Cantin, R. et al. « Complexité du confort thermique dans les bâtiments » in actes du 6 -ème, congrès européen de science des systèmes, tenu à Paris du 19 au 22 septembre 2005.

¹⁰⁹ K.Parson, "Human thermal environments". London: 2nd edition, 2003 cite in Thellier, F. « Modélisation du comportement thermique de l'homme et de son habitat, une approche de l'étude du confort », étude réalisée à l'université Paul Sabatier de Toulouse, France. 1989. Pages 163

¹¹⁰ GAUZIN-MULLER. Dominique, L'architecture écologique, Paris : Edition LE MONITEUR, Novembre 2002, p 270.

¹¹¹ Hoffmann J. B. « ambiances climatisées et confort thermique » les actes du C.O.S.T.I.C. P110.

La dernière appellation du confort thermique utilisée par la HQE (Haute Qualité environnementale) est « confort thermo hygrométrique » ou « confort hygrothermique », car ce dernier «ne dépend pas seulement de la température, mais aussi de l'hygrométrie de l'air ambiant. C'est pour cela qu'on parle précisément de confort thermo-hygrométrique »¹¹².

D'après Suzanne et Pierre Déoux, le confort thermo- hygrothermique dépend de la température de l'air et des surfaces, de l'humidité et des mouvements d'air¹¹³. Les valeurs correspondant à ces facteurs sont :

- La température des murs : $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$;
- Humidité relative entre 40 % et 60% ;
- Température du sol : 19°C à 24°C ;
- Vitesse de l'air : inférieure à 0,15 m/s ;
- La différence de température entre deux murs d'une même pièce doit être inférieure à 10°C ;
- La différence de température entre le sol et le plafond doit être inférieure à 5°C ;
- La stratification de chaleur est inconfortable et ne doit pas être de plus de 3°C entre la tête et les pieds des occupants.

Les bâtiments, même les plus anciens, ont souvent été adaptés pour répondre aux besoins changeants de leurs utilisateurs, et les maisons traditionnelles de la vieille ville d'Alger ne font pas exception. Les sources de chaleur ont été remplacées, les fenêtres et les portes ont été modifiées, des panneaux ont été ajoutés aux murs, des espaces ont été transformés etc. Par conséquent, les caractéristiques du climat intérieur dépendent d'une fusion complexe de variables en interaction à prendre en compte. Ce point de vue s'inspire, entre autres, des théories formulées par D. Hawkes et al¹¹⁴, voir aussi C. Bowler et P. Brimblecombe¹¹⁵ et Hawkes¹¹⁶, qui ont été les pionniers du concept de « conception sélective » pour comprendre les bâtiments en tant que système d'éléments interdépendants et approche adaptative du confort thermique¹¹⁷. Ce raisonnement est fondé sur les préférences culturelles et les besoins

¹¹² Pierre Fernandez, Pierre Lavigne, « Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondements et méthodes », éditions du Moniteur, Paris, 2009, p. 93

¹¹³ Suzanne et Pierre Déoux, *Le guide de l'habitat sain, Les effets sur la santé de chaque élément du bâtiment*, Medieco Editions, 2004, p. 287.

¹¹⁴ Hawkes, D., J. McDonald and K. Steemers. 2002. *The Selective Environment: An Approach to Environmentally Responsive Architecture*. London: Spon Press.

¹¹⁵ Bowler, C. and P. Brimblecombe. 2000. "Environmental Pressures on Building Design and Manchester's John Ryland's Library." *Journal of Design History* 13(3): 175–91.

¹¹⁶ Hawkes, D. 2012. *Architecture and Climate: An Environmental History of British Architecture 1600-2000*. London: Routledge.

¹¹⁷ Nicol, F., M. Humphrey and S. Roaf (eds). 2012. *Adaptive Thermal Comfort: Principles and Practice*. London: Routledge.

récurrents des habitants pour résoudre le problème de la protection contre les intempéries et du confort thermique. Afin de s'adapter aux différentes conditions météorologiques, ces derniers se sont souvent déplacés pour s'assurer le plus grand confort possible. Les expériences de confort ont également des connotations sociales basées sur les normes sociales contemporaines (par exemple, Crowley¹¹⁸ et Shove¹¹⁹). C'est particulièrement évident dans les ménages stratifiés où l'accès aux ressources et au confort étaient déterminés par la position sociale des habitants dans l'unité du logement, ce qui suggère que les bâtiments contiennent une multiplicité de climats et d'expériences de confort.

La notion du confort thermique dans un bâtiment est liée non seulement à la qualité des ambiances intérieures générées, mais aussi à la quantité d'énergie fournie par les équipements d'ambiance (climatisation ou de chauffage), et donc le bâti résidentiel doit répondre à deux exigences ; pouvoir maîtriser l'impact de l'environnement extérieur afin d'assurer les ambiances intérieures (microclimat), et prendre en considération la pluridisciplinarité du confort vu qu'il dépend de plusieurs paramètres.

Les constructions doivent donc réaliser à l'intérieur des microclimats propices à l'épanouissement de la personne humaine, avec la création des ambiances hygrothermiques favorables à son être. Cela est possible en établissant essentiellement une relation intelligente qui repose sur la bonne compréhension des mécanismes et des échanges thermiques entre le dedans et le dehors.

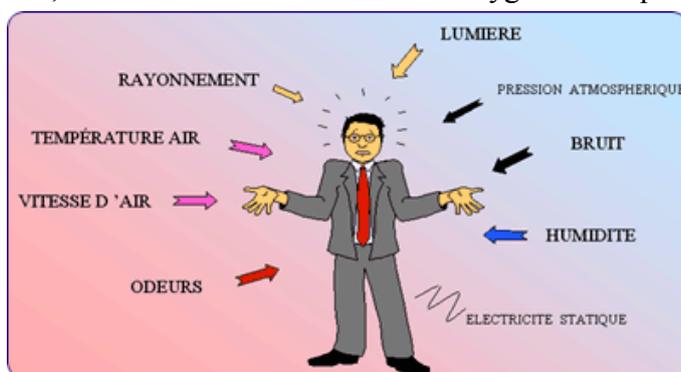


Figure I.1. Mécanismes et échanges thermiques.

Certains paramètres ont été expérimentés depuis que l'homme a commencé à concevoir un abri pour aboutir à des conditions de vie confortable (Fig. I.1). Parmi ces paramètres influents sur le confort thermique, nous pouvons citer ceux relatifs ; à l'environnement physique (latitude, longitude, topographie, localisation), au milieu naturel (présence de végétation et d'eau), au climat (température d'air, rayonnement solaire, humidité de l'air et vitesse de l'air), morphologie urbaine (densité et orientation), forme architecturale

¹¹⁸ Crowley, J. 2001. *The Invention of Comfort: Sensibilities and Design in Early Modern Britain and Early America*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

¹¹⁹ Shove, E. 2003. "Converging Conventions of Comfort, Cleanliness and Convenience." *Journal of Consumer Policy* 26: 395–418.

(matériaux, orientation des ouvertures, taille des ouvertures, couverture et intégration au milieu) ainsi que l'aspect social (l'individu, l'activité, la vêtue, traditions et coutumes).

Dans le cadre de notre étude, nous avons introduit le paramètre utilisateur qui est optionnel pour ce confort ressenti, en particulier celui de la Casbah d'Alger (Fig. I.2). Cet élément a évolué depuis des décennies, soit en fonction du nombre de familles (grande famille, petite famille/ propriétaire, locataire ou squatteur).

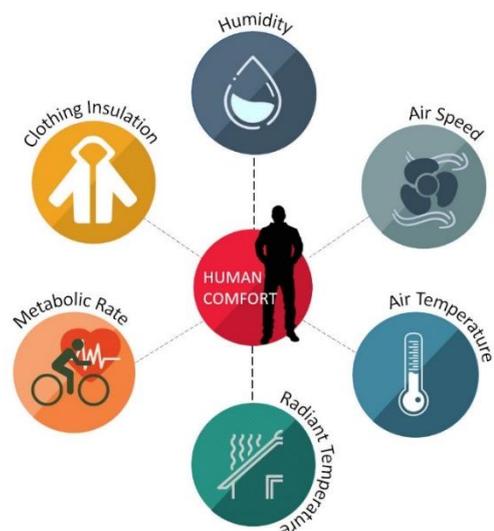


Figure I.2. Paramètres influents sur le confort thermique.

La recherche du confort était autrefois une préoccupation majeure pour la population de la Casbah d'Alger¹²⁰. Elle a influencé le choix du site ainsi que la position et la taille des ouvertures et leur dimension. L'objectif majeur était de créer un lieu permettant de profiter des bienfaits du climat tout en se préservant de ses effets contraignants, afin de créer un cadre de vie en accord avec son environnement. En fait, cette approche de la gestion du climat reste actuellement l'objectif principal de l'architecture traditionnelle¹²¹. Il est maintenant reconnu comme une conception architecturale bioclimatique qui prend en compte l'impact de composantes environnementales telles que la température, l'humidité et l'aérialique, à la fois sur l'environnement et sur le confort hygrothermique¹²².

Le confort hygrothermique est l'une des principales caractéristiques qui contribuent à la création d'un environnement propice à l'habitat. Il doit être pris en considération en raison des influences négatives d'un environnement thermique insuffisant sur la performance d'adapter l'habitation aux exigences du confort actuel sans pour autant porter atteinte au microclimat intérieur. Le confort thermique à la Casbah d'Alger était assuré grâce à l'isolation thermique des espaces habités, et ce par un choix judicieux de localisation,

¹²⁰ Ravéreau A. 1989. La Casbah d'Alger, et le site créa la ville. Paris: Sindbad.

¹²¹ Di turi S et al. 2017. Recovery of ancient bioclimatic strategies for energy retrofit in historical buildings: the case of the Infants' Tower in the Alhambra. Energy Procedia. 33: 300-311. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.09.391.

¹²² Pigliautile I et al. 2018 on an innovative approach for microclimate enhancement and retrofit of historic buildings and artworks preservation by means of innovative thin envelope materials. Journal of Cultural Heritage. In Press, Corrected Proof. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.017>.

d'orientation, de morphologie, de dispositifs, de matériaux, d'éléments du milieu comme l'eau et la végétation ; les actions humaines d'adaptation ont expérimenté et valident le confort attendu.

Malgré la réalisation d'un confort thermique global, des zones d'inconfort sont susceptibles d'être observées dans les bâtisses. Un environnement thermique inégal peut être la source d'inconfort pour certaines zones liées au bâti résidentiel. L'insatisfaction thermique peut être causée par un inconfort, causée par un refroidissement ou un réchauffement non désirés.

Les variables qui peuvent affecter l'équilibre thermique d'un homme sont divisées en deux groupes, le physique et le personnel. Afin de créer un environnement thermique optimal nous devons contrôler les variables physiques, c'est-à-dire la température de l'air et du rayonnement, la vitesse de l'air et l'humidité ainsi que les variables personnelles, à savoir le taux métabolique et la valeur d'isolation des vêtements portés par les occupants du bâti, qui affectent l'ensemble optimal de conditions physiques.

Pour approfondir cette notion de confort thermique, nous évoquerons dans ce qui suit, l'évaluation du confort, les paramètres affectant le confort thermique. En dernier lieu, nous traiterons l'approche adaptative de l'homme avec son environnement.

1.2. Evaluation du confort

Le confort peut être mesuré, tout le contraire du taux d'insatisfaction que peuvent ressentir les occupants, car si le taux d'insatisfaction est faible, le confort est jugé acceptable¹²³. Plusieurs recherches ont été élaborées afin de déterminer les zones de confort.

Olgay¹²⁴ a proposé en 1953, « une méthode basée sur (un diagramme politique) mettant en évidence la zone du confort humain en relation avec la température d'air ambiant et l'humidité, la température radiante moyenne, la vitesse du vent, le rayonnement solaire et la perte de chaleur évaporative »¹²⁵ (Fig. I.3). Cette technique est liée à la conception architecturale, aux exigences humaines, voire aussi aux conditions climatiques. Elle peut aboutir toutefois à des résultats erronés, car elle se base sur des conditions climatiques extérieures.

¹²³ Claude Alain Roulet, Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), p.362, 2008. Paris.

¹²⁴ Olgay.V, design with climate, Princeton university press, 1963.

¹²⁵ GIVONI. Baruch, L'homme, l'architecture et le climat, Paris : Edition LE MONITEUR, 1978, p 249.

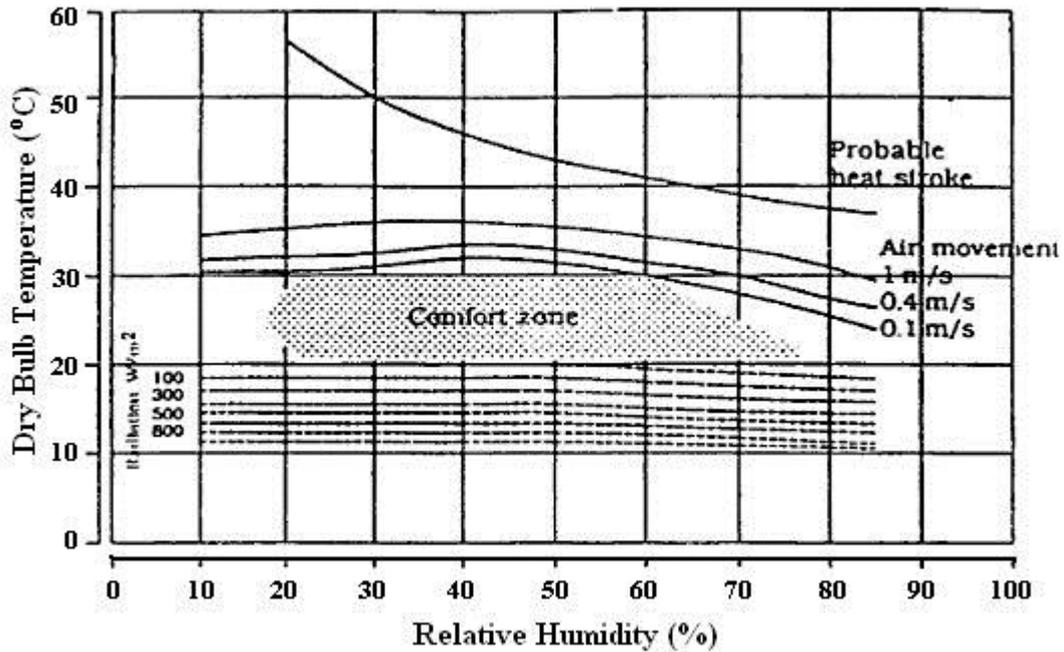


Figure I.3. Évaluation du confort thermique par le diagramme d'Olgay

Il existe une autre méthode, celle de Givoni¹²⁶ (Fig. I.4), où il fait référence à l'indice de contrainte thermique (ICT). Il s'agit d'un modèle décrivant les mécanismes d'échange de chaleur entre le corps et l'environnement, en se basant sur la contrainte thermique totale s'exerçant sur le corps (métabolisme + ambiance) et pouvant être calculé selon la formule :

$$S = (M - W) + C + R \frac{1}{f}$$

Où :

S : taux de sudation requis, (en équivalent Kcal/h),

M : Métabolisme, (Kcal/h),

W : énergie métabolique transformé en travail mécanique, (Kcal/h),

C : échange de chaleur convective, (Kcal/h),

R : échange de chaleur radiante, (Kcal/h),

F : efficacité de refroidissement de la sueur, (sans dimension).

L'efficacité de cette méthode dépend de la formule, qui prend en considération la conception architecturale et de la construction du bâtiment.

¹²⁶ GIVONI. Baruch, L'homme, l'architecture et le climat, Paris : Edition LE MONITEUR, 1978, p 249.

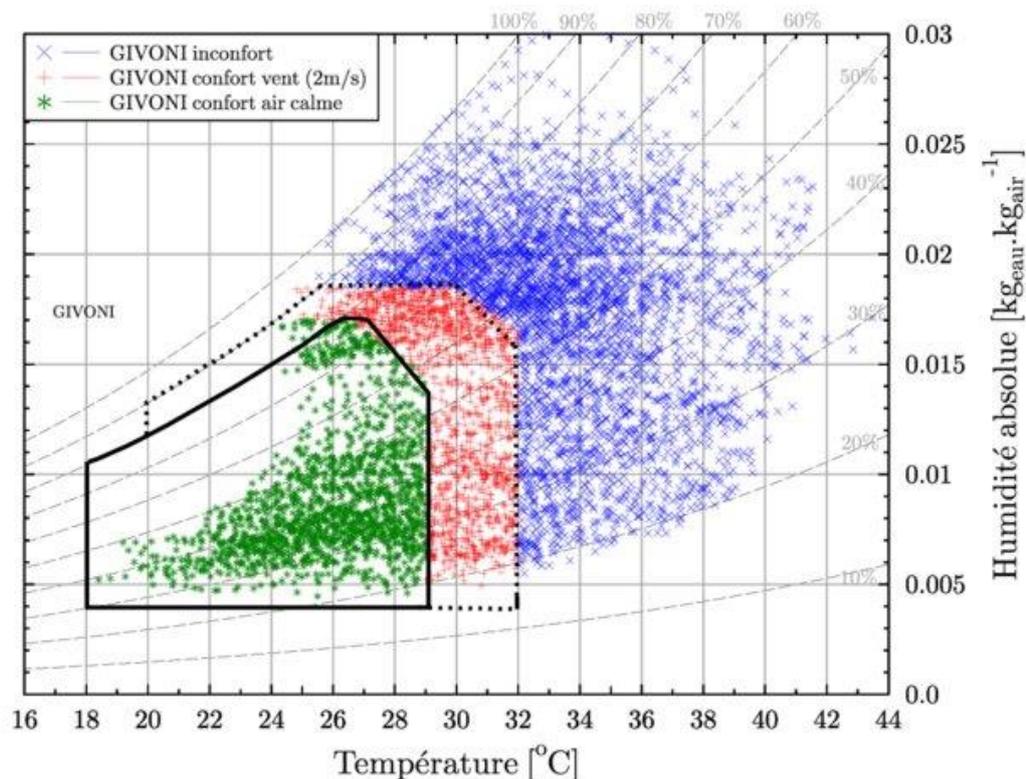


Figure I.4. Évaluation du confort thermique par le diagramme bioclimatique de Givoni dans configuration Initiale

En 1980, M. Evans¹²⁷ et S. V. Szocolay¹²⁸, ont critiqué les deux méthodes précédemment expliquées, à cause de l'incohérence entre les résultats du confort thermique obtenus et le confort réel perçu par les sujets. À cet effet, une nouvelle méthode bioclimatique, où l'élaboration de la zone neutre et des zones de contrôle passives et mécaniques sont déterminées selon les données météorologiques de chaque région, sont plus exactes.

La norme ISO 7730¹²⁹ a pour objectif de présenter une méthode de prévision de la sensation thermique et du degré d'inconfort des personnes pouvant être exposées à des ambiances thermiques modérées et de spécifier les conditions d'ambiances thermiques acceptables pour le confort. Elle peut aussi être utilisée pour concevoir de nouvelles ambiances ou pour évaluer les ambiances existantes. Cette norme définit une température de confort ressentie, appelée aussi « température opérative » ou « température résultante sèche ».

¹²⁷ Evans M, Housing climate and comfort architectural press, London, 1980.

¹²⁸ Szocolay S V, Passive and low energy design for thermal and visual comfort, Proc. Conf. PLEA Pergamon, 1985.

¹²⁹ ISO 7730, 'Ambiances Thermiques Modérées – Détermination des Indices PMV et PPD et Spécifications des Conditions de Confort Thermique', AFNOR, Paris, 1994.

$$T^{\circ} \text{ operative} = \frac{(T^{\circ} \text{ air} + T^{\circ} \text{ parois})}{2}$$

Aujourd'hui, on note aussi de nouvelles méthodes, ayant le même objectif tout en prenant en considération tous les paramètres liés au confort thermique se basant sur les simulations numériques et c'est ce que nous avons développé dans notre travail.

1.3. Les paramètres influant sur le confort hygrothermique

1.3.1. Variables physiques

De nombreux travaux expérimentaux sur la température requise pour le confort des sujets sédentaires légèrement vêtus. La température de confort dépend à la fois du niveau d'activité et des vêtements d'une personne, et s'il est nécessaire de prévoir la température de confort pour des valeurs de ces paramètres qui n'ont pas été couvertes expérimentalement, il est alors nécessaire d'utiliser une équation de confort en fonction du taux métabolique et de l'isolation des vêtements.

Les variables physiques de l'environnement thermique sont celles qui affectent la perte de chaleur d'une personne. La chaleur est perdue par rayonnement direct sur les surfaces environnantes, par convection dans l'air et par évaporation de la peau et des poumons. Dans la zone de confort, la perte de chaleur par la transpiration est faible et peu affectée par les variables physiques. La perte convective dépend à la fois de la température et de la vitesse de l'air ; tandis que la perte de rayonnement dépend de la température radiante moyenne de l'environnement. Dans un environnement intérieur typique, les pertes par convection et par rayonnement sont d'ampleur similaire.

Dans le travail que nous menons trois paramètres thermo-hygrothermiques ont été mesurés et simulés et ce afin de vérifier le niveau de confort à l'intérieur des maisons traditionnelles de la vieille ville d'Alger, et pour ce faire nous devons définir ces paramètres :

1.3.1.1. Température de l'air T_a (° C) :

La température de l'air peut être mesurée avec presque n'importe quel type de thermomètre. Lorsqu'une température de l'air précise est requise en présence de rayonnement thermique. Il est nécessaire d'utiliser un thermomètre à aspiration muni d'un écran de protection contre les rayonnements. Dans le cas de thermocouples non aspirés, les erreurs sont minimisées si le calibre du fil est aussi fin que possible.

1.3.1.2. Vitesse de l'air V (m / s) :

Pour définir un critère de confort, il suffit d'une amplitude non directionnelle de la vitesse de l'air. Ceci est plus facilement obtenu à l'aide d'un thermomètre. Lorsqu'une connaissance détaillée de la vitesse de l'air est nécessaire, un anémomètre à fil chaud peut être utilisé, de préférence du type à faible vitesse, qui utilise une tête de vibration pour maintenir la sensibilité à basse vitesse.

L'effet de refroidissement de l'augmentation de la vitesse de l'air peut être compensé par une augmentation des températures de l'air et du rayonnement. La limite supérieure d'une vitesse uniforme de l'air n'a pas été établie.

En dessous d'une vitesse de l'air de 0,1 m / s, le transfert de chaleur du corps vers l'air se fait par convection naturelle et la perte de chaleur est indépendante de la vitesse de l'air. Toutefois, l'expérience sur le terrain montre que les vitesses de l'air très basses sont déplacées et donnent lieu à des plaintes de congestion. En l'absence de toute preuve expérimentale, il semble préférable d'éviter les patches stagnants et de suivre la norme ASHRAE¹³⁰, et que la vitesse de l'air ne devrait pas être inférieure à environ 0-05 m / s¹³¹.

Le taux de ventilation requis pour une pièce ou un bâtiment donné est déterminé pour satisfaire à la fois aux critères de santé et de confort. Le critère de santé devrait prendre en considération l'exposition des occupants aux polluants intérieurs, ce qui impliquerait l'identification des polluants, leurs sources, leurs forces et une connaissance des limites d'exposition à court terme ou à long terme. Ces limites servent à estimer le taux de ventilation requis pour obtenir la concentration de polluant tolérable. Lorsque l'emplacement des sources de pollution peut être identifié, l'approche privilégiée serait l'élimination de ces

¹³⁰ ASHRAE, 'ASHRAE Handbook of Fundamentals', SI Edition, pp. 8.1-8.29, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, 2005.

¹³¹ Nevins, R.G., Rohles, F.H., Springer, W., and Feyerherm, A.M. 1966 ASHRAEJ April, 55 - 60. A temperature humidity chart for thermal comfort of seated persons.

polluants à la source. Le critère de confort produira toutefois des taux de ventilation permettant de minimiser les effets des odeurs et des irritants sensoriels provenant des biocarburants des occupants, de leurs activités et des polluants émis par le bâtiment, ses systèmes et ses équipements. Ceci est généralement utilisé dans les bâtiments domestiques, les immeubles de bureaux, les bâtiments publics, etc. Le critère de santé est appliqué, quant à lui, aux bâtiments industriels.

La norme ASHRAE 62-1989R donne deux méthodes pour déterminer les taux de ventilation : la procédure normative et la procédure analytique. Dans la procédure normative, des tableaux des taux de ventilation nécessaires pour diluer la pollution produite par les personnes et les bâtiments sont fournis pour différents types de bâtiments. Dans la procédure analytique, les taux de ventilation sont calculés à l'aide des données relatives aux sources de pollution et à l'efficacité du système de ventilation¹³².

1.3.1.3. Humidité RH (%) :

L'humidité est une mesure de la quantité de vapeur d'eau dans l'air. L'humidité relative (RH) est le rapport entre la pression de vapeur de l'eau dans l'air et la pression de vapeur dans l'air saturé à la même température. L'humidité relative affecte à la fois le confort et la chaleur lorsque la température est élevée. Si une personne est trop chaude, l'augmentation de l'humidité la rendra plus chaude et plus inconfortable¹³³. À une température thermiquement neutre, une variation d'humidité comprise entre 20 et 75% a peu d'effet sur la chaleur. Cependant, les gens peuvent détecter ce changement d'humidité et les niveaux de 20 et 75% sont moins confortables qu'une valeur de 50%¹³⁴.

Il existe également des raisons pratiques pour restreindre la plage d'humidité relative dans un bâtiment. La reprise d'humidité des matériaux dépend de l'humidité relative de l'atmosphère. Les faibles taux d'humidité peuvent entraîner des problèmes de retrait du bois

¹³² Les détails de ces deux procédures sont donnés dans la référence suivante : ASHRAE Standard 62-1989R. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, 1966.

ASHRAE Standard 62 contains design procedures and guidelines for ventilation rate in “all indoor or enclosed spaces that people may occupy, except where other standard. Standard 62 is the basis for ventilation requirements in many codes for commercial, institutional, and residential buildings in North America. The Standard is reviewed every 5 years or less, and updated as needed to incorporate new information or improve its usefulness to building designers and code officials.

¹³³ Nevins, R.G. and Feyerherm, A.M.1967 ASHRAE Trans 73 2 III 2.1-8. The effect of floor surface temperature on comfort. Pt IV – cold floors. McIntyre, D.A. and Griffiths, I.D. 1973 'Subjective Responses to Atmospheric Humidity Electricity Council Research Centre ECRC M600.

¹³⁴ McIntyre, D.A. and Griffiths, I.D. 1972 Environmental Res 5.4, 471 ET seq Subjective responses to radiant and convective environments.

et d'électricité statique. Des périodes prolongées d'humidité supérieure à 70% encouragent la croissance de moisissures et peuvent provoquer de la condensation sur des surfaces froides. Bien qu'il soit difficile de fixer des limites exactes, une humidité relative comprise entre 35 et 65% devrait être satisfaisante, tant du point de vue du confort que de celui de la structure.

1.3.2. Variables personnelles

Une définition de référence est donnée par le Standard ISO 7730 (1994)¹³⁵. Elle concerne les sensations thermiques de l'homme. Celles-ci sont surtout liées à l'équilibre thermique de son corps dans son ensemble.

Le corps humain comme système thermodynamique, dispense un travail mécanique afin de réguler et maintenir une chaleur interne qui n'excède pas $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dans le but d'assurer un bon fonctionnement de ses organes intérieurs ; cette chaleur est distribuée par la circulation sanguine. Cet équilibre thermique ou homéothermie est influencé par le transfert de chaleur qui s'effectue par différents phénomènes.

De nombreux travaux expérimentaux sur la température requise pour le confort des sujets sédentaires légèrement vêtus. La température de confort dépend à la fois du niveau d'activité et des vêtements d'une personne, et s'il est nécessaire de prévoir la température de confort pour des valeurs de ces paramètres qui n'ont pas été couvertes expérimentalement, il est alors nécessaire d'utiliser une équation de confort en fonction du taux métabolique et de l'isolation des vêtements.

Un corps sain maintient toujours un équilibre entre les gains de chaleur par chaleur métabolique et gains de chaleur due à des phénomènes thermiques externes comme la convection, la conduction, le rayonnement et les pertes de chaleur. Cet équilibre lui permet de maintenir une chaleur interne constante autour de $\pm 36,7^{\circ}\text{C}$. Ce phénomène est appelé métabolisme.

Quand trop de chaleur est perdue, le corps perçoit à travers la peau une sensation de froid. Quand très peu de chaleur est perdue, la température de la peau augmente et on assiste à une sensation de froid.

¹³⁵ ISO 7730, Thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal consideration, International Organization Standardization (2005).

1.3.2.1. Activités et métabolisme M_s (W / m²)

Le métabolisme est une représentativité de l'activité de l'individu ; qui dit activité dit production d'énergie donc influence du confort thermique.

La chaleur produite dans le corps par les processus métaboliques doit être évacuée vers l'extérieur si l'on veut maintenir l'équilibre thermique. Le taux de production de chaleur varie avec l'activité de la personne, de sorte qu'une personne active produisant de la chaleur à un taux plus élevé nécessite un environnement plus frais pour lui permettre de dissiper la chaleur supplémentaire. Le taux métabolique est normalement exprimé en fonction de la surface corporelle et est désigné par M_s (W / m²). La température requise pour le confort est donc fonction du taux métabolique et une estimation de la production de chaleur d'une personne est nécessaire pour prédire sa température de confort.

Les paramètres vestimentaires et activités sont pris en charge dans la relation entre le choix du vêtement par l'utilisateur en adéquation avec les conditions climatiques qui prévalent ainsi que son expectation du confort thermique.

Cette présentation étendue de ce standard n'est pas fortuite car elle révèle pour nous un aspect d'importance d'une approche contextualisée de la prédiction du confort thermique à l'instar de ce que pourrait nous prouver une application des modèles rationnels de prédiction du confort thermique comme les PMV et PPD.

Le modèle de vote moyen prédit (PMV) est considéré comme le modèle le plus reconnu des normes de confort thermique. L'analyse de ce modèle, à la fois dans des bâtiments à ventilation naturelle et dans des bâtiments climatisés, révèle un pourcentage de sous-estimation ou de surestimation. L'indice PMV prédit la valeur de vote moyenne pour un grand groupe de personnes, mesurée sur une échelle de sensation thermique de 7 points : + 3 très chaud ; + 2 chaud ; + 1 légèrement chaud ; + 0 ni chaud ni froid ; - 1 légèrement froid ; - 2 froids ; - 3 très froid. Pour obtenir une situation de confort thermique satisfaisante, le PPD doit être inférieur à 10%, ce qui correspond à un PMV compris entre -0,5 et +0,5¹³⁶

Le calcul du métabolisme est fixé en référence de l'activité d'une personne assise ; il est d'une valeur de 1 met, qui équivaut autour de 100KW pour un adulte moyen. Sachant qu'un niveau de métabolisme plus élevé appelle pour un environnement plus frais, le concepteur

¹³⁶ Syed Ihtsham ul Haq Gilani and all. 2015. Thermal comfort analysis of PMV model Prediction in Air-conditioned and Naturally Ventilated Buildings. *Energy Procedia*. 75: 1373 – 1379.

d'espaces doit tenir compte du fait que la chaleur métabolique contribue à l'augmentation des gains internes qui proviennent de la chaleur générée par l'éclairage artificiel, les appareils électriques etc. Le tableau I.1, présente les valeurs de métabolisme qui correspondent à différentes activités performedes par un individu.

| Activités | M en W/m ² | Met |
|--|-----------------------|-----|
| Repos, couché | 45 | 0,8 |
| Repos, assis | 58 | 1 |
| Repos, debout | 70 | 1,2 |
| Activités légère, assis (bureau, domicile, école, laboratoire) | 70 | 1,2 |
| Activité debout, (achat, laboratoire, industrie légère) | 95 | 1,6 |
| Activité debout (vendeur, travail ménager, travail sur machines) | 116 | 20 |
| Activité moyenne (travail lourd sur machine, travail de garage) | 165 | 2,8 |

Tableau I.1: Principales valeurs du métabolisme

1.3.2.2. Vêture :

La valeur isolante d'un vêtement est normalement exprimée en unités clo, où une valeur isolante d'un clo¹³⁷ correspond à une résistance thermique de $0,16 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$.

Notez qu'il s'agit de la résistance surface à surface et est indépendante de la résistance de l'air extérieur. Les valeurs Clo d'un ensemble sont difficiles à prédire à partir de mesures effectuées sur les tissus composants. L'importance thermique du vêtement est discutée en détail par¹³⁸.

Les vêtements permettent de créer un microclimat sous-vestimentaire, à travers leurs résistances thermiques, en modifiant les échanges de chaleur, entre la peau et l'environnement. Leur rôle essentiel est de maintenir le corps dans des conditions thermiques acceptables, été comme hiver (Fig. I.5).

¹³⁷ Clo : Unité d'isolement vestimentaire, 1 Clo = $0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$

¹³⁸ Newburgh, L.H. 1968 'Physiology of Human Heat Regulation and the Science of Clothing' Hafner, New York.

Il existe peu de preuves suggérant que, avec des vêtements constants, la température préférée pour le confort varie entre été et hiver¹³⁹. Cependant, pendant les fortes chaleurs estivales,

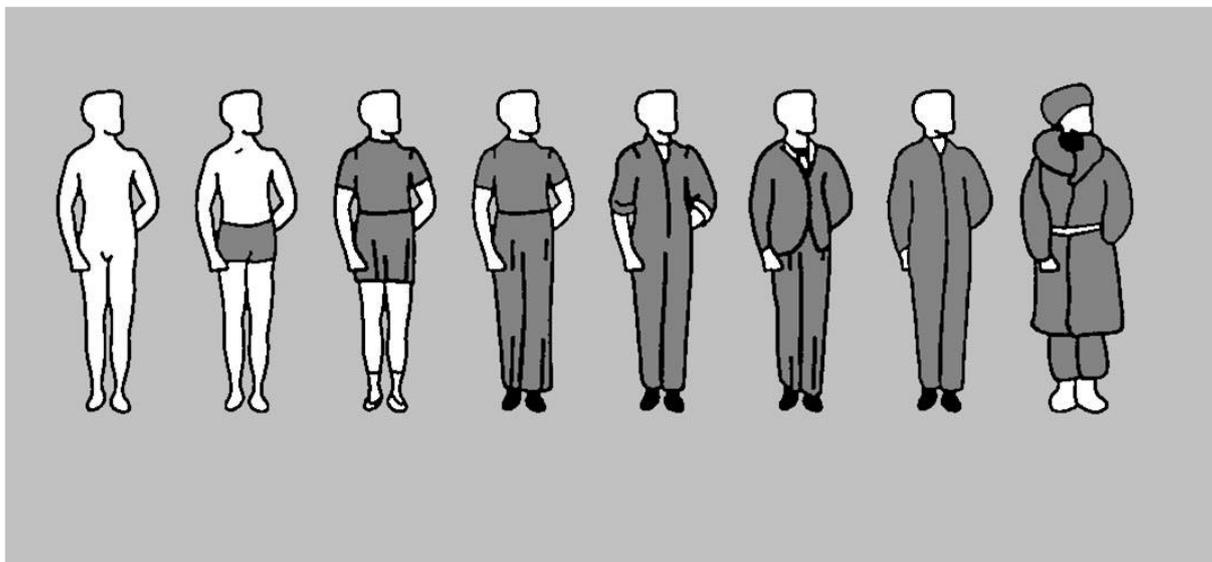


Figure I.5. Valeurs exprimées en **Clo** des tenues vestimentaires

On peut s'attendre à ce que les gens réduisent le nombre de vêtements portés. Il est donc permis de laisser la température d'un bâtiment climatisé augmenter de manière à ne pas dépasser de plus de 5 ° C la température de l'air extérieur. Ceci réduit également tout choc thermique ressenti en entrant dans un bâtiment froid de l'extérieur.

Le tableau I.2 montre la nature du tissu, la coupe des vêtements et l'activité du sujet influencent aussi ces échanges thermiques avec l'environnement¹⁴⁰

| Tenue vestimentaire | Valeurs en clo |
|---|----------------|
| Nu | 0 |
| Shorts | 0.1 |
| Short + tee shirt manches courtes | 0.4 |
| Jupe jusqu'au genoux + polo manches courtes + bas | 0.5 |
| Pantalon + chemise | 0.6 |

¹³⁹ McNali, P.E., Ryan, P. and Jaax, J. 1968 ASHRAE Trans 74 Seasonal variations in comfort conditions for college age persons in the Middle West.

¹⁴⁰ Thellier, Françoise. « L'homme et son environnement thermique – Modélisation ». Université de Paul Sabatier de Toulouse, 1999, p 65.

| | |
|---|-------|
| Pantalon épais + sweat shirt | 0.7 |
| Pantalon + chemise + veste | 1 |
| Jupe + polo manches longues + bas + veste manches longues | 1-1.1 |
| Costume trois pièces | 1.5 |
| Costume épais + manteau | 1-2.5 |

Tableau I.2: valeurs de résistance des vêtements en clo

1.3.2.3. Âge et sexe

Bien que le taux métabolique de base diminue avec l'âge, ceci est compensé par un abaissement de l'évaporation insensible¹⁴¹. Les pertes radiatives et convectives, qui correspondent aux pertes de chaleur en fonction de la température ambiante, restent à peu près constantes. Nous ne devrions donc pas nous attendre à ce que les personnes âgées exigent des températures plus élevées. Ceci est confirmé expérimentalement par I.D. Griffiths et D.A. McIntyre¹⁴². Les personnes âgées menant des vies relativement inactives auront bien sûr besoin de températures plus élevées que les personnes plus actives.

Les enfants ont des taux métaboliques basaux élevés, ce qui semble réduire leur température de confort. Les travaux de Humphreys indiquent que les enfants du primaire engagés dans des activités scolaires ont besoin d'une température de confort de 18 ou 19 ° C¹⁴³. Le niveau des élèves du secondaire n'était pas sensiblement différent de celui des adultes.

Les expériences dans lesquelles les sujets portent des vêtements normalisés ne montrent aucune différence entre les sexes en ce qui concerne la température préférée. À l'occasion, des études sur le terrain ont montré que les femmes préféraient une température légèrement plus élevée, mais cela peut s'expliquer par des différences dans les vêtements. En pratique, il n'est pas nécessaire de prendre en compte d'éventuelles différences entre les sexes.

¹⁴¹ Fanger, P.O. 1970 'Thermal Comfort'. Danish Technical Press, Copenhagen.

¹⁴² Griffiths, I.D. and McIntyre, D.A. 1973a 'Sensitivity to Temporal Variations in Thermal Conditions'. Electricity Council Research Centre ECRC M601o.

¹⁴³ Humphreys, M.A. and Nicol, J.F. 1971 'Theoretical and Practical Aspects of Thermal Comfort'. BRS CP 14/17, Building Research Establishment, Watford, England.

Certaines maisons de la vieille ville d'Alger sont très bien entretenues et préservées, ce qui leur confère une qualité de vie, un confort et un bien-être qui sont les objectifs à atteindre dans chaque bâtisse, et qui dure depuis des décennies.

Dans une approche interdisciplinaire où les sciences physiques et les sciences humaines sont mises en corrélation, le choix des protocoles de mesures et de questionnaires se réalise en fonction des résultats attendus et des référents puisés dans l'état des connaissances afférentes.

Afin d'aboutir à l'évaluation du confort à l'intérieur des maisons de la Casbah, différents protocoles expérimentaux sont développés, chacun issu de la discipline auquel il est rattaché, en fonction de l'environnement dans lequel est inscrite l'expérimentation.

C. Bernard a parfaitement développé le processus d'expérimentation de la recherche scientifique, en décrivant le savant complet comme : « La personne qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale »¹⁴⁴.

En phase avec cette citation, notre travail d'investigation environnementale s'appuie sur deux types de protocoles : les protocoles de mesures et les protocoles de questionnaires et d'observations, déjà expliqués dans la première partie. Devant la nécessité de croiser différents protocoles, la méthodologie a été calquée sur les protocoles puisés dans la littérature, pour la localisation des dispositifs, et suivant la classification élaborée par Brager et de Dear, (1998). Pour les protocoles de mesure et de questionnaires, nous avons dans cette partie détaillé le protocole de mesure qui est constitué de trois étapes nécessaires à l'obtention des résultats probants.

¹⁴⁴ Claude Bernard, introduction à étude de la médecine expérimentale, paris. Garnier Flammarion. 1966.

1.4. La méthodologie adoptée au protocole de Mesure

La modélisation du comportement thermique dynamique d'un bâti résidentiel repose avant tout sur une description physique appropriée des transferts de chaleur entre les différents éléments d'un bâtiment. Parmi les nombreux objectifs de cette démarche, on cherche notamment à évaluer les besoins du bâti ancien traditionnel afin d'optimiser le confort thermique.

Cette problématique a été traitée par un très grand nombre d'institutions à travers le monde, donnant lieu à l'apparition de centaines de logiciels de simulation thermique des bâtiments. Une liste exhaustive des outils peut être trouvée sur le site internet du « Department Of Energy » des Etats-Unis¹⁴⁵. Parmi ces derniers, un nombre restreint d'outils permettent de calculer l'évolution de la température dans de multiples zones du bâtiment et d'évaluer les besoins thermiques au cours d'une année type. Un état de l'art significatif portant sur une vingtaine d'outils a été réalisé en 2008 par Crawley *et al.* Des projets de recherche nationaux tentent aussi de faire un état des lieux des outils de modélisation¹⁴⁶ et de la fiabilité de ces outils¹⁴⁷.

Nous détaillerons ainsi dans un premier temps les protocoles qu'on a adopté afin d'identifier le model ayant subi le moins de transformation tout en ajoutant des mécanismes modernes pour répondre aux exigences du confort actuel afin d'assurer un environnement optimal à l'intérieur des maisons.

1.4.1. Mesures *in-situ* :

Le travail de terrain, nous a permis de mettre en relation ce qui est observable avec ce qui est quantifiable, ou mieux encore de quantifier ce qui est observé et vice versa. Nos objets d'étude ont accueilli deux campagnes de mesures : la première en aout 2017, (20-29 Aout) et la seconde en janvier 2018, (2-14 Janvier). Pour chacune des trois typologies – à *wast ed-dar*, à *chebak* et *ulwi* –, dans leur état d'origine et transformé, deux maisons-échantillons ont été étudiées (l'une semblant présenter des transformations positives et l'autre des transformations négatives), pour un total de six maisons. Le choix de cette méthode de

¹⁴⁵ http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/

¹⁴⁶ <http://www.simbio.fr/wacom.aspx?idarchitecture=1&Country=>

¹⁴⁷ [http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2\[CODE\]=ANR-10-HABI-0004](http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-10-HABI-0004)

mesure a été influencé par des études antérieures¹⁴⁸, traitant du même sujet¹⁴⁹. Afin de mesurer les paramètres thermo-hygro-métriques¹⁵⁰ (température, humidité relative et vitesse de l'air) par rapport à la norme ISO 27726¹⁵¹, cette campagne de mesure a été réalisée dans les conditions de vie normales des habitants et avec le même nombre de personnes. Tous les espaces de vie d'origine et reconvertis ont été mesurés à l'aide de trois instruments, deux automatiques et un manuel :

- L'enregistreur de données et le système d'acquisition de données Fluke Hydra 2635A série II avec 6 connexions à thermocouple, 4 types K et 2 connexions en T.
- Quatre mini-enregistreurs de température et d'humidité internes du modèle Testo 174H (voir Figure 9b) ont été préprogrammés pour démarrer et s'arrêter à des dates et heures spécifiques. Pour notre étude de cas, des lectures d'échantillons ont été effectuées toutes les minutes toutes les 24 heures, conformément aux recommandations de l'UNI 10586, afin que les données thermo-hygro-métriques puissent être enregistrées en continu. Une fois l'enregistrement terminé, les données ont été transférées sur un ordinateur et analysées.
- Un anémomètre TMA5 à commande manuelle, il a été utilisé dans tous les espaces. Il s'agit d'un outil de poche compact utilisé pour mesurer la température de l'air intérieur, l'humidité, la ventilation et les conditions de l'air.

1.4.2. Simulation thermodynamique

Selon Chatelet A et al « *Pour l'architecte, la simulation doit permettre de valider rapidement des options fondamentales (implantation, structure, ouverture...), d'explorer et de commencer à optimiser certains choix* »¹⁵².

La simulation numérique permet la possibilité de comparer plusieurs variantes entre elles. Mais elle aide également à comparer les mesures *in situ* et les données du logiciel, et ce

¹⁴⁸ La Gennusa M et al. 2005. Control of indoor environments in heritage buildings: experimental measurements in an Old Italian museum and proposal of a methodology. *Journal of Cultural Heritage*. 6: 147–155.

¹⁴⁹ Massimo A., Coppola F and Seccia L. 2016. Investigation on the interaction between the outdoor environment and the indoor microclimate of a historical library. *Journal of Cultural Heritage*. 17: 75-86.

¹⁵⁰ Stefanizzi P., Fato I and Di Turi S. 2016. Energy and Environmental Performance of Trullo Stone Building. An Experimental and Numerical Survey. *International Journal of Heat and Technology*. 34: 396-402.

¹⁵¹ Norme NF X 35 202 : ambiance thermique appareils et méthodes de mesure NF EN 27726 ISO 7726.

¹⁵² Chatelet A, Fernandez P, Lavigne P, Architecture climatique, une contribution au développement durable, Tome 2 : concepts et dispositifs, édition EDISUD, Aix de Provence, France, 1998, p : 133

dernier représente un moyen flexible pour toute modification concernant les données du projet. Enfin la définition de la période de simulation est très variable en changeant les heures, la journée, le mois, l'année...

Des simulations thermodynamiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Design Builder v.4.8 (Fig. I.6). Il s'agit de la première interface utilisateur complète pour le moteur de simulation thermique Energy Plus. C'est un modéleur graphique avec une interface conviviale pour les bâtiments ; Il combine la modélisation rapide des bâtiments et le cas d'utilisation à une simulation dynamique de l'énergie.

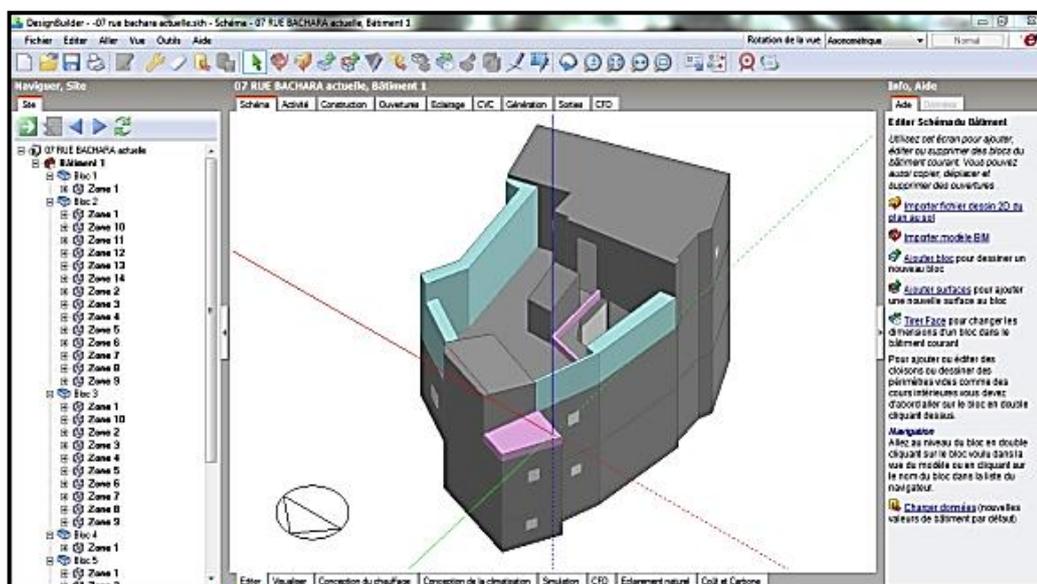


Figure I.6 : Interface du logiciel Design Builder

Ce programme modélise la ventilation naturelle, l'éclairage naturel et l'ombrage (persiennes, surplombs, ailettes latérales et stores). Les caractéristiques architecturales telles que les colonnes, les auvents et les dispositifs d'ombrage complexes peuvent également être analysés, y compris les effets de l'ombrage et de la réflexion. Design Builder utilise des données météorologiques en temps réel, mais aussi de conception globale ASHRAE pour calculer les charges de chauffage et de refroidissement à l'aide de la méthode "Balance thermique" d'ASHRAE mise en œuvre dans Energy Plus. Il analyse les effets des alternatives de conception sur les paramètres de conception clés tels que : la consommation d'énergie annuelle et les heures de surchauffe.

Dans cette étude, la simulation thermique dynamique a été utilisée pour évaluer les performances des six cas de maisons à l'étude en termes d'efficacité énergétique et du confort

de l'utilisateur. L'objectif était de comparer la différence, non seulement entre les deux maisons (deux de chaque typologie), mais aussi entre leur état d'origine et leur état reconverti et ainsi entre les six cas de maison, pour voir si cela avait eu une incidence sur le confort intérieur. De plus, le volume des modèles a été créé pour analyser les effets induits par la température, l'humidité et la ventilation, ainsi que par le "vote moyen prévu" du PMV (ISO 7730).

Notre travail avec Design Builder a commencé par la construction de nos modèles (les maisons de la Casbah d'Alger). Premièrement, le site a été sélectionné parmi une prédéfinition de son emplacement (situation géographique définie comme « Alger ») et de ses données climatiques (introduites par le fichier météorologique). Ensuite, les formes géométriques de nos modèles ont été développées à l'aide du dessin 2D d'Autocad, le volume a été créé via une interface graphique 3D intégrée au logiciel. Il affiche des données de simulation suivant des intervalles manuels, mensuels, quotidiens et horaires. Ces données des modèles obtenus ont été établies comme suit :

- Données d'activité: nous avons pu non seulement définir la fonction de chaque zone et la densité d'occupation [nombre de personnes présentes, heures d'occupation, période d'occupation (journée type / prévue)], mais également l'activité métabolique introduite (émission de chaleur totale par personne qui inclut le gain convectif, à la fois radiatif et latent), nous avons par la suite sélectionné les différents niveaux de vêtements pour les périodes estivales et hivernales, en incluant des données sur l'état actuel de la maison, telles que les données provenant du matériel informatique, des appareils de cuisine et des systèmes de contrôle de la température et de l'air (appareils de chauffage et climatiseurs). Les conditions d'occupation des maisons sont particulièrement importantes car elles influent sur la température de l'air, pour ce faire on a pu introduire dans un programme type sur le logiciel les apports dus aux occupants, ce programme permet de définir le nombre de personnes occupants de chaque espace, le temps d'utilisation, mais aussi la puissance dégagée.
- Données de construction : lors de cette étape, nous avons pu définir la contiguïté de certains murs en sélectionnant les composants et modélisant la conduction thermique à travers les murs, les toits, les sols et tous les éléments opaques de l'enveloppe du bâtiment et en adaptant les propriétés thermiques du bâtiment tels que les matériaux traditionnels. Dans cette étape, nous avons pu aussi identifier les matériaux de constructions, leur épaisseur ainsi que leurs caractéristiques thermiques.

Les maisons qui sont l'objet de la simulation sont construites à la même période, de ce fait les matériaux de construction utilisés sont les mêmes pour toutes les habitations, cependant, il nous a fallu créer ces matériaux dans le logiciel (Tableau I.3) :

| Matériaux | Masse volumique Kg/m³ | Conductivité W/m. °C | Chaleur spécifique Wh/Kg. K |
|------------------|--|--------------------------------|---------------------------------------|
| Pierre | 2350 | 2.4 | 0.26 |
| Brique cuite | 1700 | 0.8 | 0.25 |
| Mortier de chaux | 1800 | 0.87 | 0.3 |
| Enduit ciment | 2200 | 1.4 | 0.3 |
| Plâtre | 750 | 0.35 | 0.26 |
| Sable | 1300 | 0.6 | 0.22 |
| Bois | 500 | 0.15 | 0.42 |
| Carrelage | 2200 | 2.1 | 0.26 |
| Tuile | 1900 | 0.18 | 0.27 |

Tableau I.3 : Caractéristiques thermiques des matériaux de construction
Source : Auteur d'après le DTR

- Les ouvertures : dans ce logiciel, elles sont considérées comme des exceptions de construction et comprennent les fenêtres (vitrage intérieur et extérieur et vitrage de toiture), les trous (pour les arcs), les portes et les auvents (souvent situés au-dessus). Les fenêtres ou au niveau des escaliers). Nous avons pu modéliser à la fois leur position et leur fonction.
- Données CVC : chargées à partir du modèle HVAC¹⁵³. Nous avons sélectionné la ventilation naturelle de la maison dans son état d'origine et l'entrée de la maison dans son

¹⁵³ **Heating, ventilation, and air conditioning** (HVAC) is the technology of indoor and vehicular environmental comfort. Its goal is to provide thermal comfort and acceptable indoor air quality. HVAC system

état actuel [énergie auxiliaire (Eau chaude sanitaire (ECS)) est modélisée dans nos modèles par une chaudière qui chauffe le bâtiment, le chauffage (le type de chauffage convective, l'espace est chauffé par un système pneumatique contrôlé par un point de consigne de la température de l'air injecté, modélisé à l'aide du système de charges idéales Energy Plus) et de la climatisation (le système sélectionné pour nos modèles est un climatiseur split et le ventilateur)].

Une fois que tous les paramètres d'entrée ont été définis, des simulations estivales et hivernales ont été effectuées pour tous les cas d'étude, dans leurs états d'origines et convertis. L'objectif étant d'examiner le comportement thermique, la consommation d'énergie et les conditions environnementales pour tous les espaces sélectionnés et d'analyser les effets des profils thermiques et énergétiques sur les cas convertis.

1.4.3. Validation des modèles

Les résultats sont présentés par des tableaux et figures, correspondants à la température et à l'humidité moyenne enregistrée au cours d'une journée type. La validation du modèle a été une étape importante de notre étude afin d'assurer des résultats convaincants et d'ajuster le compromis réalisé entre fiabilité et efficacité du modèle. Ceci a été réalisé en dressant des tableaux incluant tous les espaces où la température, l'humidité et la ventilation ont été mesurées. De plus, toutes les valeurs collectées au cours des 24 heures d'une journée type ont été ajoutées pour donner une lecture horaire moyenne comparée à celle simulée dans les mêmes conditions et pour les mêmes espaces. En utilisant une équation mathématique spécifique ([1]), nous avons pu calculer le taux d'erreur¹⁵⁴ conformément à la méthode développée¹⁵⁵.

$$\mathbf{Error} = \frac{\mathbf{the\ measured\ value - the\ simulated\ value}}{\mathbf{the\ measured\ value}} \times \mathbf{100} \quad [1]$$

design is a subdiscipline of mechanical engineering, based on the principles of thermodynamics, fluid mechanics and heat transfer. "HVAC". Merriam-Webster Dictionary.

¹⁵⁴ Shafqat H and Oosthuizen P. 2012. Validation of numerical modelling of conditions in an atrium space with a hybrid ventilation system, *Building and Environment*. 52: 152-161.

¹⁵⁵ Petrone G et al. 2016. Indoor microclimatic study for Cultural Heritage protection and preventive conservation in the Palatina Library, *Journal of Cultural Heritage*. 22: 956-967.

Plusieurs études¹⁵⁶ ont été menées¹⁵⁷ sur la validation des modèles¹⁵⁸. Pour notre étude, nous avons adopté une méthode qui nous a permis de comparer les modèles les uns aux autres afin que les hypothèses émises puissent être confirmées ou réfutées. Les résultats de la simulation ont été comparés à ceux mesurés sur site. Vers la fin de cette recherche, nous nous sommes concentrés sur la validation du modèle de température, d'humidité intérieure et du taux de ventilation, car ce sont les facteurs les plus importants pour le confort intérieur des six cas d'étude.

Au terme de ce développement, il apparaît que les protocoles de caractérisation du microclimat intérieur et les ambiances engendrées suite aux différentes transformations, s'inscrivent dans une démarche interdisciplinaire appliquée, et ne peuvent se réaliser qu'au travers de l'expérimentation *in situ*. Toutefois chaque problématique demande le développement de protocoles particuliers. Aussi dans le cas particulier des maisons traditionnelles et vu leur complexité, en termes d'environnement physique ainsi que d'usages qu'il influence, appelle pour la confrontation de différents protocoles pour étudier l'impact des diverses transformations sur le confort hygrothermique de ces maisons traditionnelles.

¹⁵⁶ Ferdyn-Grygierek J. 2014. Indoor environment quality in the museum building and its effect on heating and cooling demand, *Energy and Buildings*. 85: 32–44.

¹⁵⁷ Huijbregtsa Z et al. 2015. Modelling of heat and moisture induced strain to assess the impact of present and historical indoor climate conditions on mechanical degradation of a wooden cabinet, *Journal of Cultural Heritage*. 16: 419-427.

¹⁵⁸ Masoumi H R., Nejati N and alah Ahadi A. 2017. Learning from the Heritage Architecture: Developing Natural Ventilation in Compact Urban Form in Hot-Humid Climate: Case Study of Bushehr, Iran. *International Journal of Architectural Heritage Conservation, Analysis, and Restoration*. 11: 415-432.

CHAPITRE 02 : DISCUSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE A PATIO

Dans ce second chapitre nous discutons les résultats obtenus par mesure *in-situ*, par simulation et par validation des modèles, pour les deux cas d'étude de la typologie à patio (*wast-ed-dar*) A.1 et A.2, dans leur état d'origine (A.1.O) et transformé (A.1.T).

L'achèvement du confort ne peut se faire sans une adéquation avec le mode de vie des habitants. L'architecture traditionnelle a toujours utilisé les ressources naturelles pour répondre aux besoins de la population qui, à son tour, s'est toujours adaptée au lieu et au climat dans la construction de son cadre de vie, en fonction de ses besoins, de ses croyances et de son mode de vie en communauté¹⁵⁹. La typologie à patio adoptée pour les maisons de la Casbah d'Alger est l'une des solutions intéressantes qui répondent parfaitement aux contraintes du climat méditerranéen, caractérisé par un été chaud et un hiver doux à frais.

Dans cette typologie à *wast-ed-dar*, l'adaptation au climat est assurée par une organisation centrée sur le patio, élément principal servant de puit de lumière et de régulateur thermique. C'est le seul "extérieur" à l'intérieur, le principal intermédiaire entre l'intérieur et l'extérieur, et toutes les pièces lui font face, attirant fraîcheur et confort.

Les cours intérieures peuvent être un simple puit d'aération, et leur fonction principale peut être des puits d'eau et d'aération : prédisposés à rester à l'ombre toute la journée. Cependant, en tant qu'espace majeur, dans un climat tempéré de la Méditerranée, il devient l'espace de la lumière, de l'eau et de la végétation (atrium) ; il est considéré comme un régulateur climatique. La végétation et l'eau refroidissent cette cour par évaporation, empêchant la poussière de se lever et procurant de l'ombre

L'air frais de la nuit peut être retenu car il est plus lourd que l'air chaud qui l'entoure. Plus le patio est petit (pas plus large que la hauteur du bâtiment), plus l'ombrage est omniprésent et le flux d'air frais y restera et pourra ventiler les pièces adjacentes pendant la nuit. Le patio permet de passer constamment du soleil à l'ombre, de l'humide au sec, pour vivre à la fois à l'extérieur et à l'intérieur.

¹⁵⁹ Di Turi S., Garcia-Pulido L.J., Ruggiero F., Stefanizzi P. Recovery of ancient bioclimatic strategies for energy retrofit in historical buildings: the case of the Infants' Tower in the Alhambra, Energy Procedia 133:300-311, October 2017. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.09.391.

Dans ces maisons introverties de la Casbah d'Alger, les ouvertures extérieures sont réduites et le patio est la solution idéale pour capter la lumière. C'est également le moyen par lequel l'air lourd de la nuit est piégé avant que les rayons du soleil l'atteignent, plus tard dans la journée car il est généralement protégé par des murs et des galeries. Lorsque le soleil arrive sur le patio et que l'air chauffé monte, l'air de refroidissement ventile la maison et maintient la fraîcheur. Les matériaux traditionnels tels que la pierre, la terre, le bois absorbent, par capillarité, l'eau qui peut s'évaporer de leur surface et empêchent l'air intérieur de chauffer par convection.

2.1. Mesures In-Situ

A ce stade de l'étude, ce sont les résultats obtenus par la campagne de mesure qui sont d'abord soumis à la discussion. Les différents graphes montrent le cas A.1 et les résultats de température, d'humidité et d'infiltration d'air mesurés le 23 août (période estivale) et le 13 janvier (période hivernale) pendant 24 heures.

Les figures (II.1), (II.2), (II.3) et (II.4) désignent la température, qui varie entre 24 ° C et 29 ° C pour la période estivale et entre 15 ° C et 18 ° C pour la période hivernale. Nous percevons un pic vers 13h d'une valeur de 33°C. Les températures sont constantes et équilibrées pour une période estivale. L'espace "Cuisine" est le plus chaud en été et c'est aussi le plus froid en hiver.

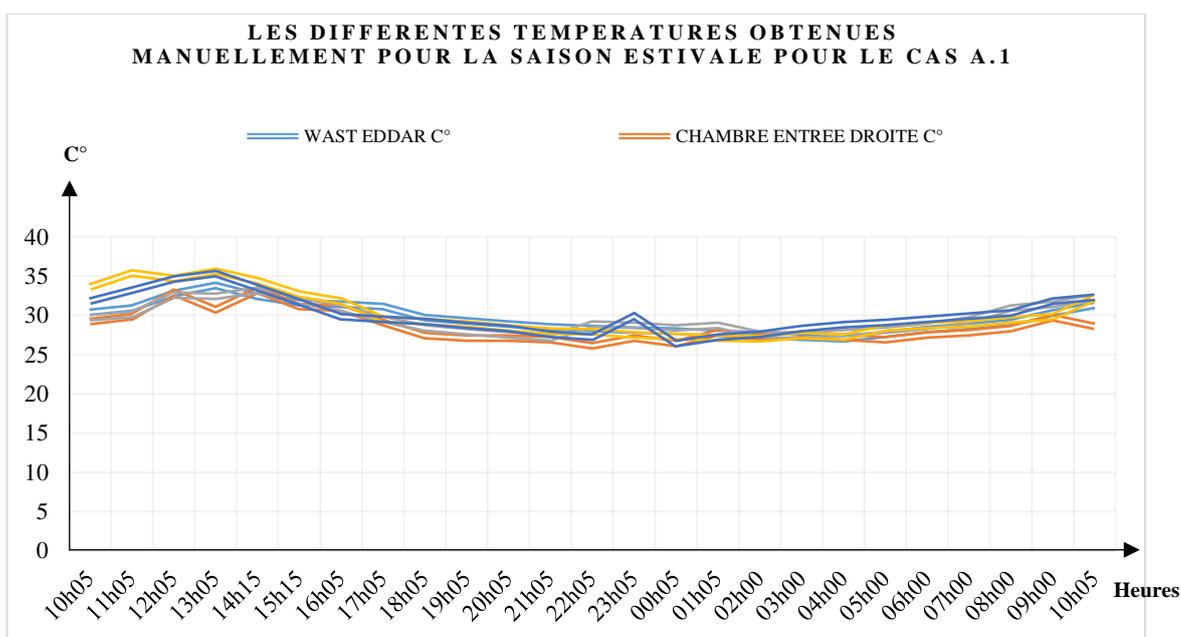
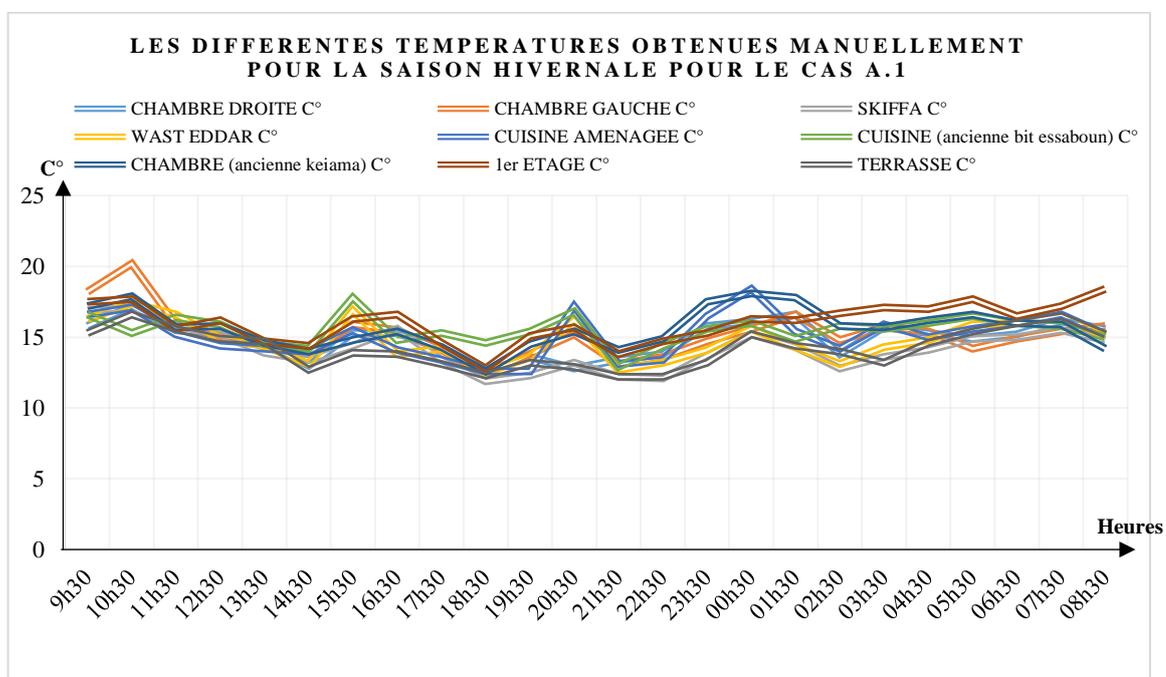
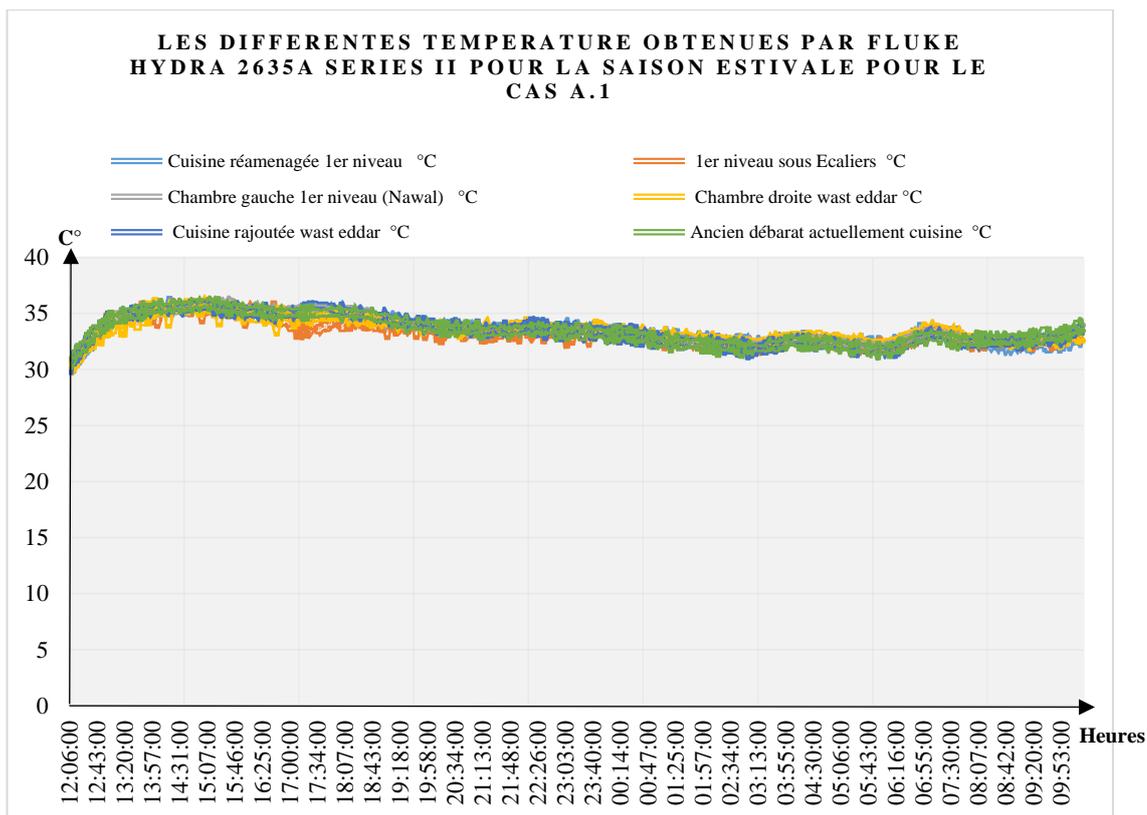


Figure II.1 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'été typique



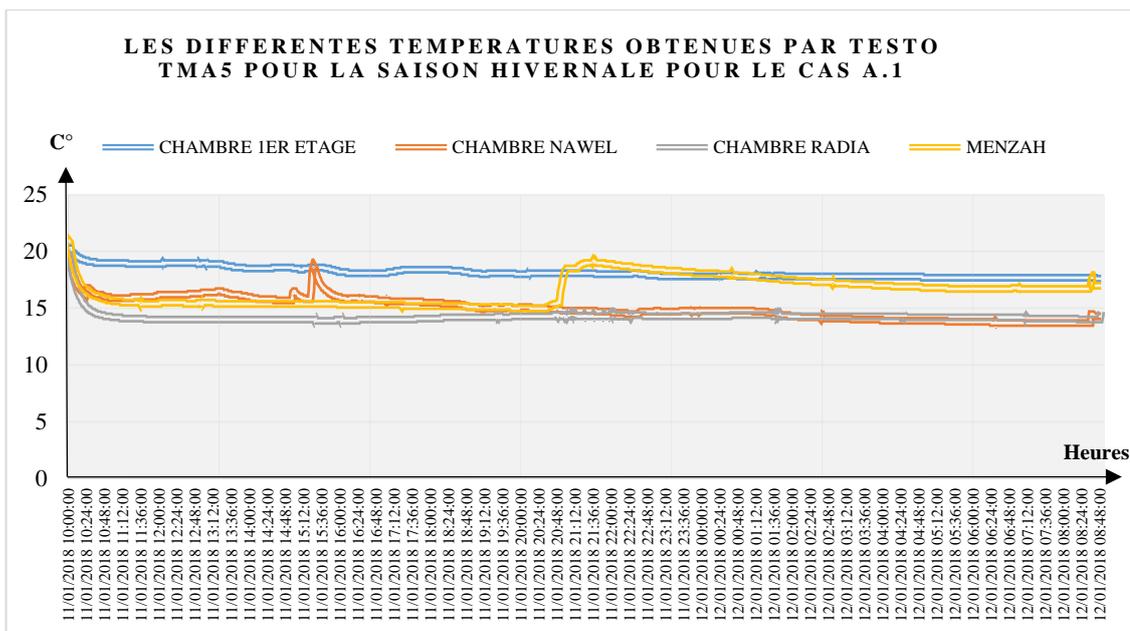


Figure II.4 : Les différentes températures mesurées par TMA5 du cas "A.1" lors d'une journée d'hiver typique

Quant à l'humidité (Fig. II.5 et Fig. II.6), elle varie entre 40% à 70% pour la période estivale et de 33% à 60% pour la période hivernale. Nous remarquons que l'espace le plus humide est aussi la cuisine en raison des différentes transformations qu'elle a subies.

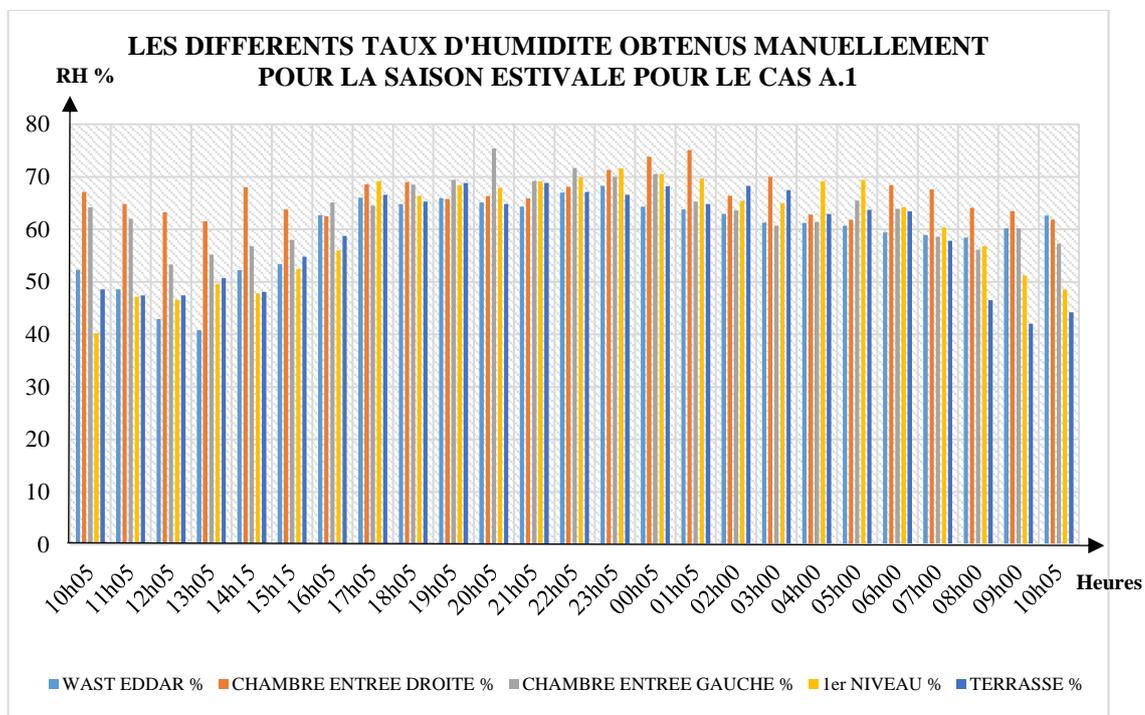


Figure II.5 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'été typique

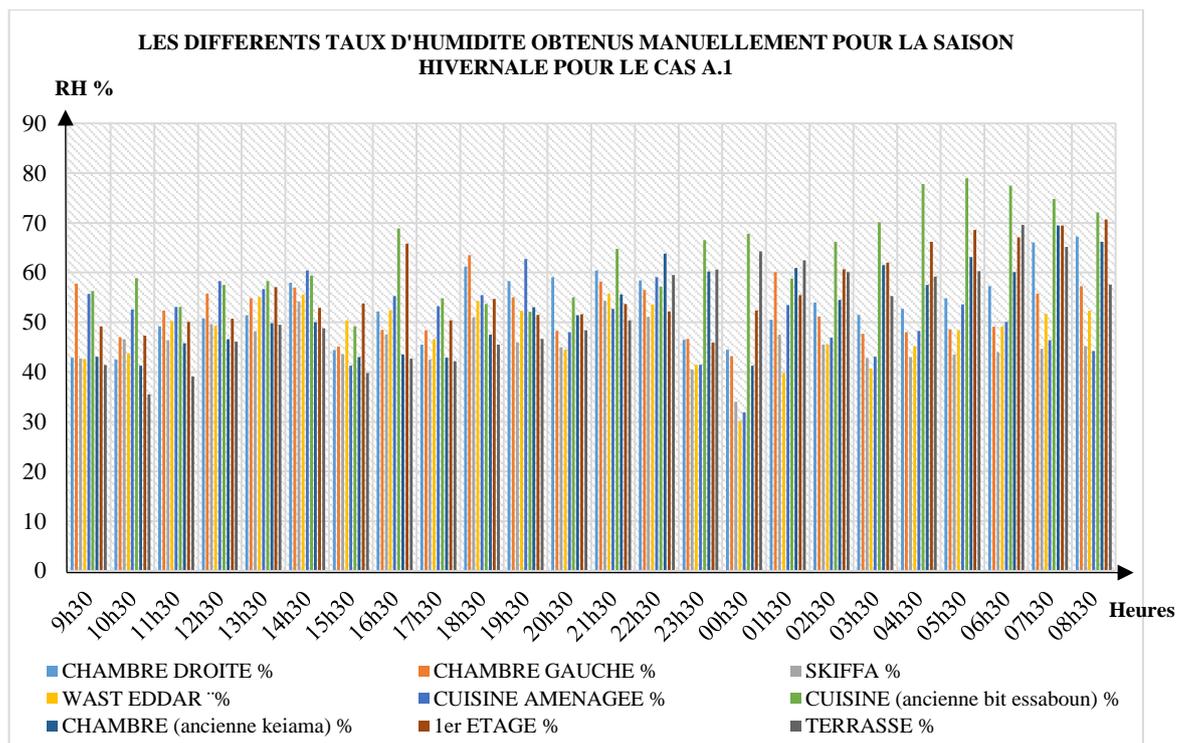


Figure II.6 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'hiver typique

Pour la ventilation de l'air (Fig. II.7 et Fig. II.8), elle varie entre 0.3m / s et 3 m / s pour la période estivale et 0.2 m / s à 1.2 m / s pour la période hivernale.



Figure II.7 : Les différents résultats de ventilation mesurés manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'été typique.

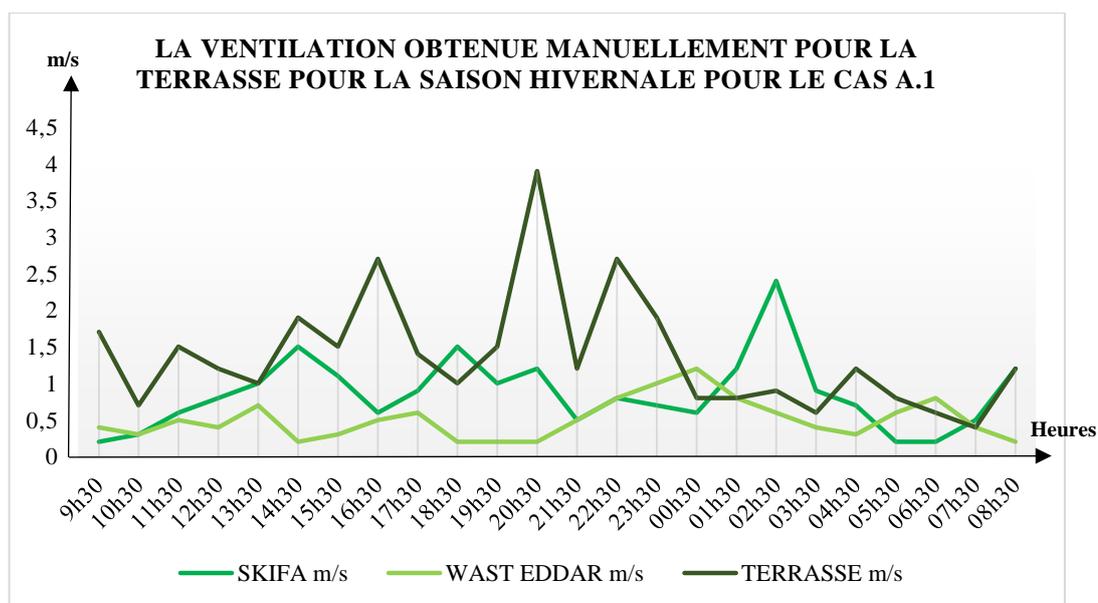


Figure II.8 : Les différents résultats de ventilation mesurés manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'hiver typique

Les Figures (II.9), (II.10), (II.11) et (II.12) présentent les résultats obtenus pour la température, l'humidité et l'infiltration d'air pour le cas A.2, mesurés le 21 août (période estivale) et le 11 janvier (période hivernale) pendant 24h.

Les fluctuations de température sont de 26 ° C à 35 ° C pour l'été et de 14 ° C à 20 ° C pour l'hiver. L'espace le plus chaud est l'ancien débarras aménagé en cuisine et l'espace le plus froid correspond à l'une des chambres aménagées à la suite de nouvelles transformations au niveau de l'entrée de la maison. Nous percevons un pic d'une valeur de 36 ° C vers 12h.

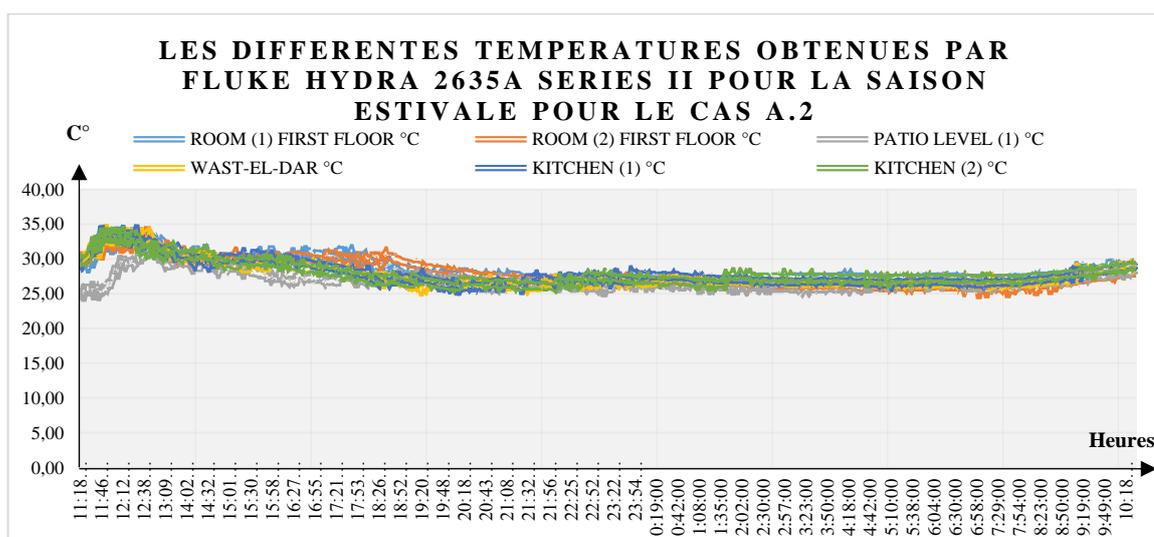
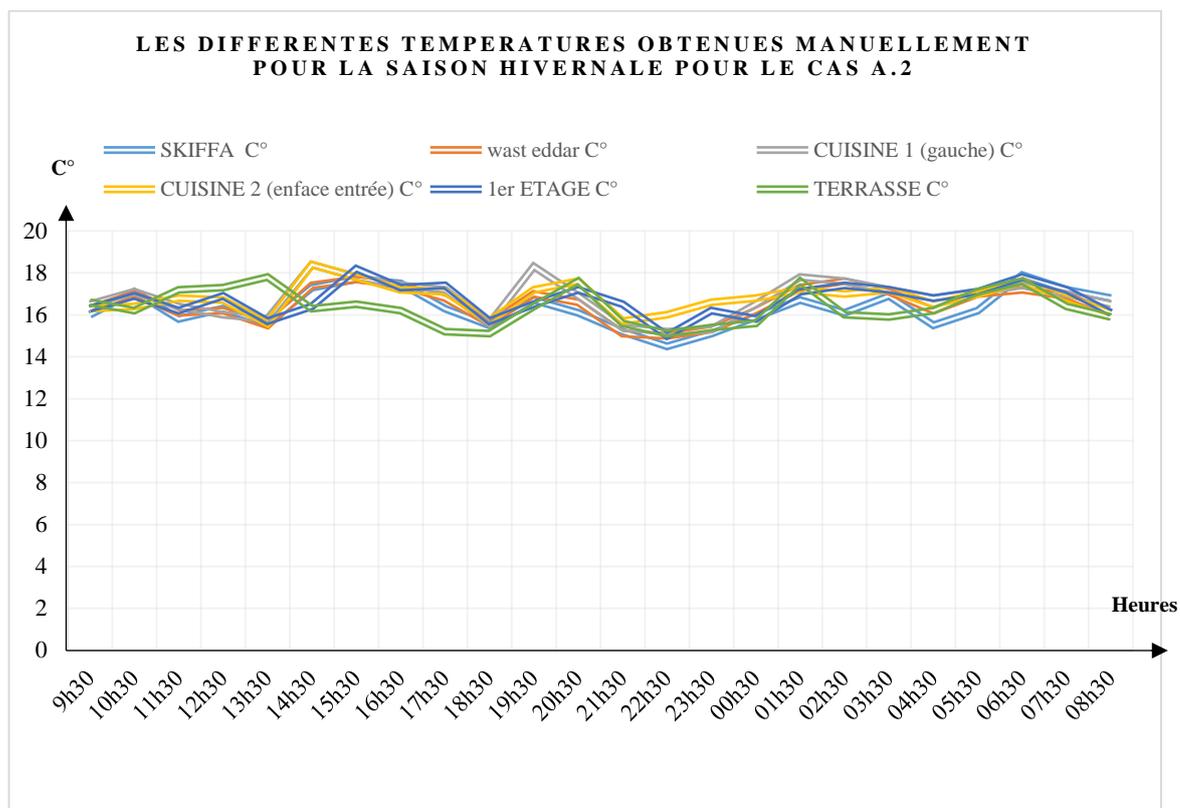
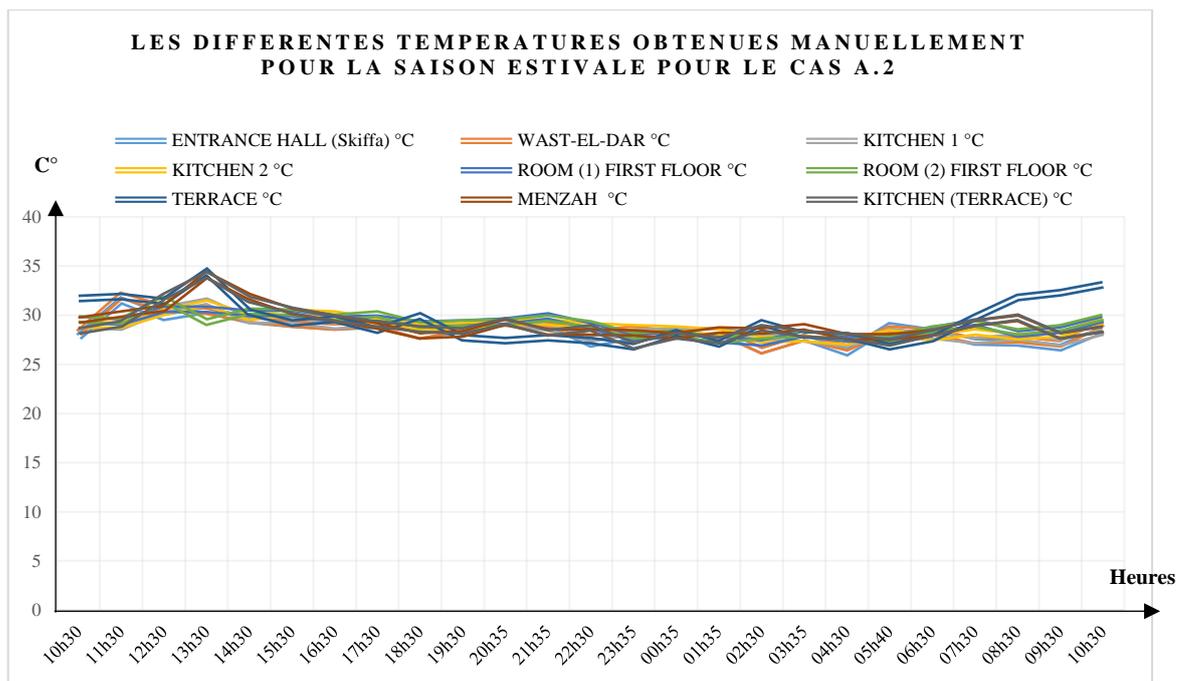


Figure II.9 : Les différentes températures mesurées par Fluke Hydra 2635A du cas "A.2" lors d'une journée d'été typique.



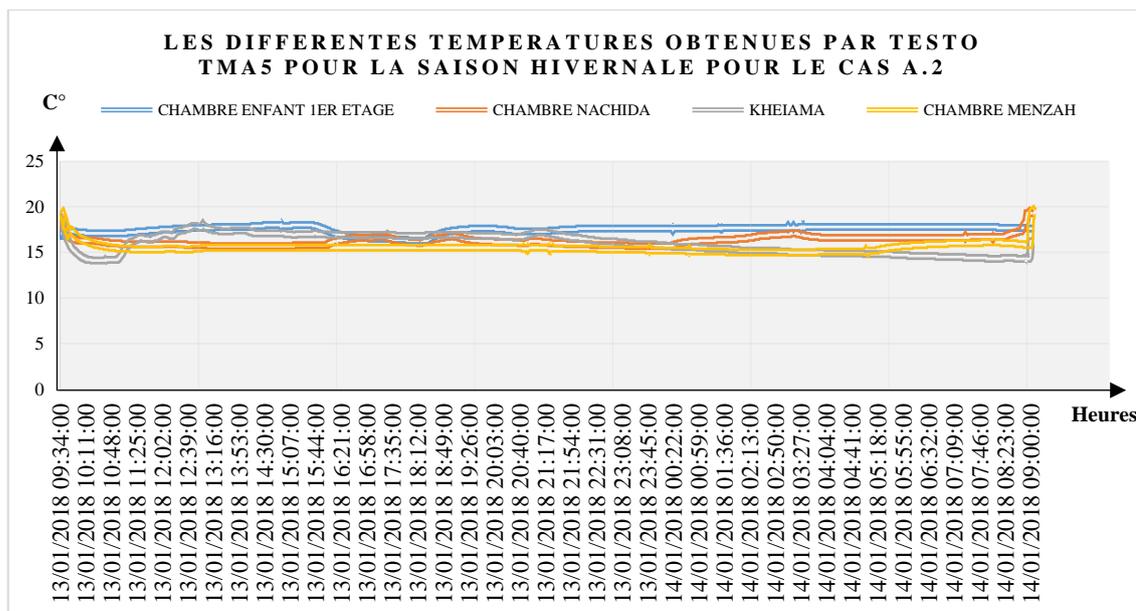


Figure II.12 : Les différentes températures mesurées par TMA5 du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique

Pour l'humidité (Fig. II.13 et Fig. II.14), la variation va de 40 à 75% pour l'été et de 41 à 80% en hiver. L'espace le plus humide est l'ancienne buanderie (*bit es-saboun*), aménagée en cuisine au premier niveau. Il convient de rappeler que les maisons de la Casbah souffrent toutes du taux d'humidité élevée aussi bien en hiver qu'en été, à cause de l'utilisation de nouveaux matériaux, tels que le béton, qui empêche les vieux murs de respirer ; ce qui provoque une forte humidité.

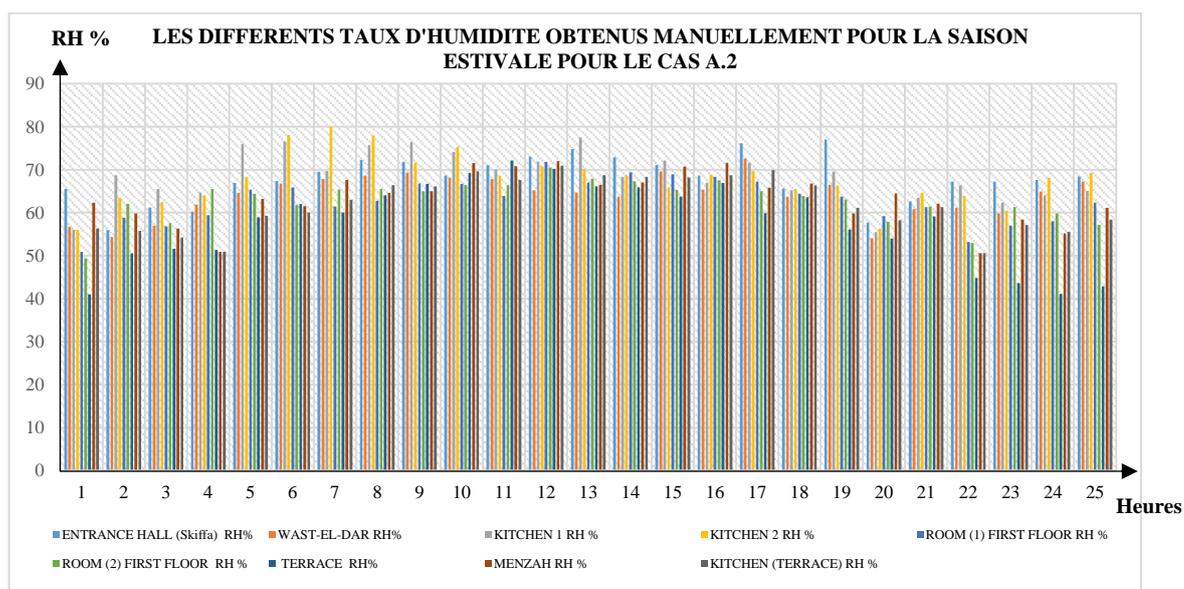


Figure II.13 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'été typique

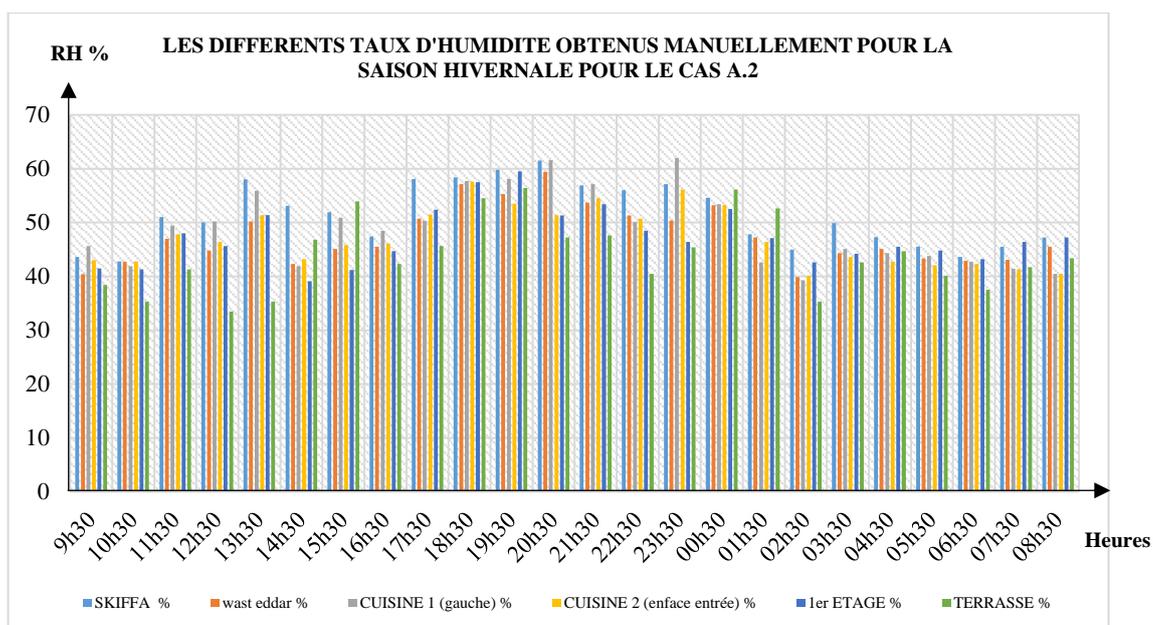


Figure II.14 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique

Pour l'infiltration d'air (Fig. II.15 et Fig. II.16), elle est de 1 m / s à 2.8 m / s pour l'été et de 0.2 m / s à 4 m / s pour l'hiver.

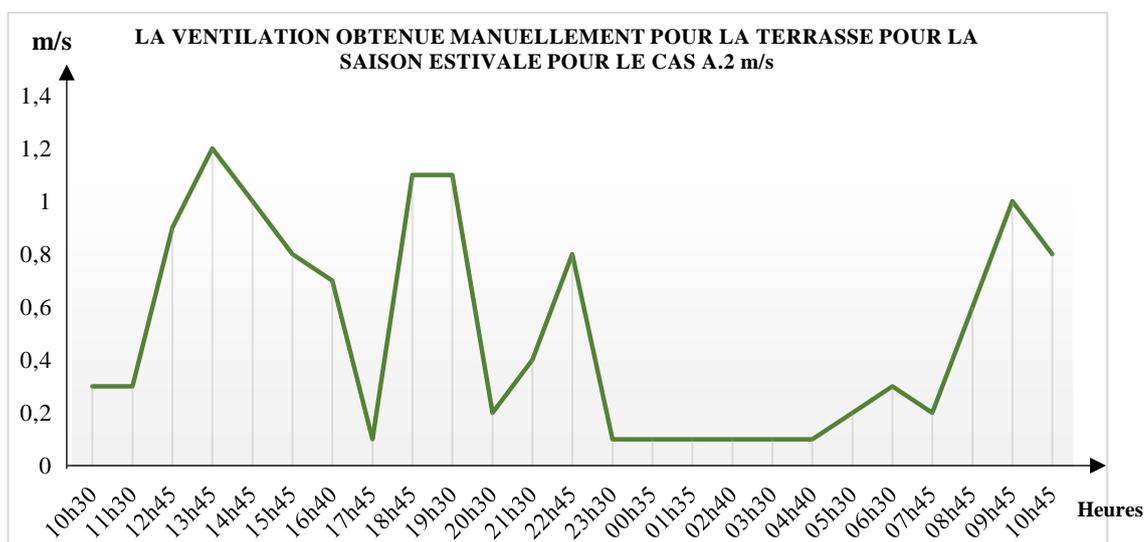


Figure II.15 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique

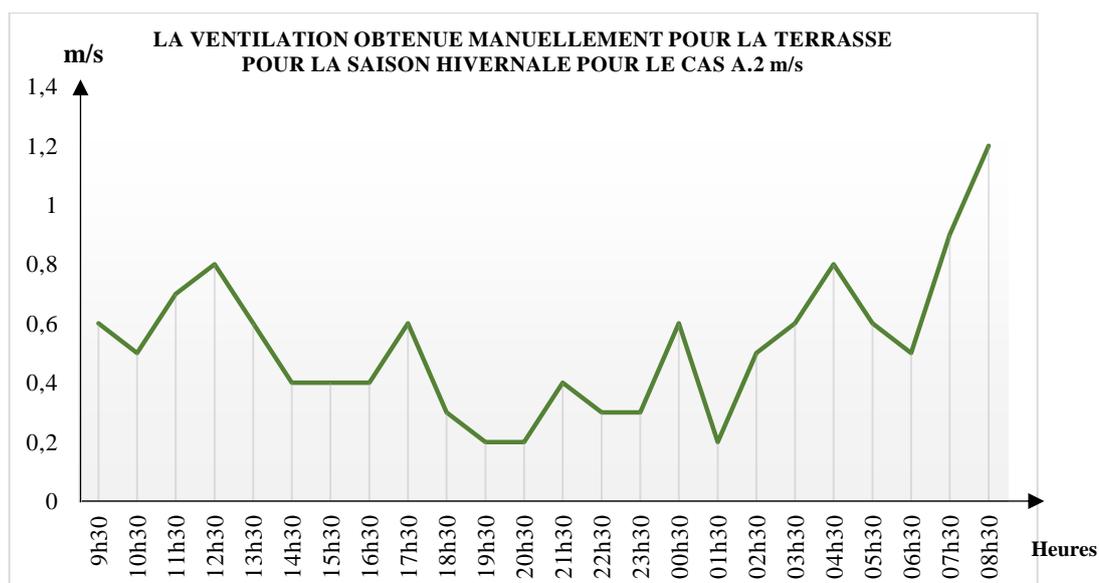


Figure II.16 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique

Les mesures *in situ* suscitent une première observation à propos des deux cas de maisons étudiées. En faisant la corrélation entre le cas A.1 et le cas A.2, on remarque que la première présente un cas de transformation positive tandis que la seconde renvoie vers une transformation plutôt négative. La phase de simulation permet soit de confirmer, soit d'invalider cette première observation.

2.2.Simulations numériques

Les conditions microclimatiques intérieures ont été analysées à partir de graphiques montrant les fluctuations de température, la ventilation, l'humidité et l'indice PMV des six cas de maisons, tant dans leur état initial que dans leur état reconverti. Ces résultats de simulation représentent les conditions microclimatiques pour deux jours typiques dans chacune des deux saisons (été du 21 mars au 22 octobre ; hiver du 23 octobre au 21 mars) et correspondent aux mesures prises *in situ*, durant la même semaine et le même jour.

Ce point se concentre sur les résultats obtenus par simulation et les discute notamment pour les deux cas de maisons traditionnelles de typologie *wast-ed-dar* (à patio).

Pour le cas A.1, la différence de fluctuation de température entre la maison dans son état d'origine et son état actuel est minime. La température maximale moyenne dans les deux cas est de 26 ° C pour la saison estivale (Fig. II.17 et Fig. II.18) et de 18 ° C pour la saison hivernale (Fig. II.19 et Fig.II.20), en raison de l'inertie thermique ; ce qui réduit les

fluctuations et sert de stabilisateur de température. L'inertie thermique est la capacité de la maison à absorber la chaleur, à la stocker et à la libérer lentement. L'humidité est estimée entre 40% et 60%, en été, et de 50% à 65%, en hiver. La différence du taux d'humidité pour ce cas est négligeable. Ceci peut s'expliquer apparemment par le gradient thermique différent associé à l'inertie thermique des murs du bâtiment.

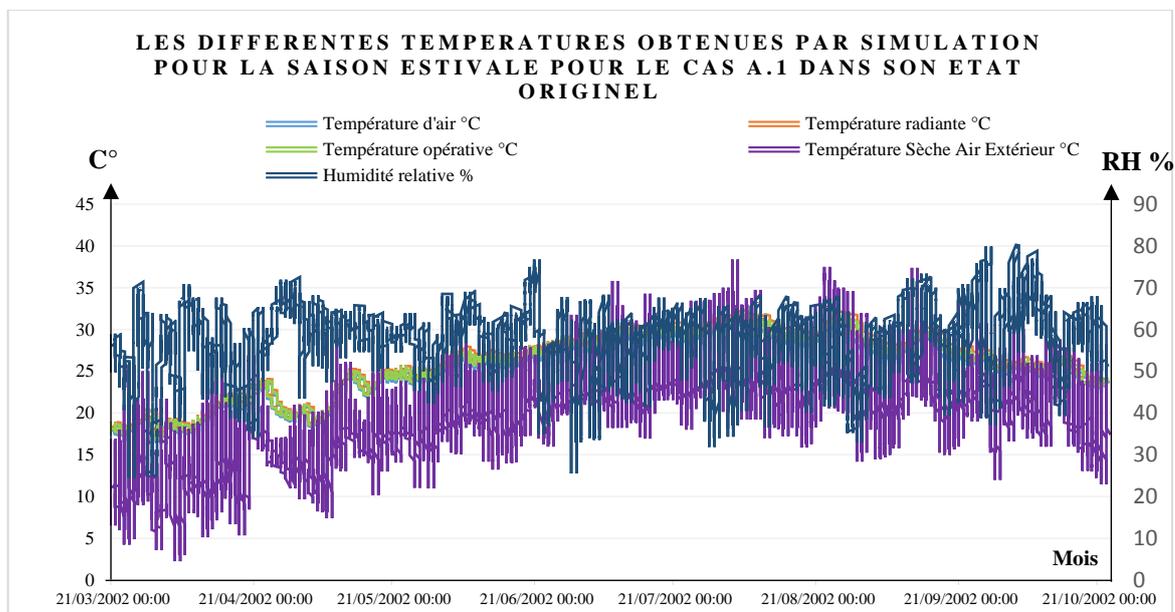


Figure II.17 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.1.O" pendant la saison estivale

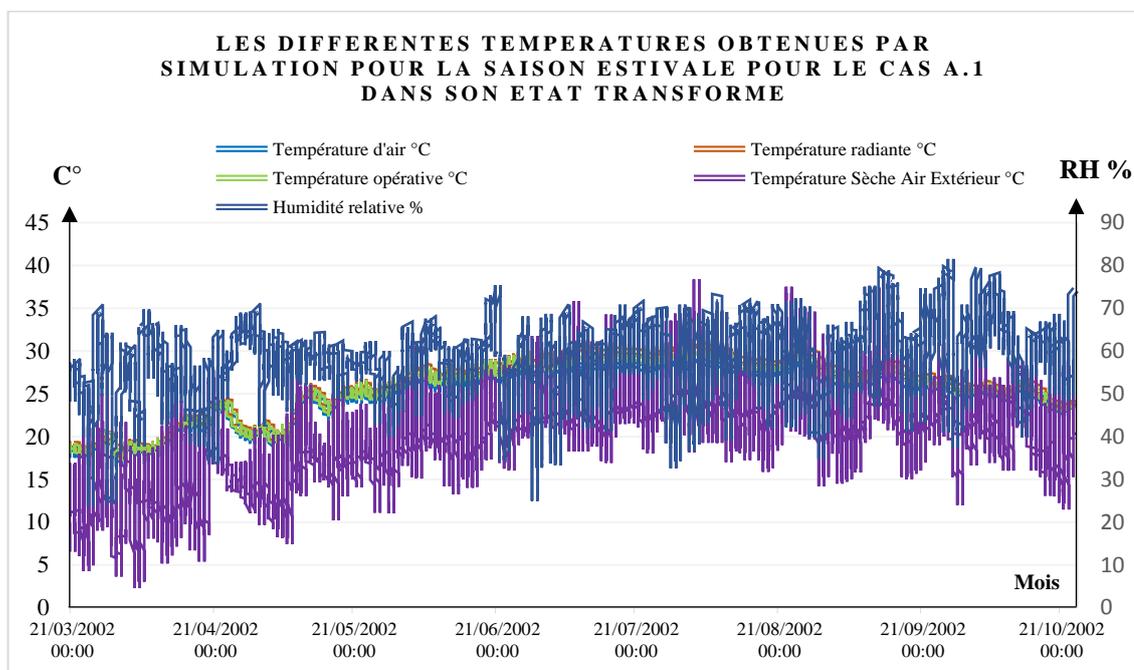


Figure II.18 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.1.T" pendant la saison estivale

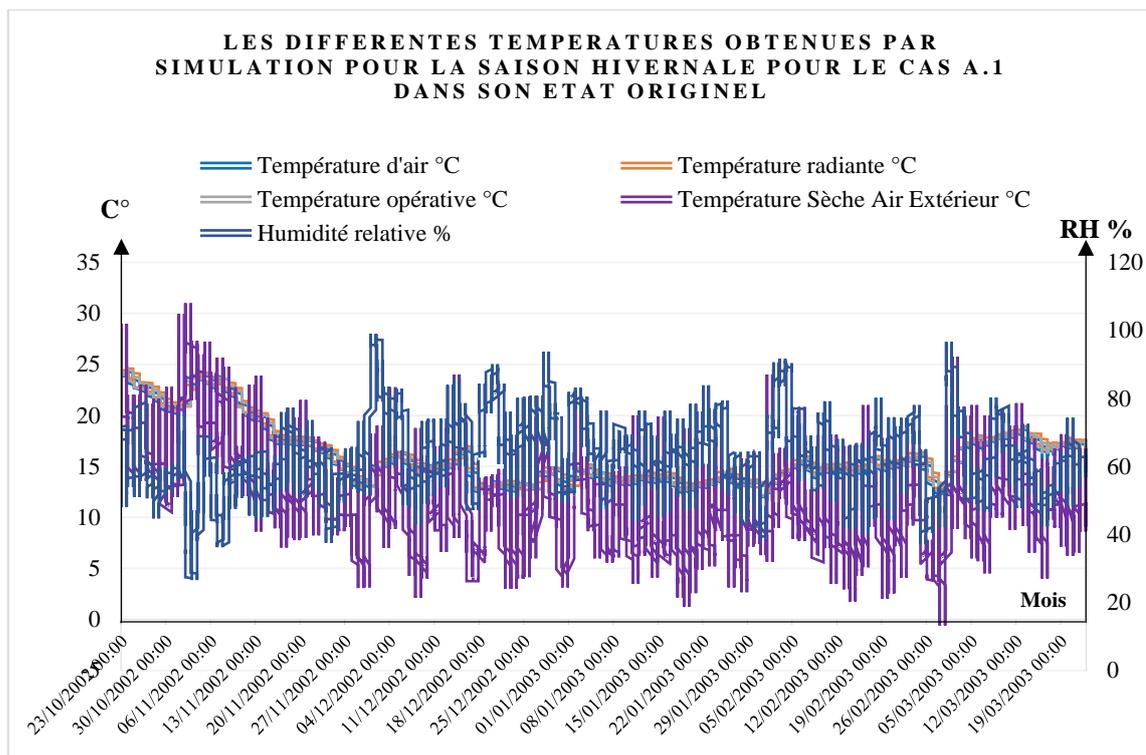


Figure II.19 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.1.O" pendant la saison hivernale

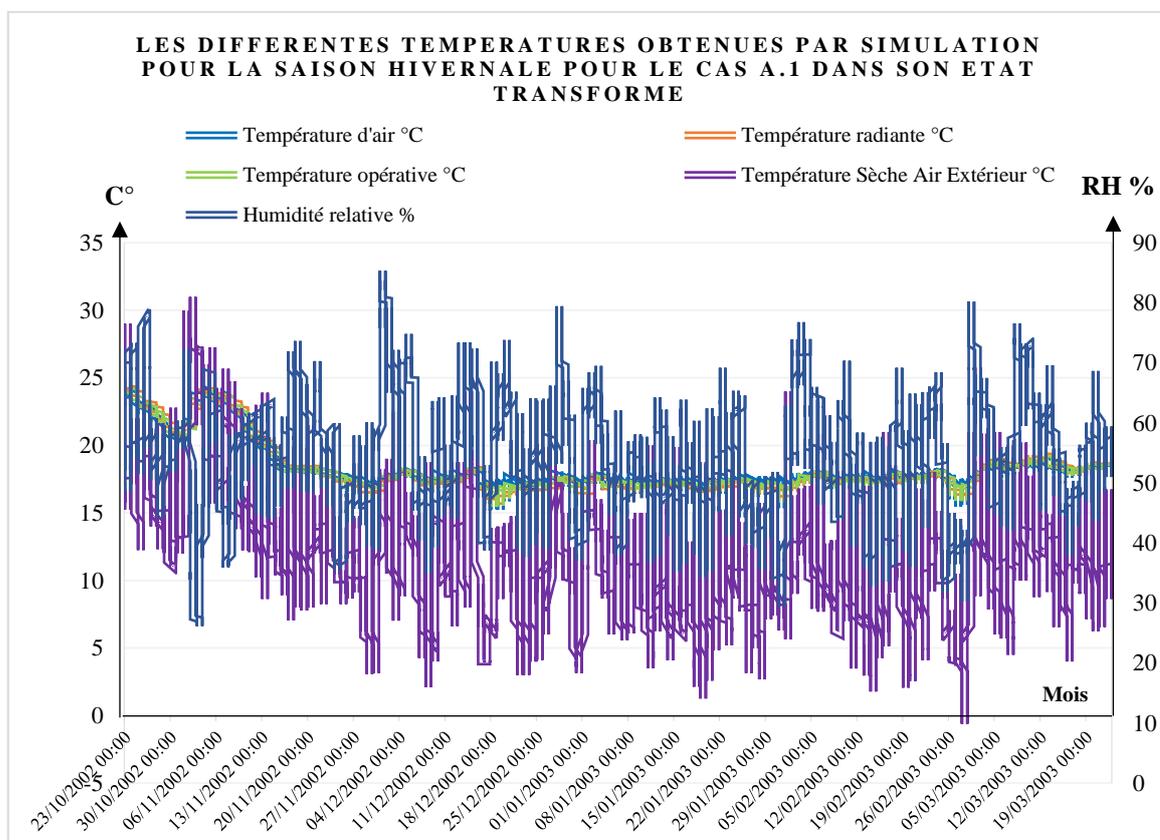


Figure II.20 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.1.T" pendant la saison hivernale

Dans le premier cas A.1.O (Fig. II.21 et Fig. II.23), la ventilation et la distribution de l'air sont naturelles. Quant au cas transformé A.1.T (Fig. II.22 et Fig. II.24), il est artificiel et les lectures varient entre 0.7 et 3.6 vol/h, ce qui coïncide avec une augmentation ou une diminution de la température.

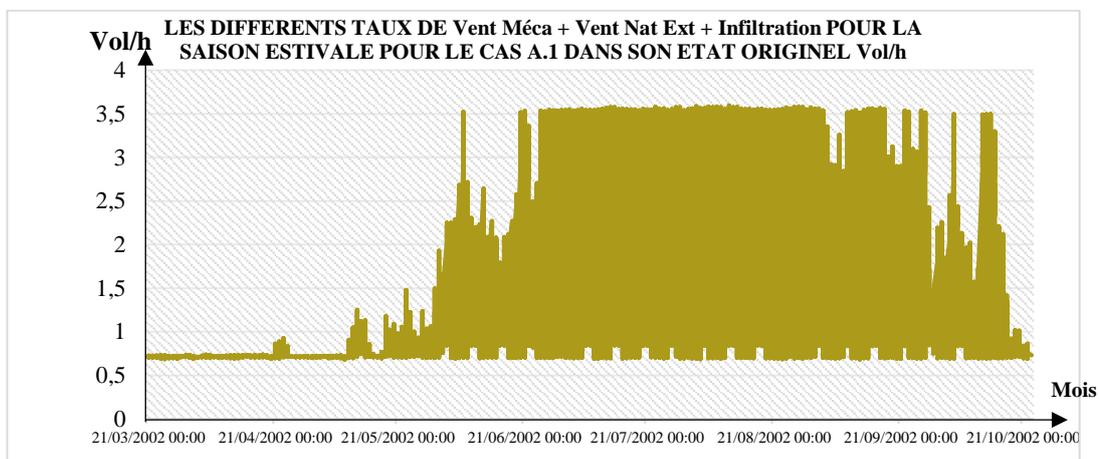


Figure II.21 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.1.O" pendant la saison estivale

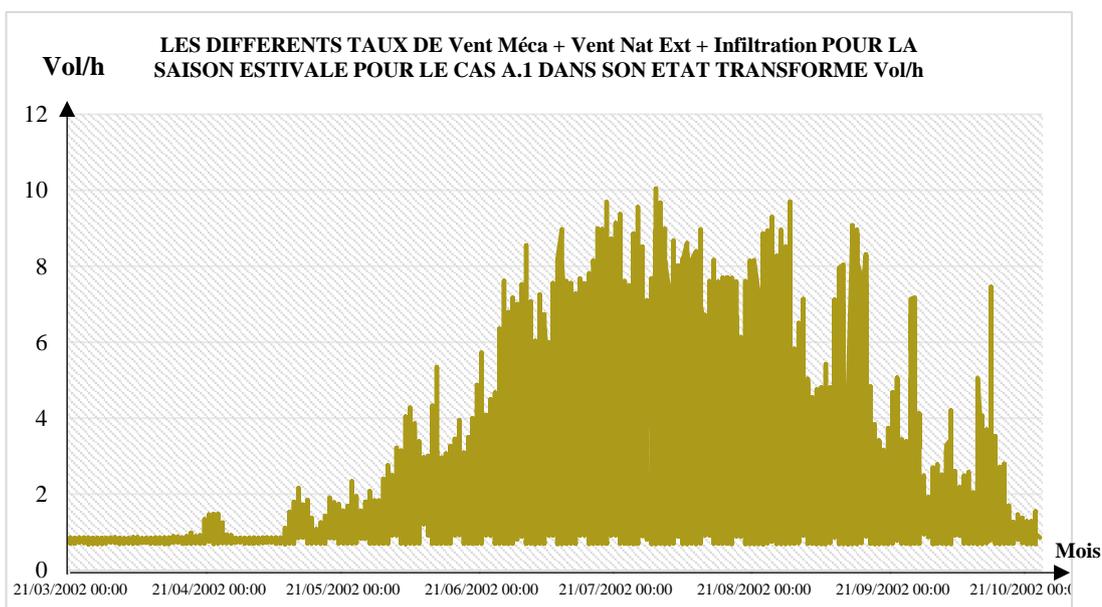


Figure II.22 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.1.T" pendant la saison estivale

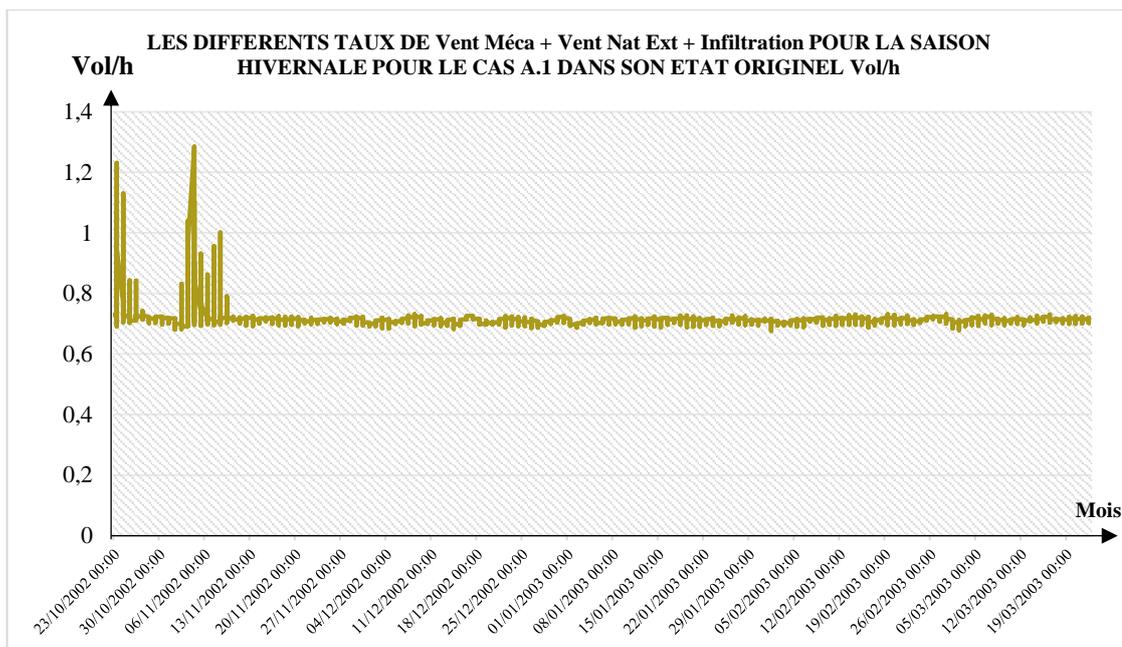


Figure II.23 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.1.O" pendant la saison hivernale

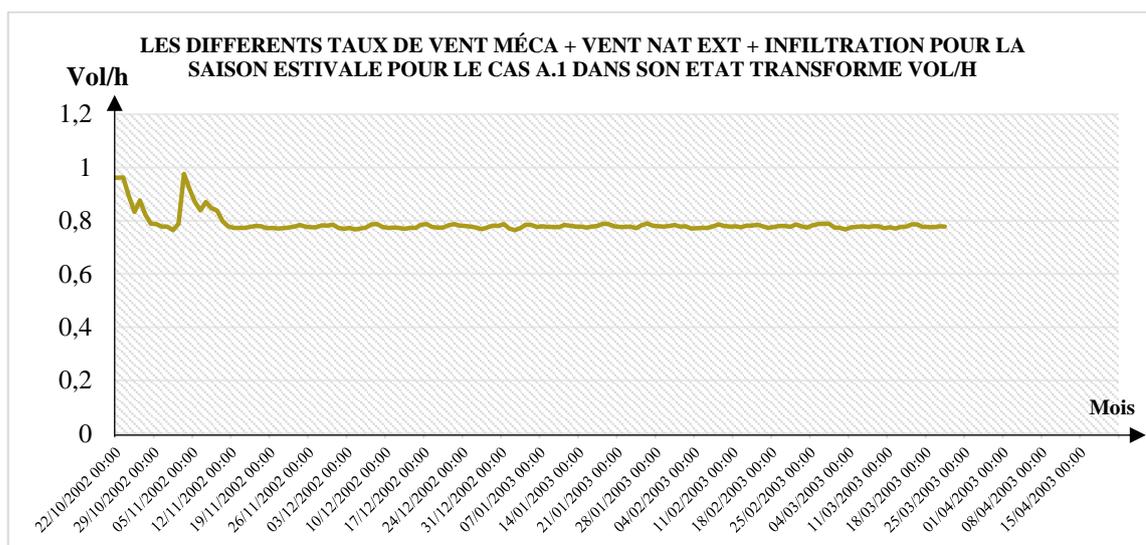


Figure II.24 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.1.T" pendant la saison hivernale

L'indice PMV, qui représente le confort sensoriel ressenti par l'utilisateur, est compris entre 0 et - 1 pour la maison dans son état d'origine A.1.O pendant la période estivale (Fig. II.25) et entre 0 et - 2 pour la maison dans son état actuel A.1.T (Fig. II.26). En hiver, il est compris entre 0 et 1 pour la maison d'origine A.1.O (Fig. II.27) et entre 0 et 1.5 pour la maison dans son état actuel A.1.T (Fig. II.28). Comme le montrent les chiffres, il y a très peu de différence entre la maison dans son état d'origine et son état transformé. La sensation thermique est fraîche pour l'été et chaude pour l'hiver. Cela crée une sensation de confort pendant les deux saisons.

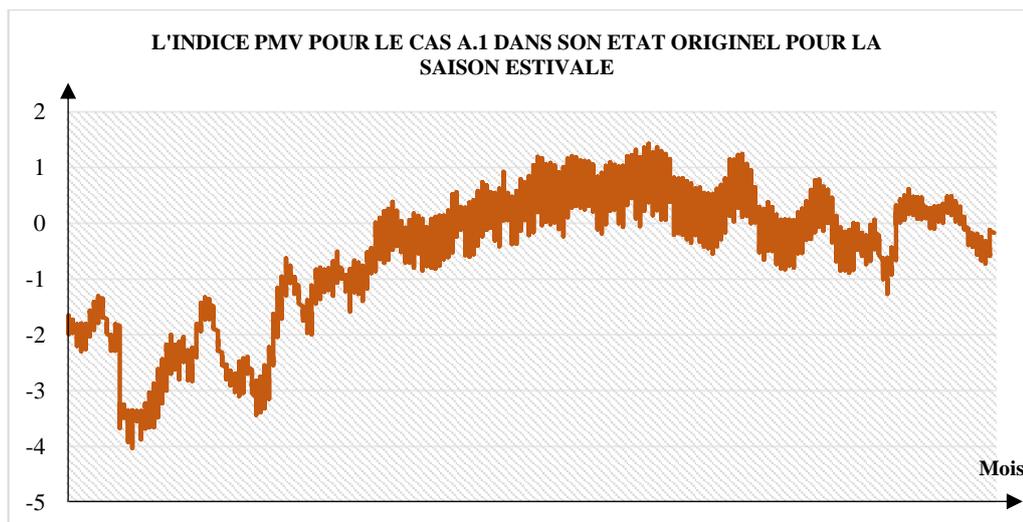


Figure II.25 : L'indice PMV pour le cas A.1.O pendant la période estivale

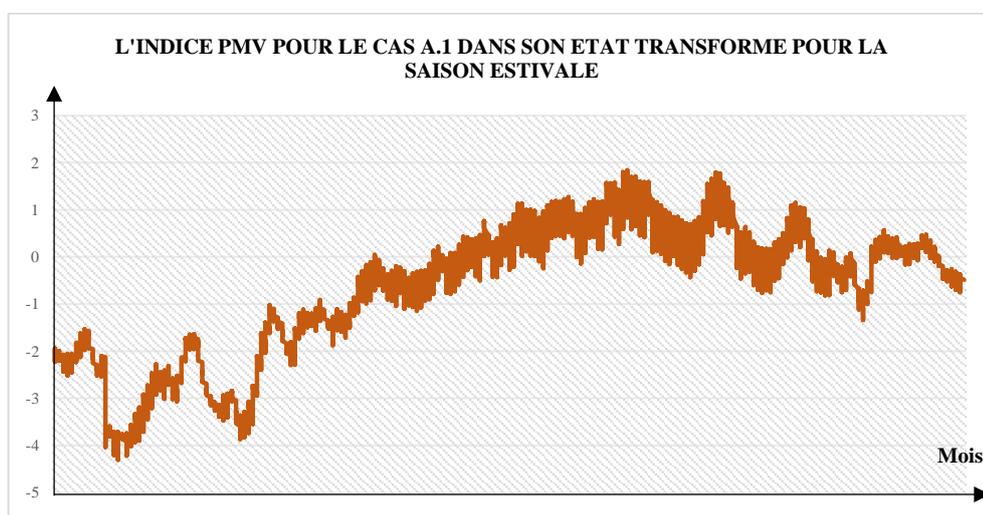


Figure II.26 : L'indice PMV pour le cas A.1.T pendant la période estivale

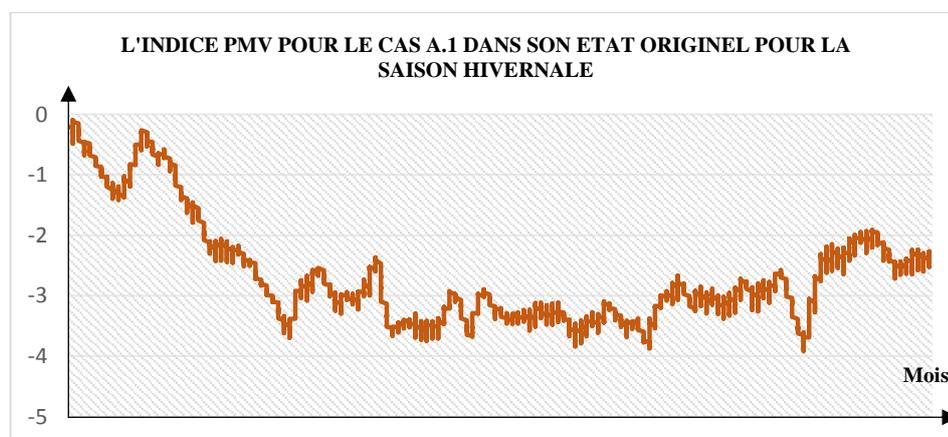


Figure II.27 : L'indice PMV pour le cas A.1.O pendant la période hivernale

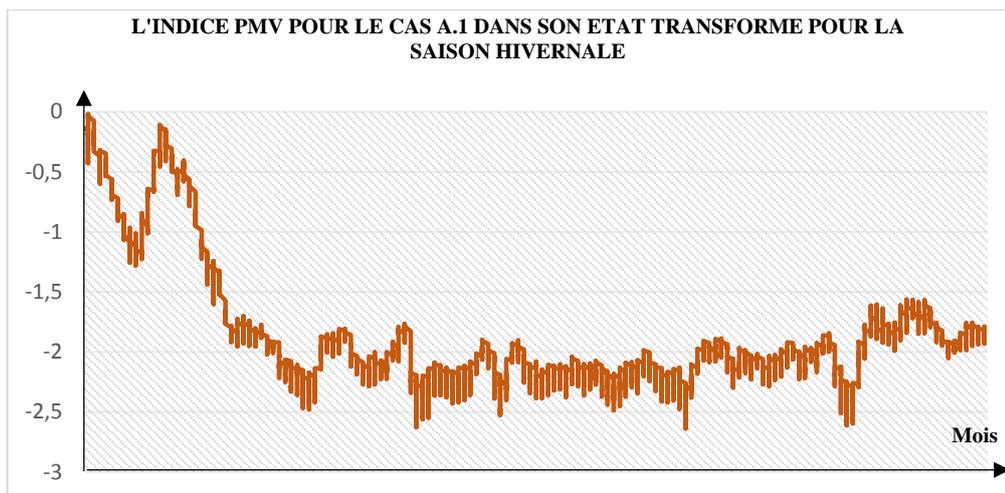


Figure II.28 : L'indice PMV pour le cas A.1.T pendant la période hivernale

Pour le cas A.2, la maison dans son état d'origine A.2.O montre une différence constante entre les températures intérieure et extérieure (Fig. II.29), ce qui confirme une transmission équilibrée de la température. Cependant, la comparaison fait ressortir que la maison dans son état actuel A.2.T (Fig. II.30) ne montre presque aucune différence entre les températures intérieure et extérieure, ce qui indique une transmission insuffisante créée par les mutations architecturales qu'elle a subies. La température est estimée entre 18°C et 29°C en été pour l'état originel. Quant à l'état transformé, elle évolue entre 20°C et 31°C. En hiver, elle est de 10°C à 17°C pour cette typologie de maison dans son état originel A.2.O (Fig. II.31) et de 17°C à 23 °C une fois transformée (Fig. II.32). En ce qui concerne les niveaux d'humidité, on peut clairement constater durant la saison estivale des différences significatives entre les deux états de la maison, allant de 50% à 60% pour la maison dans son état d'origine et de 60% à 70% pour la maison dans son état actuel. Pendant la période hivernale, les niveaux varient de 50% à 65% pour la maison dans son état d'origine A.2.O et de 65% à 70% pour la maison transformée A.2.T.

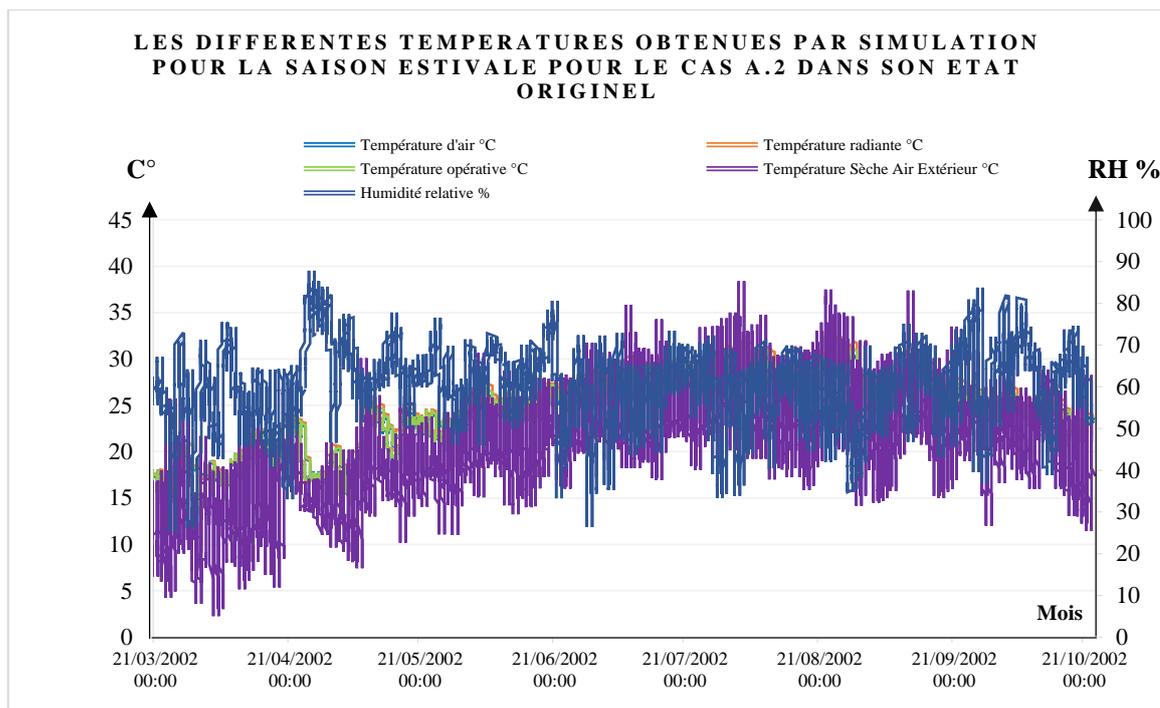


Figure II.29 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.2.O" pendant la saison estivale

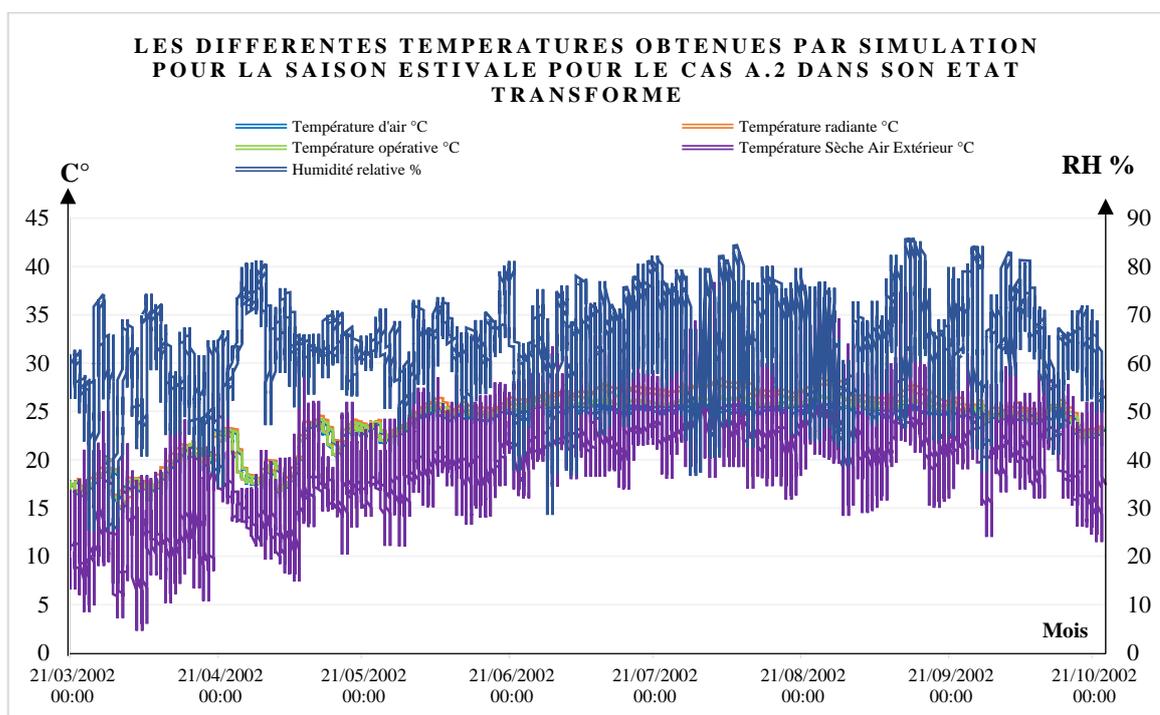


Figure II.30 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.2.T" pendant la saison estivale

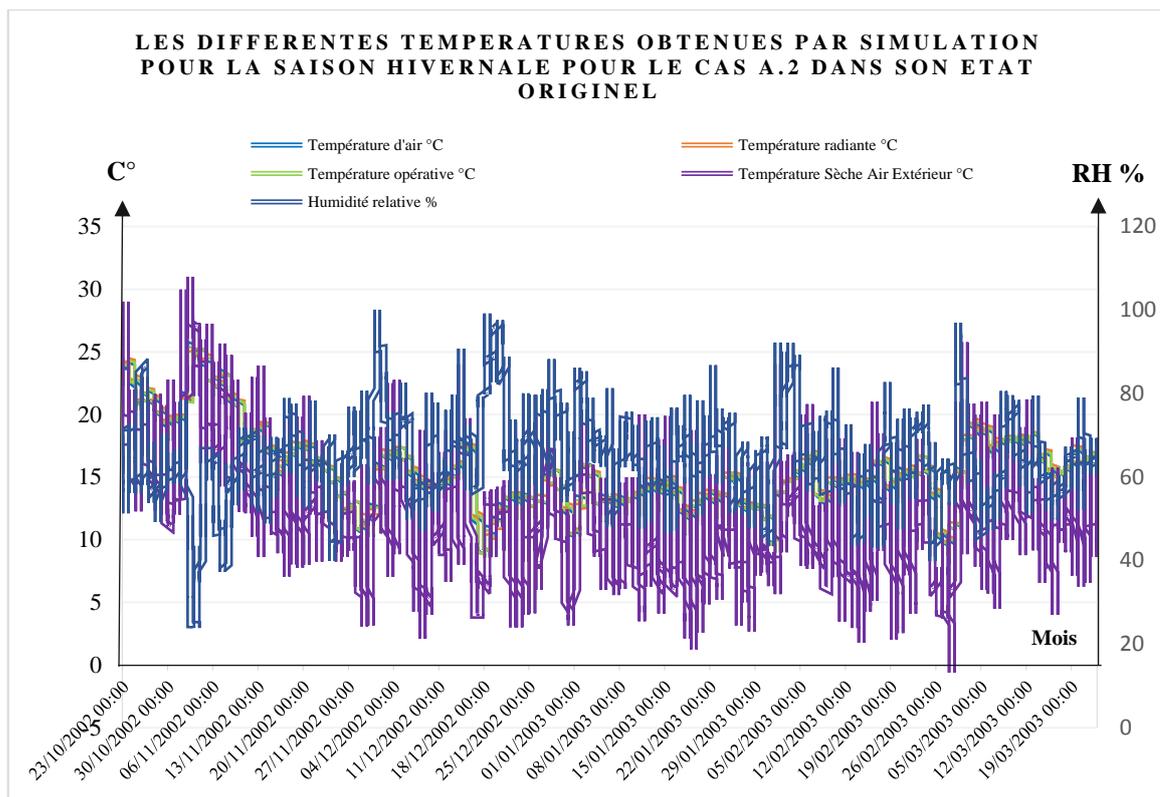


Figure II.31 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.2.O" pendant la saison hivernale

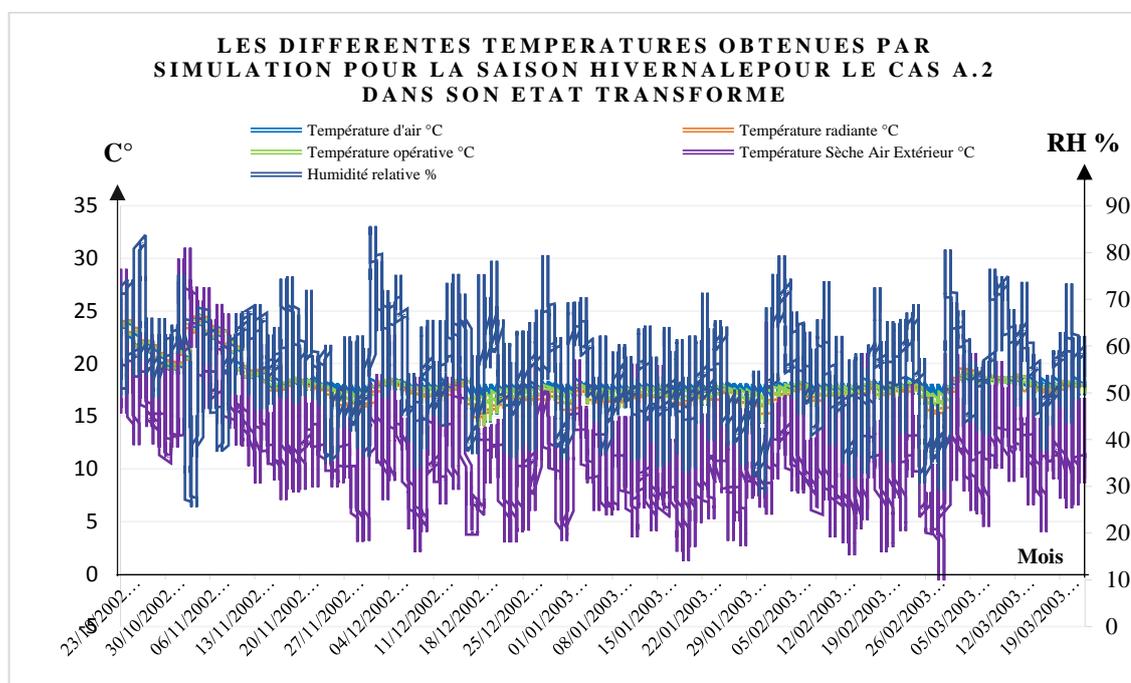


Figure II.32 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.2.T" pendant la saison hivernale

Dans le premier cas A.2.O, la ventilation est naturelle et la transmission de l'air à l'intérieur de la maison est constante, sans perturbation (Fig. II.33 et Fig. II.35). Quant aux cas transformés (Fig. II.34 et Fig. II.36), des pics de 2 vol/h (période estivale) et de 3 vol/h (période hivernale) peuvent être observés. Ces chiffres peuvent s'expliquer par les phénomènes d'inertie thermique, d'humidité, d'aspiration et de sortie d'air dus à la présence d'appareils de chauffage et de refroidissement (climatisation) influant sur la température.

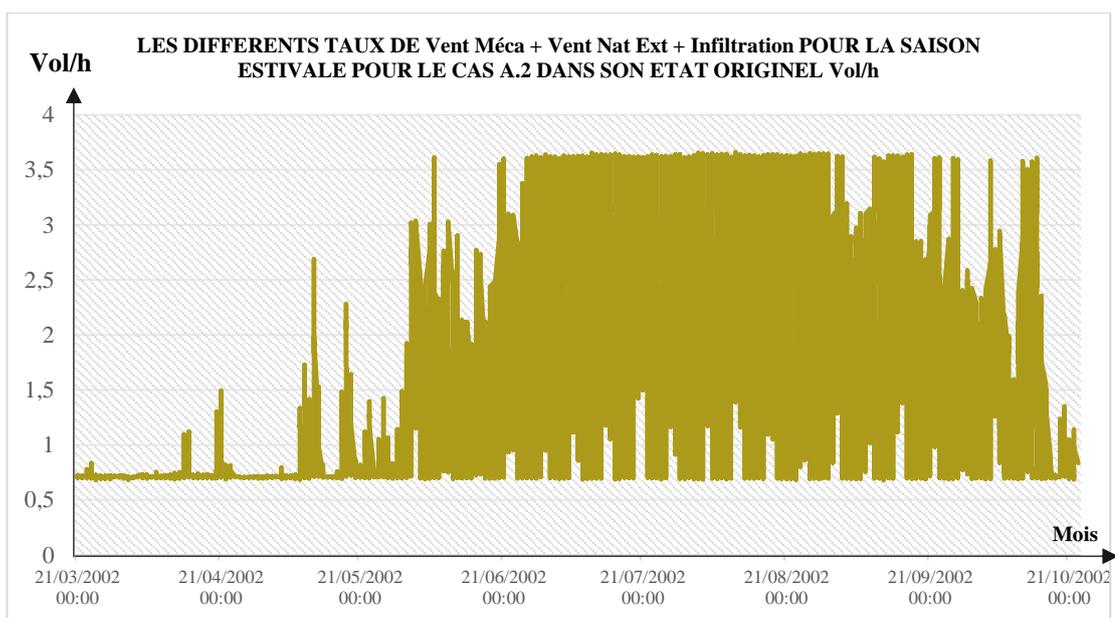


Figure II.33 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.2.O" pendant la saison estivale

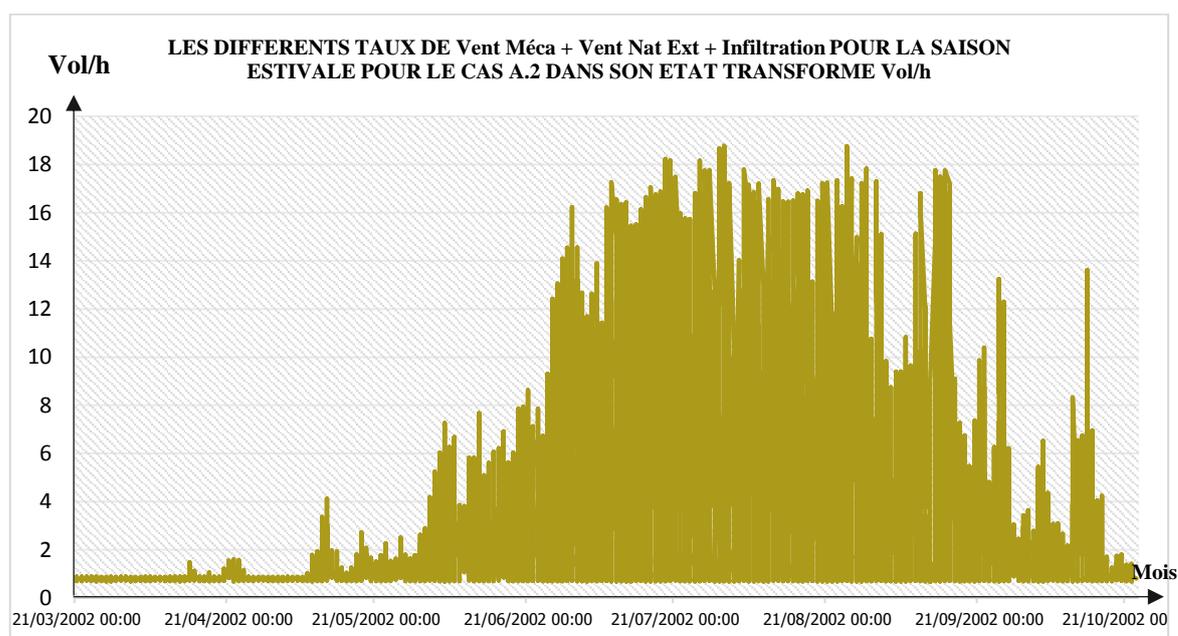


Figure II.34 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.2.T" pendant la saison estivale

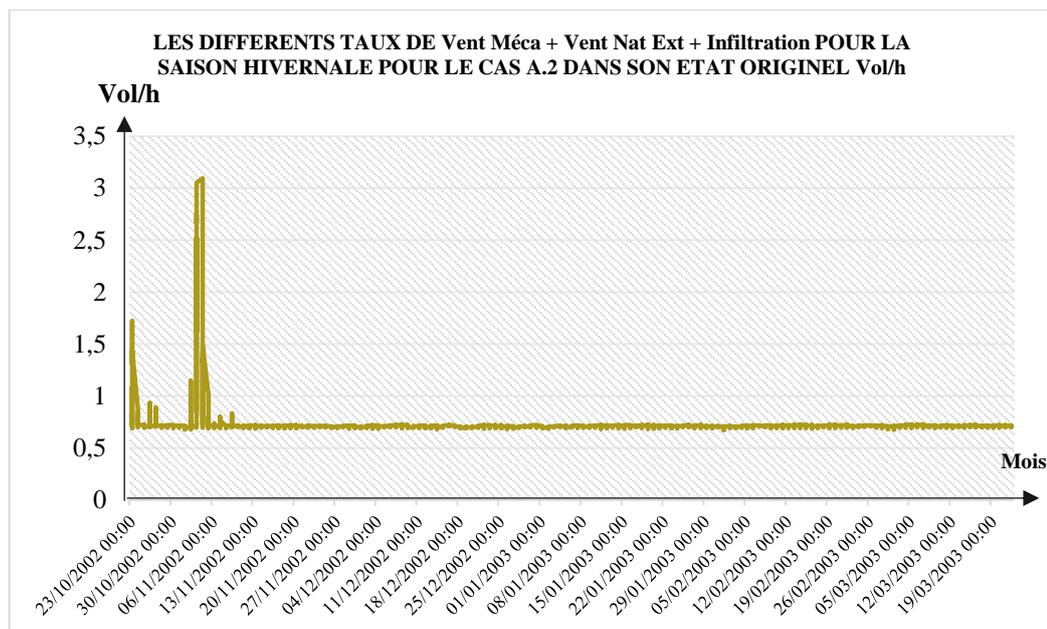


Figure II.35 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.2.O" pendant la saison hivernale

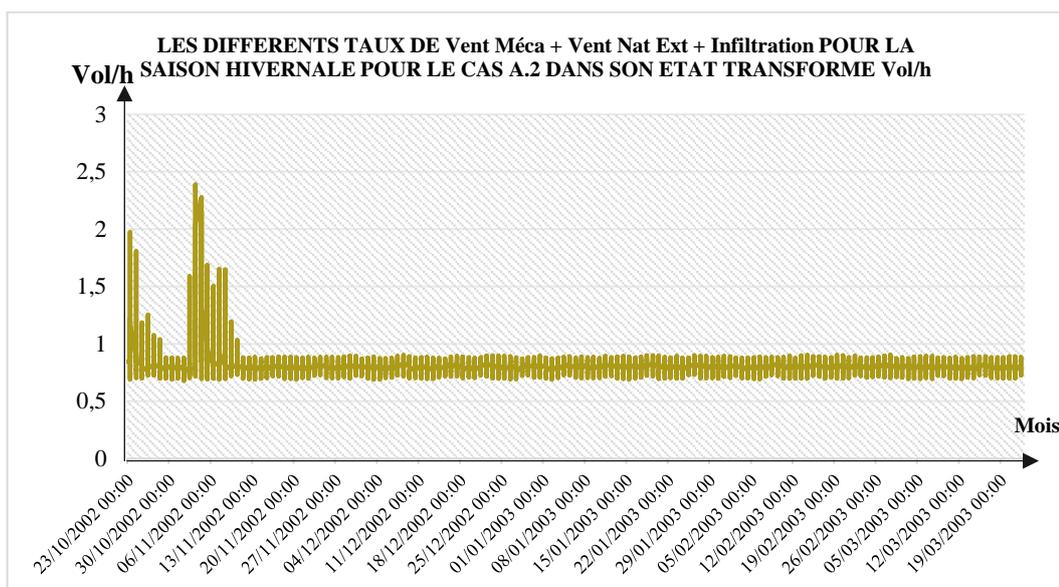


Figure II.36 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.2.T" pendant la saison hivernale

Pendant la période estivale, l'indice PMV est compris entre 0 et -2 pour la maison dans son état d'origine A.2.O (Fig. II.37) et entre -2 et 5 pour la maison dans son état transformé A.2.T (Fig. II.38). En hiver, il est compris entre 0,5 et 2 (Fig. II.39) pour la maison d'origine A.2.O et entre -1 et -3 pour la maison actuelle A.2.T (Fig. II.40). Cela peut s'expliquer par le niveau d'humidité créé par le système de chauffage en hiver et par le système de refroidissement en été, par rapport au volume d'énergie fourni par ces derniers.

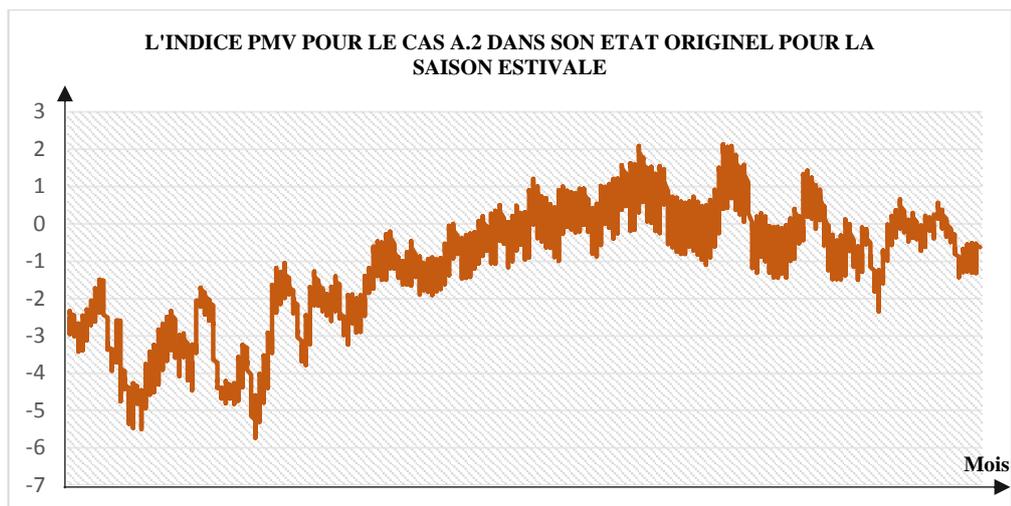


Figure II.37 : L'indice PMV pour le cas A.2.O pendant la période estivale

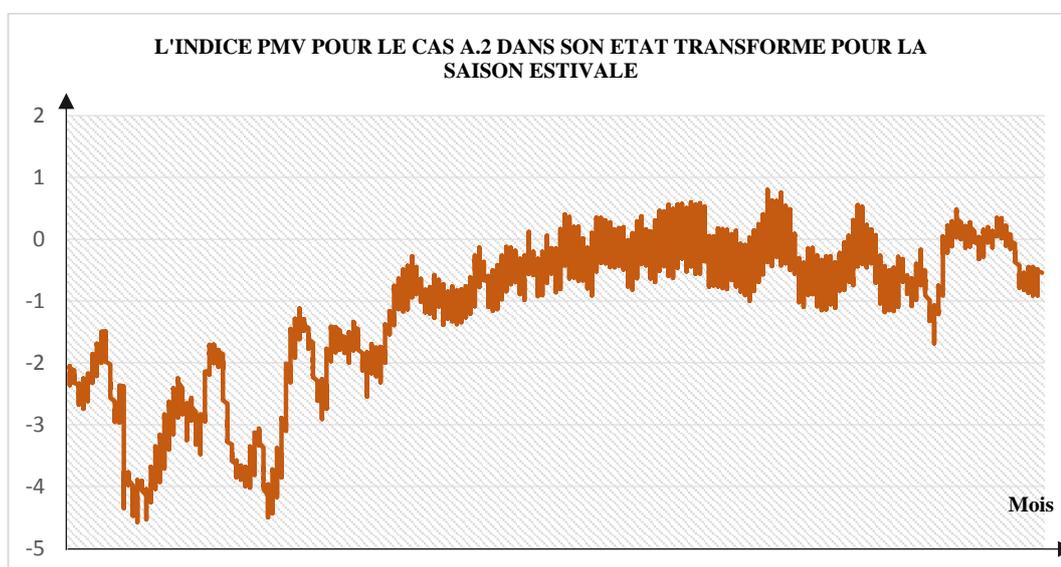


Figure II.38 : L'indice PMV pour le cas A.2.T pendant la période estivale

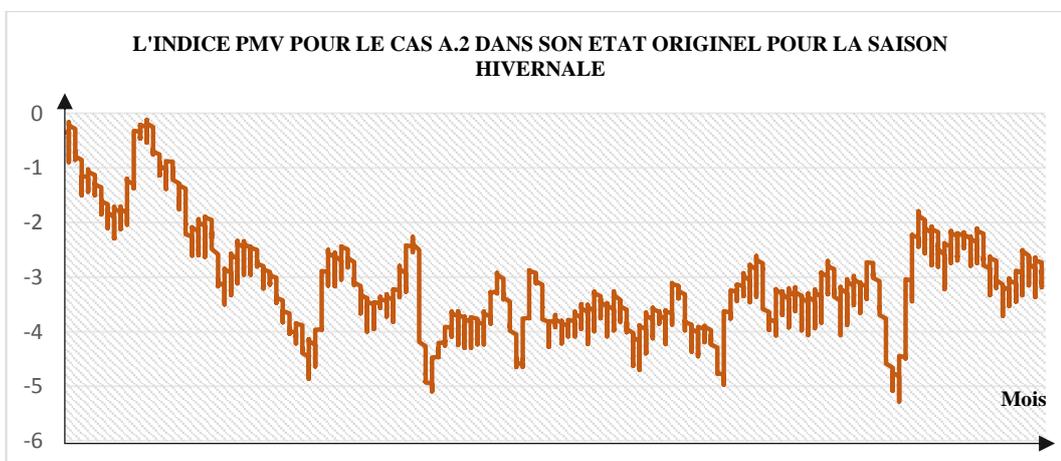


Figure II.39 : L'indice PMV pour le cas A.2.O pendant la période hivernale

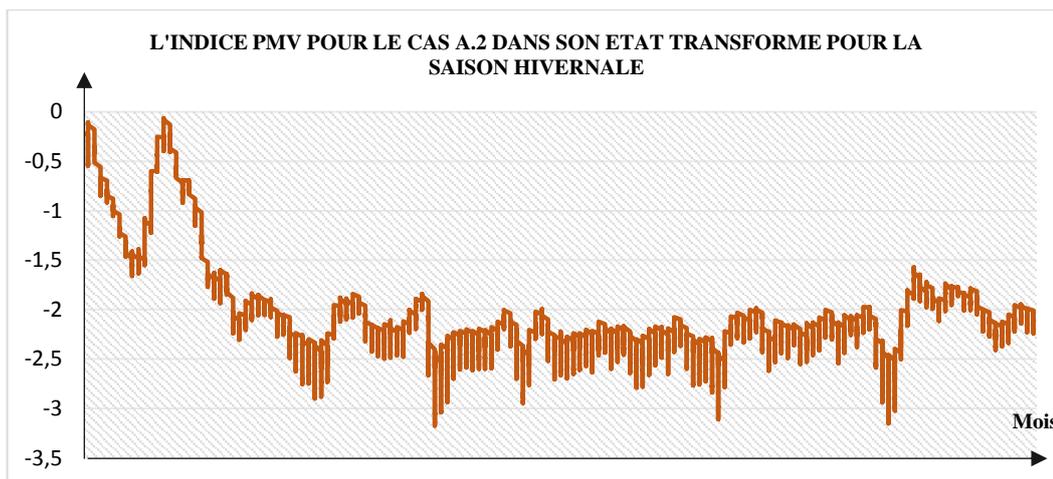


Figure II.40 : L'indice PMV pour le cas A.2.T pendant la période hivernale

Il est recommandé de maintenir une température de l'air d'environ 22°C pour un confort optimal, avec un taux d'humidité relative compris entre 40% et 60%. Le mouvement de l'air devrait être de 0,5 à 1 m / s pour permettre aux personnes peu actives de sentir une fraîcheur agréable. Dans des endroits plus chauds, des vitesses de 1,25 à 2,5 m / s sont nécessaires pour obtenir un soulagement satisfaisant¹⁶⁰.

2.3. Validation des modèles

Les chiffres montrent que, pour le cas A.1, les températures estivales sont restées constantes, estimées entre 20°C et 28°C . Le *menzah* (belvédère aménagé en terrasse) constitue l'espace le plus chaud. L'humidité varie entre 45% et 67% pour la même période. Selon J.Y. Charbonneau et F. Provencal, les niveaux relativement bas du taux d'humidité et des fluctuations de température et de vitesse de l'air contribuent à créer une situation de confort optimale.

Quant au cas A.2, les résultats affichés montrent des températures assez élevées pour les périodes estivale et hivernale et des taux d'humidité considérables et accrus ; ce qui a permis de créer une situation d'inconfort causée par les différentes transformations faites sans aucune prise de conscience.

Les tableaux indiquent les variations de température et d'humidité et incluent le taux d'erreur entre les deux résultats obtenus par (*in situ* / simulation). Pour que le modèle soit validé, le

¹⁶⁰ Schreiber L. 1985. Normes sur les conditions d'ambiances thermiques acceptables pour le confort. 33p.

taux d'erreur moyen, dans 85% des cas, ne doit pas dépasser 5%¹⁶¹. Dans notre recherche, sur la base des calculs numériques obtenus, le taux d'erreur est relativement faible. Les valeurs de la simulation sont suffisamment proches de celles prises sur site. Les courbes des graphes montrent un degré élevé de convergence. Ainsi, nous avons conclu que les deux modèles présentés sont suffisamment précis et peuvent être utilisés pour les calculs thermiques du bâtiment.

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|--|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|
| Hall d'entrée (skiffa) | 28.4 | 27.903 | 1.75% | 68.003 | 65.693 | 3.39% |
| Wast-el dar | 28.6 | 27.581 | 3.56% | 64.092 | 61.253 | 4.42% |
| Cuisine 1 | 28.576 | 28.076 | 1.74% | 68.888 | 66.946 | 2.81% |
| Cuisine 2 | 28.872 | 27.955 | 3.17% | 67.764 | 65.191 | 3.79% |
| Chambre A 1 ^{er} niveau | 28.956 | 28.115 | 2.90% | 62.82 | 60.311 | 3.99 % |
| Chambre B 1 ^{er} niveau | 29.048 | 28.676 | 1.28% | 63.212 | 61.400 | 2.86 % |
| Grande chambre 1 ^{er} niveau | 27.828 | 27.341 | 1.75 % | 64.3 | 62.768 | 2.38% |
| Cuisine niveau menzah | 29.02 | 27.938 | 3.72% | 62.1 | 61.573 | 0.84% |
| Menzah | 29.128 | 27.766 | 4.6% | 63.424 | 61.008 | 3.80% |

Tableau II.1 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "A.1" pendant la période estivale

¹⁶¹ Shafqat Hussain, Patrick H. Oosthuizen, Validation of numerical modelling of conditions in an atrium space with a hybrid ventilation system, *Building and Environment*, 52 (2012) 152-161

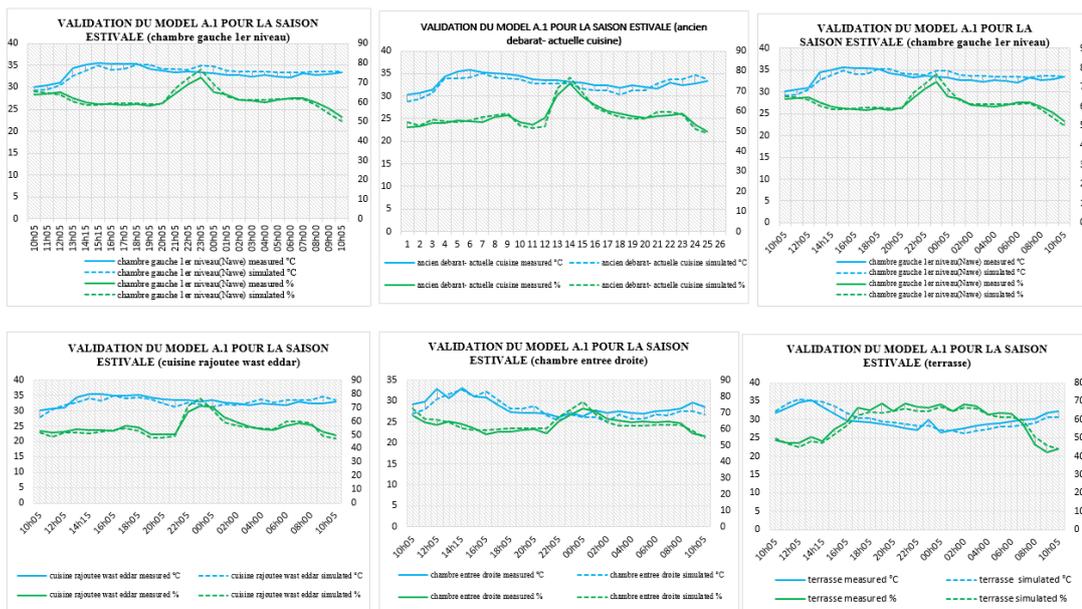


Figure II.41 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.1" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique

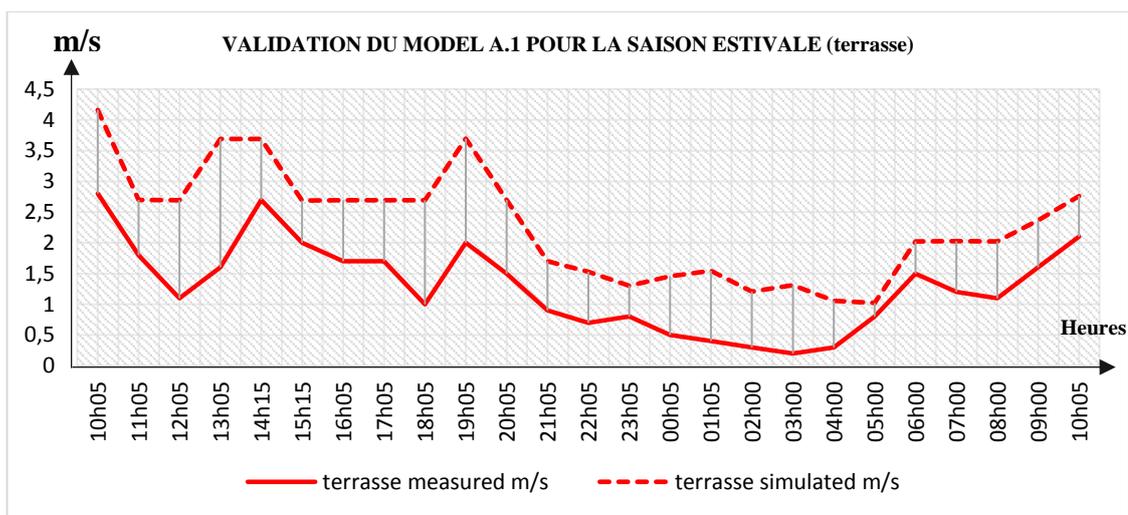


Figure II.42 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.1" pendant la période estivale pour la ventilation de l'air lors d'une journée d'été typique

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|------------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
| Hall d'entrée (skiffa) | 16.329 | 16.221 | 0.66% | 52.375 | 53.627 | 2.3% |
| Wast-el dar | 16.525 | 16.026 | 3.01% | 48.141 | 49.613 | 1.42% |
| Cuisine 1 | 16.8 | 16.824 | 0.14% | 58.929 | 59.105 | 0.29% |

| | | | | | | |
|--|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| Cuisine 2 | 16.804 | 16.467 | 2.00% | 48.254 | 49.237 | 2.03% |
| Chambre A 1 ^{er} niveau | 17.520 | 17.279 | 1.37% | 54.354 | 55.436 | 1.99% |
| Grande chambre 1 ^{er} niveau | 16.412 | 15.614 | 4.8% | 60.041 | 62.324 | 3.80% |
| Cuisine niveau menzah | 16.05 | 15.968 | 0.5% | 61.604 | 61.981 | 0.61% |
| Chambre niveau Menzah | 15.529 | 14.892 | 4.10% | 62.745 | 62.369 | 0.60% |

Tableau II.2 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "A.1" pendant la période hivernale

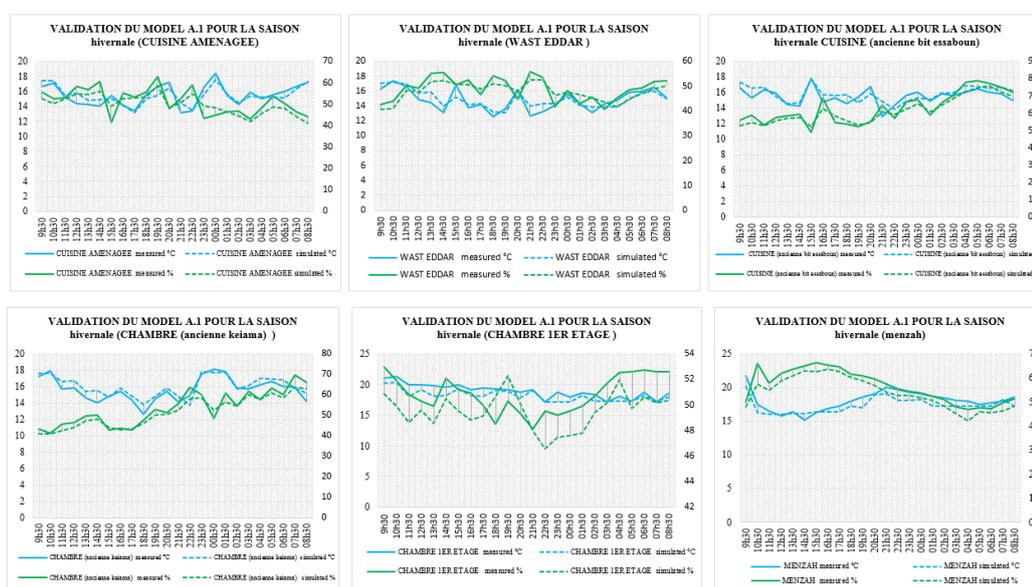


Figure II.43 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.1" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique

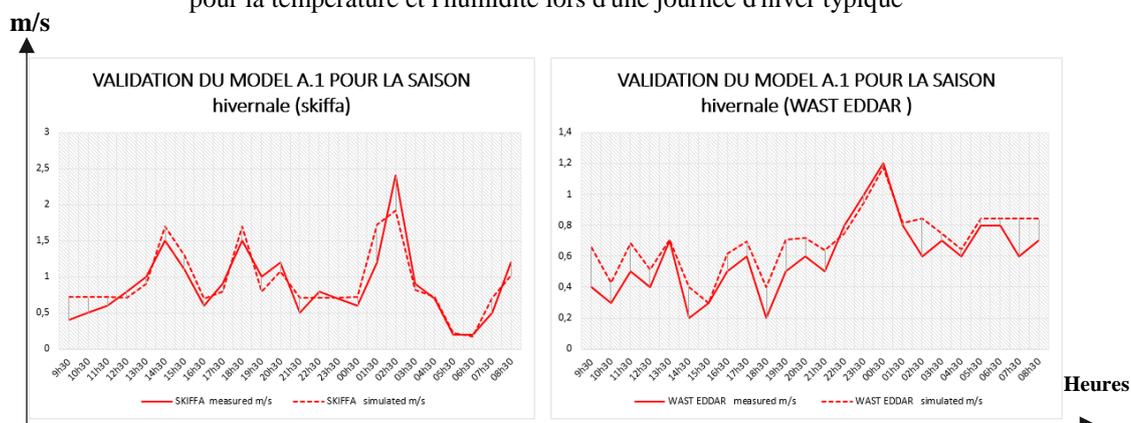


Figure II.44 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.1" pendant la période hivernale pour la ventilation de l'air lors d'une journée d'hiver typique

Par rapport aux résultats obtenus par simulation et aux mesures *in situ*, nous constatons que le jour le plus défavorable est le 23 août pour le cas A.1 (Fig. II.41 et Fig. II.43) et le 21 août pour le cas A.2 (Fig. II.45 et Fig. II.46), et que les variations de température sont similaires, puisque la température maximale est de 35 ° C et la température minimale est de 25 ° C (Tableau II.1 et Tableau II.2). Le transfert de température est équilibré pour le cas A.1 et perturbé pour le cas A.2. En ce qui concerne les résultats relatifs à la ventilation externe du *menzah* et du *wast-ed-dar* (Fig. II.42 et Fig. II.44), on remarque une différence puisque les résultats obtenus par simulation montrent la ventilation externe, la mécanique et l'infiltration, alors que les mesures réelles ne présentent que la ventilation externe. On n'est pas donc en mesure de présenter une corrélation sur ce paramètre (Tableau II.3 et Tableau II.4).

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|--|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|
| 1 ^{er} niveau sous les escaliers | 32.988 | 32.251 | 2.23% | 51.76 | 52.255 | 0.95% |
| Ancien débarrât- actuelle cuisine | 33.148 | 32.586 | 1.69% | 57.6 | 57.791 | 0.33% |
| Chambre gauche 1 ^{er} niveau | 33.312 | 33.495 | 0.54% | 61.532 | 61.796 | 0.42% |
| Chambre droite 1 ^{er} niveau | 27.724 | 27.431 | 1.05% | 57.856 | 56.994 | 1.48% |
| Cuisine aménagée niveau wast ed- dar | 33.148 | 32.763 | 1.16% | 56.048 | 55.262 | 1.40 % |
| Chambre entrée droite | 28.544 | 27.929 | 2.15% | 62.984 | 63.447 | 0.73 % |
| Chambre entrée gauche | 29.572 | 28.914 | 2.22 % | 63.456 | 63.638 | 0.28% |
| Terrasse | 30.06 | 30.105 | 0.14% | 58.92 | 57.844 | 1.82% |

Tableau II.3 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "A.2" pendant la période estivale

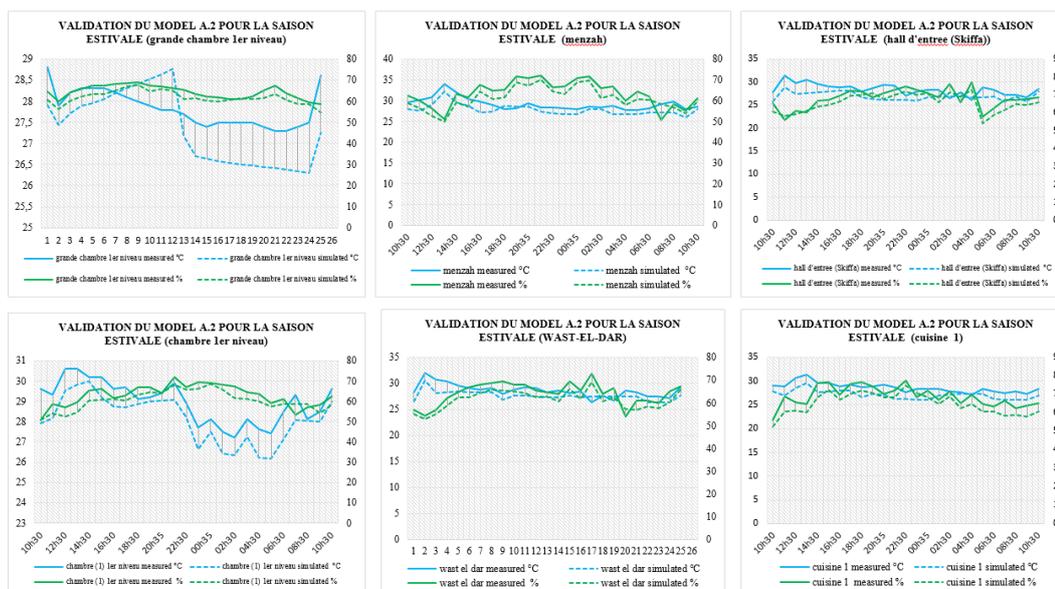


Figure II.45 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.2" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique

A travers des calculs et des théories, nous remarquons que la maison A.1, contient encore des mécanismes de ventilation naturelle, de même que des systèmes d'évacuation des odeurs et des fumées. La priorité des espaces ainsi que le choix des matériaux de construction n'ont subi aucune transformation majeure, seulement des modifications mineures permettant d'atteindre le confort thermique tout en contrôlant la circulation de l'air et le traitement de l'humidité à l'intérieur des maisons. Le cas A.1 par rapport au cas A.2, peut nous servir afin de proposer des solutions et des recommandations pour l'entretien et la durabilité de ces maisons traditionnelles tout en leur introduisant des mécanismes modernes pouvant créer un microclimat et un confort intérieur optimal.

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|----------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|
| Hall d'entrée (skiffa) | 14.220 | 14.45 | 1.61% | 46.891 | 47.411 | 1.10% |
| Wast ed-dar | 14.812 | 14.907 | 0.64% | 48.833 | 47.831 | 2.05% |
| Chambre gauche rajoutée | 15.179 | 15.056 | 0.81% | 52.333 | 53.164 | 1.58% |
| Chambre droite rajoutée | 14.891 | 14.938 | 0.31% | 52.933 | 51.250 | 3.17% |

| | | | | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Cuisine aménagée niveau wast ed-dar | 15.466 | 15.442 | 0.01% | 51.337 | 49.944 | 2.71 % |
| Cuisine (ancienne bit essaboun) | 15.504 | 15.811 | 1.98% | 62.908 | 61.414 | 2.37 % |
| Chambre (ancienne cuisine) | 15.625 | 16.027 | 2.57 % | 53.295 | 51.504 | 3.36% |
| Chambre A 1 ^{er} niveau | 16.316 | 16.711 | 2.42% | 56.6 | 55.946 | 1.15% |
| Chambre B 1 ^{er} niveau | 18.925 | 18.186 | 3.9 % | 50.825 | 49.513 | 2.58% |
| Menzah | 17.991 | 17.292 | 0.39% | 56.541 | 53.751 | 4.93% |

Tableau II.4 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "A.2" pendant la période hivernale

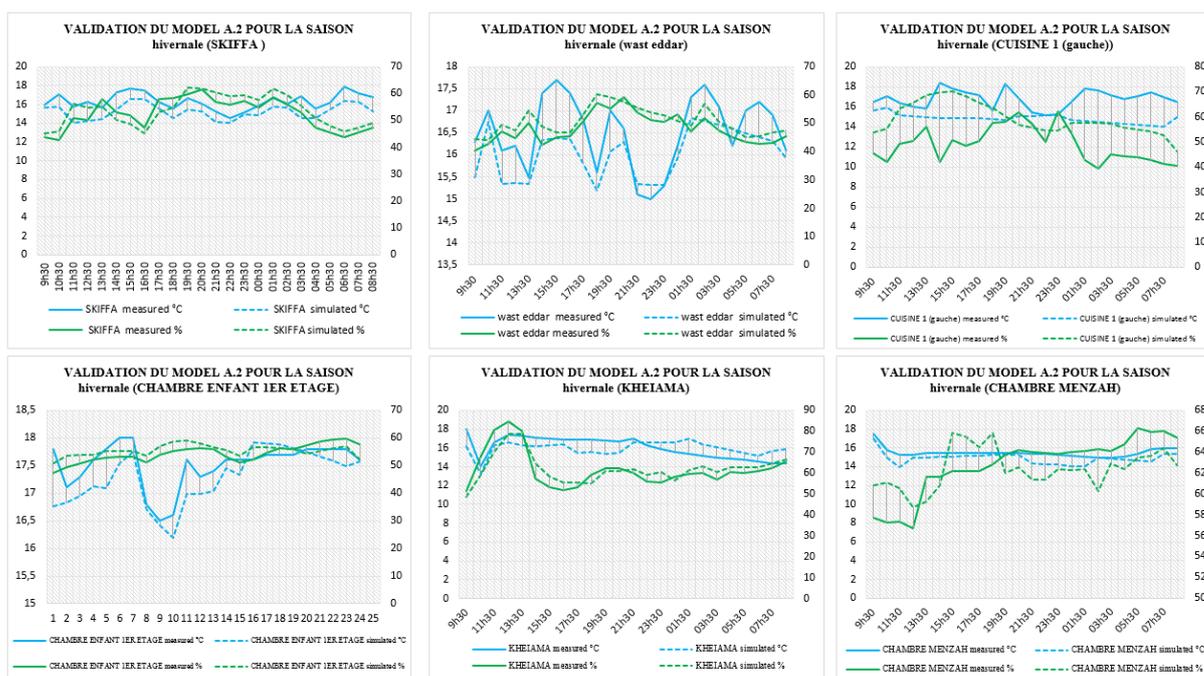


Figure II.46 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.2" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique.

CHAPITRE 03 : DISCUSSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE A CHEBEK

Ce chapitre est structuré en trois points : le premier présente et discute les résultats de la campagne de mesure effectuée sur deux cas de maisons traditionnelles de typologie *chebek*, l'une semblant présentée une transformation positive (B.1) et l'autre négative (B.2), afin de déterminer le degré de confort thermique dans leurs espaces d'habitation, d'identifier le type de transformation que ces maisons ont subi et quels sont les éléments causant l'inconfort. Le second point consiste en l'interprétation des résultats obtenus par simulation numérique, expliquant ainsi le comportement thermique du bâti résidentiel ottoman. Quant au troisième point, il restitue et documente une étape très importante de notre étude, permettant de valider les modèles et aboutir enfin à des recommandations et à des solutions adéquates en vue d'atteindre un confort optimal.

3.1. Mesures In-Situ

A travers ce premier point, nous allons discuter les résultats obtenus par la campagne de mesure pour la typologie à *chebek*, qui est la deuxième typologie la plus répandue dans la vieille ville d'Alger.

Les graphes représentent les résultats de température, d'humidité et d'infiltration d'air mesurés du cas B.1 pour des journées typiques, qui est le 29 août (période estivale) et le 9 janvier (période hivernale) pendant 24 heures.

La température varie entre 25 ° C et 29 ° C pour la période estivale (Fig. III.1 et Fig. III.2) et entre 13 ° C et 18 ° C pour la période hivernale (Fig. III.3 et Fig.III.4). Nous remarquons un pic vers 8h d'une valeur de 30°C. L'espace "chambre", aménagé au niveau du *menzah*, est le plus chaud en été et c'est aussi le plus froid en hiver. Les températures sont constantes et équilibrées pour la période d'été.

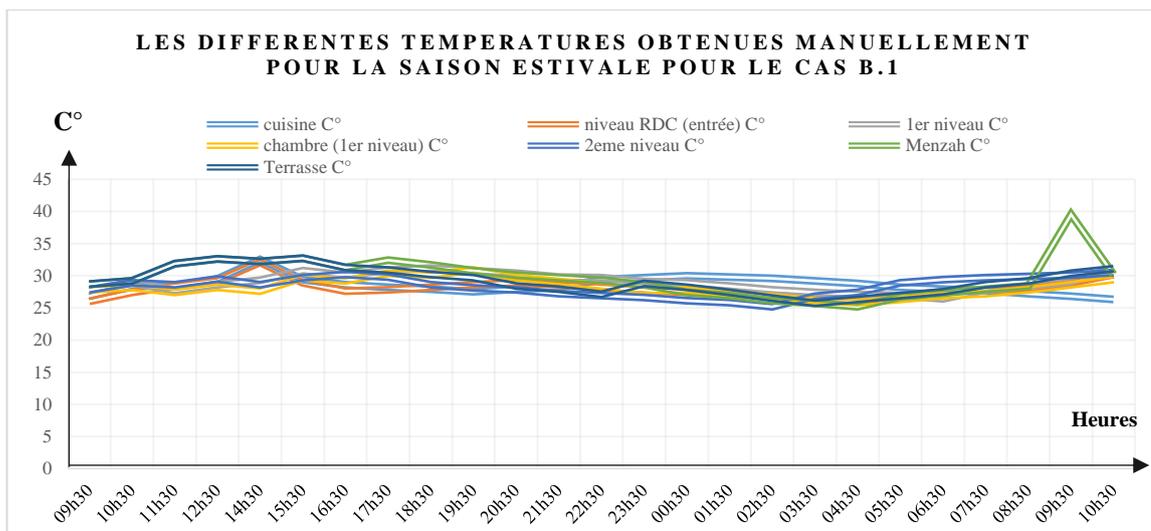


Figure III.1 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "B.1" lors d'une journée d'été typique

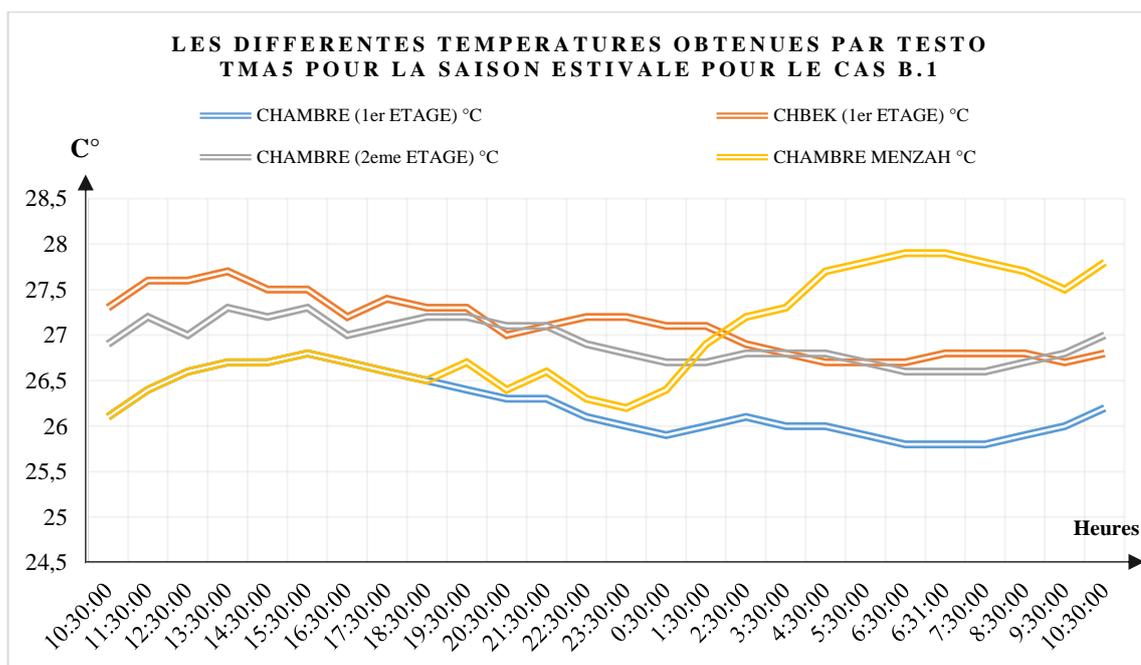


Figure III.2 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 du cas "B.1" lors d'une journée d'été typique

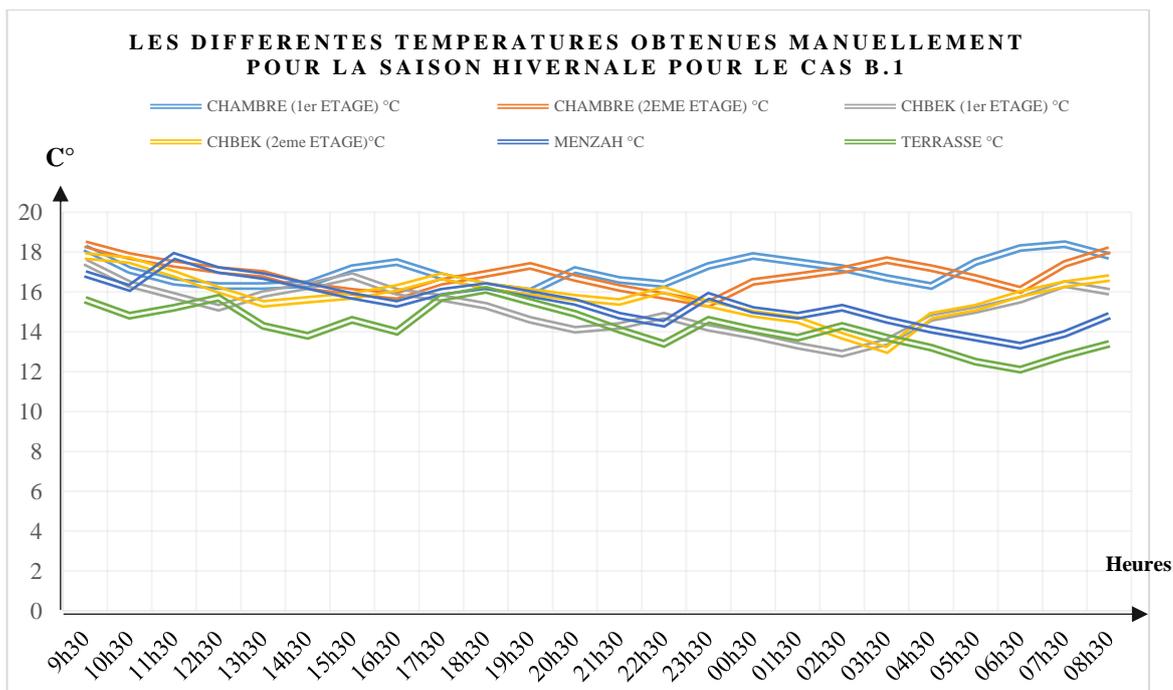


Figure III.3 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique

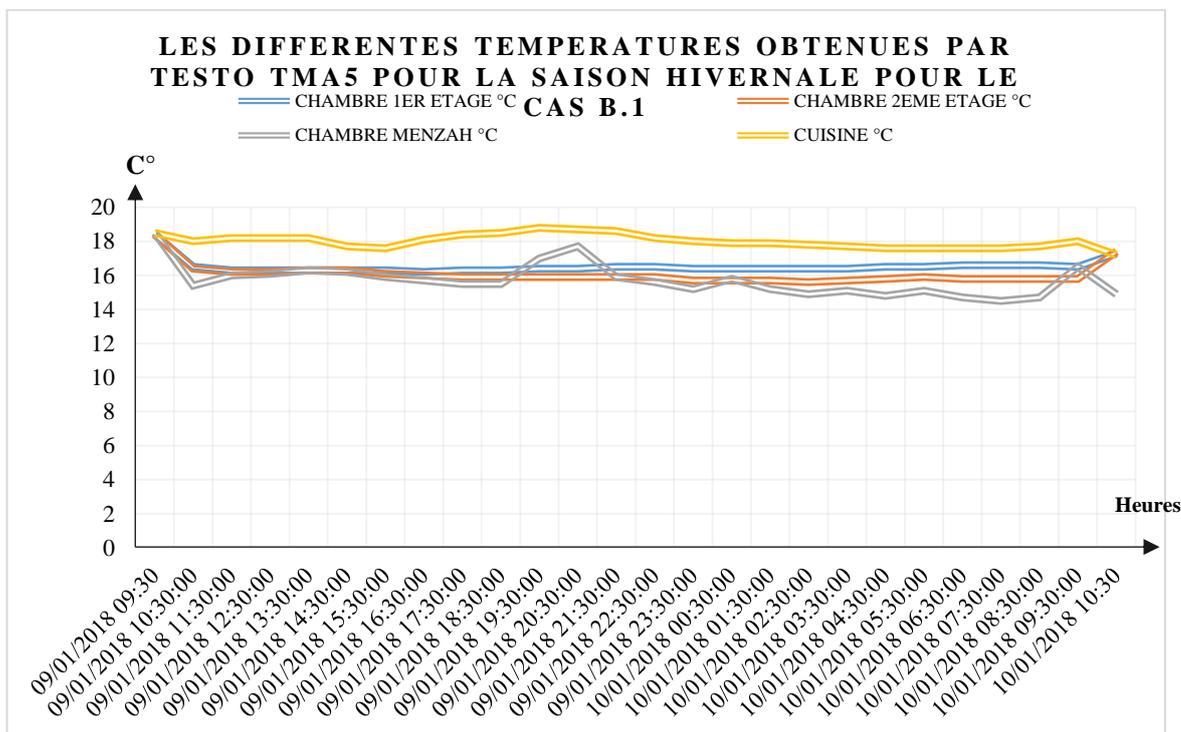


Figure III.4 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 du cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique

Quant à l'humidité, elle est évaluée entre 40 % à 67 % (Fig. III.5 et Fig. III.6) pour la période estivale et de 41% à 70% pour la période hivernale (Fig. III.7 et Fig. III.8). Nous observons que l'espace le plus humide correspond à la chambre située au premier niveau.

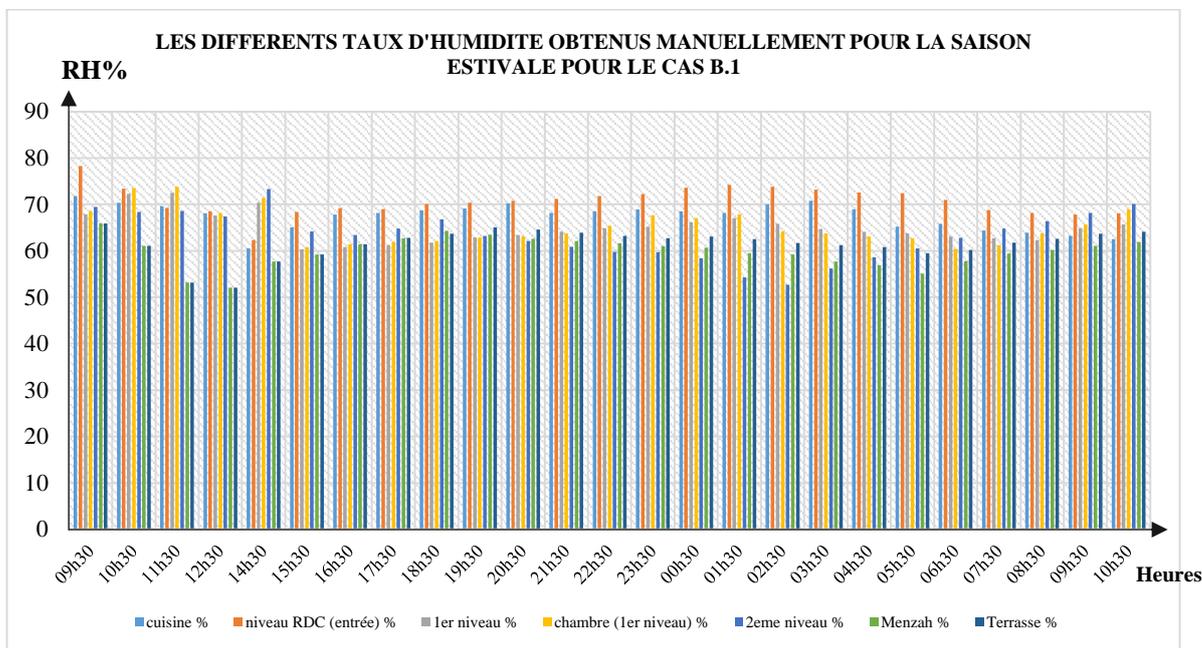


Figure III.5 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "B.1" lors d'une journée d'été typique

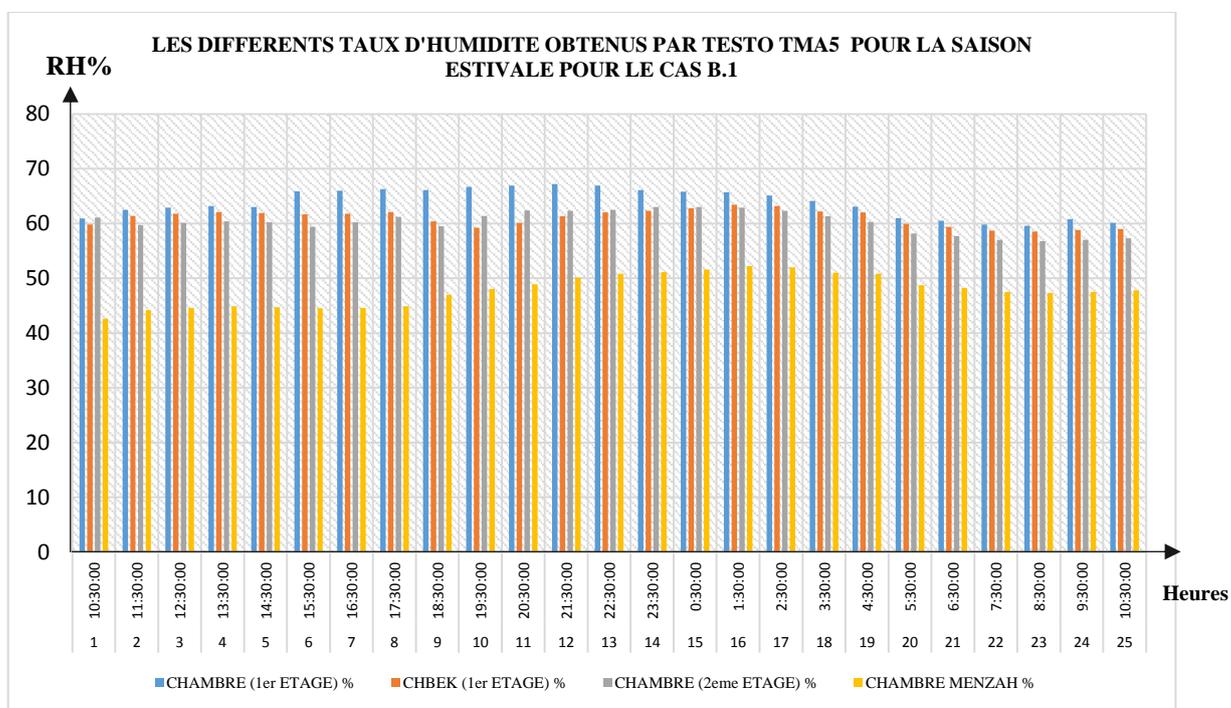


Figure III.6 : Les différents taux d'humidité mesurés à l'aide d'un TMA5 du cas "B.1" lors d'une journée d'été typique

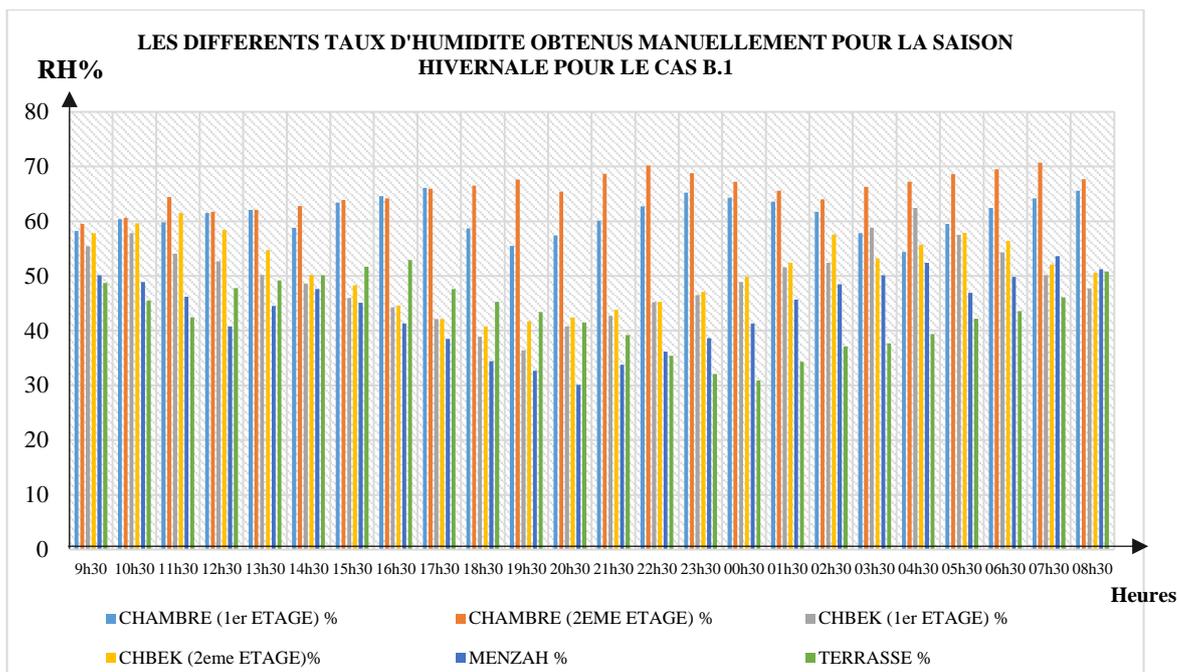


Figure III.7 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique

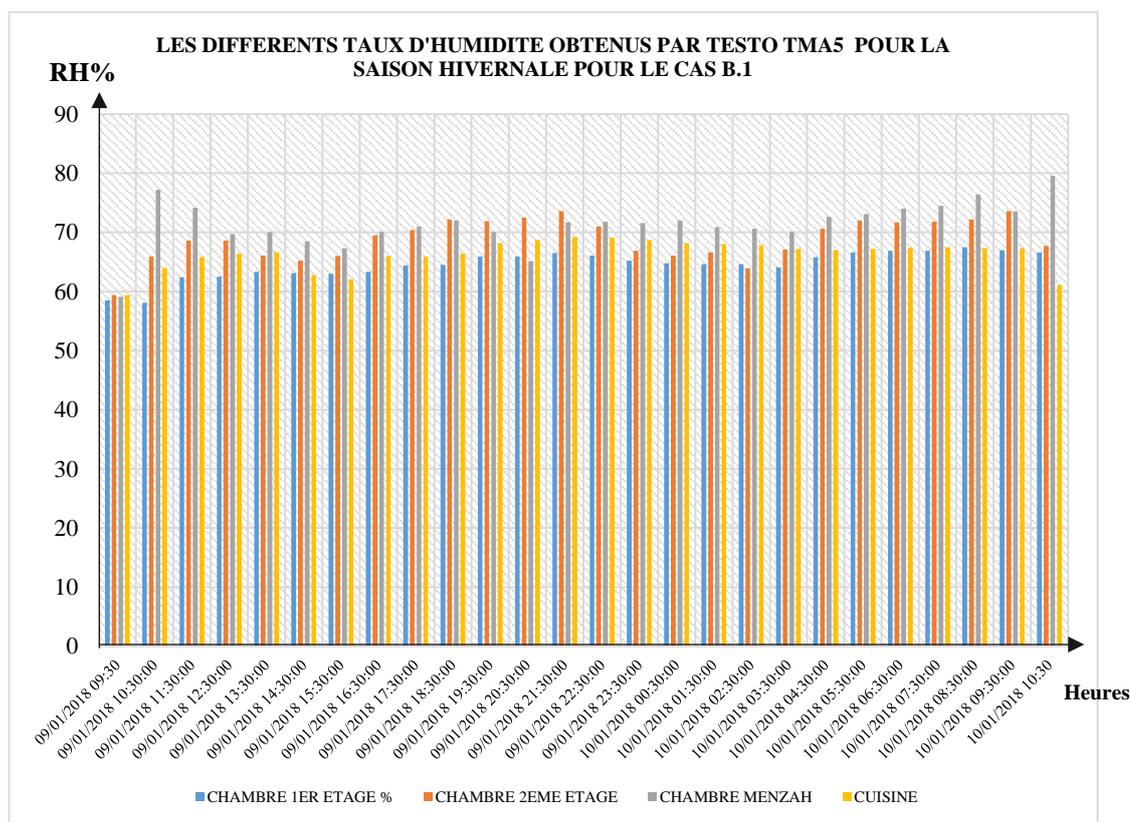


Figure III.8 : Les différents taux d'humidité mesurés à l'aide de TMA5 du cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique

Quant à la ventilation de l'air, elle varie entre 0 m / s et 2.1 m / s pour la période estivale (Fig. III.9) et 0.7 m / s à 3.7 m / s pour la période hivernale (Fig. III.10). La maison est bien aérée ; ce qui assure un transfert de température régulier et des échanges thermiques stables.

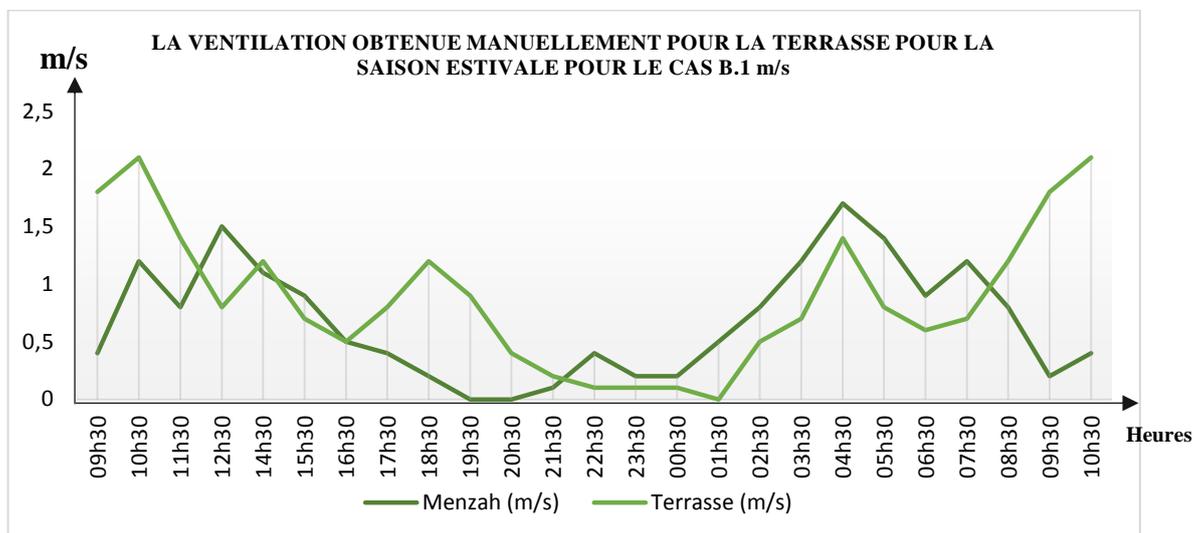


Figure III.9 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "B.1" lors d'une journée d'été typique

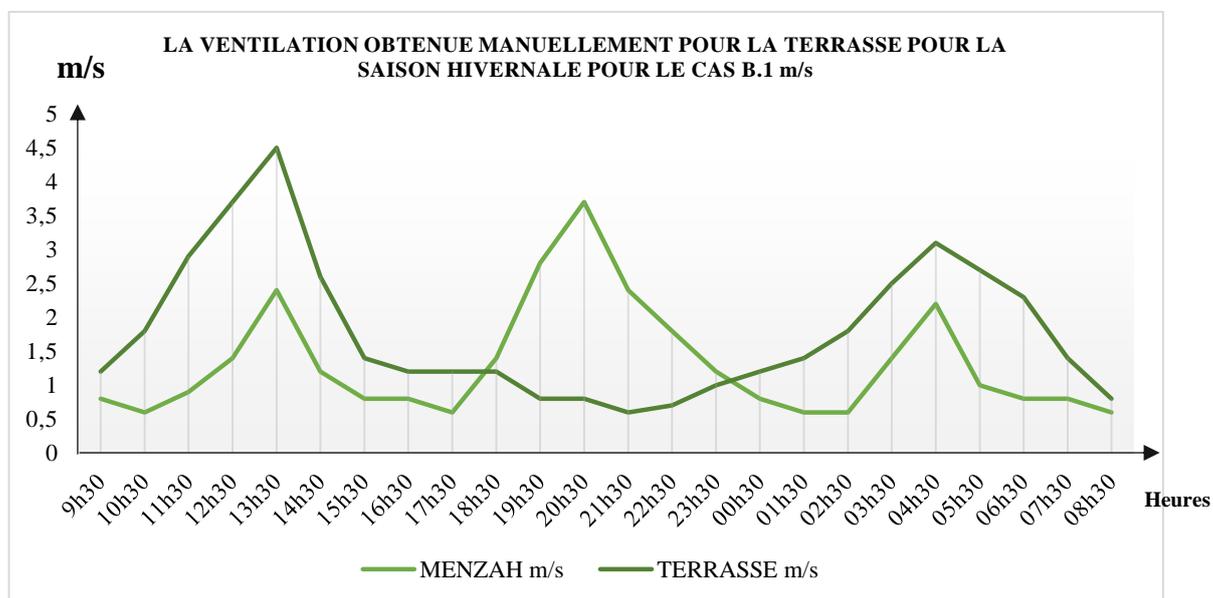


Figure III.10 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique

Les graphes dans la partie suivante présentent les résultats obtenus pour la température, l'humidité et l'infiltration d'air pour le cas B.2, mesurés le 20 août (période estivale) et le 02 janvier (période hivernale) pendant 24h.

Les fluctuations de température sont comprises entre 27 ° C à 35 ° C pour l'été (Fig. III.11 et Fig. III.12) et de 14 ° C à 20 ° C pour l'hiver (Fig. III.13 et Fig. III.14). L'espace le plus chaud est la cuisine située au 1^{er} étage, et l'espace le plus froid est la chambre aménagée et rajoutée au niveau du *menzah*. Un pic est observé d'une valeur de 38.1 ° C vers 12h.

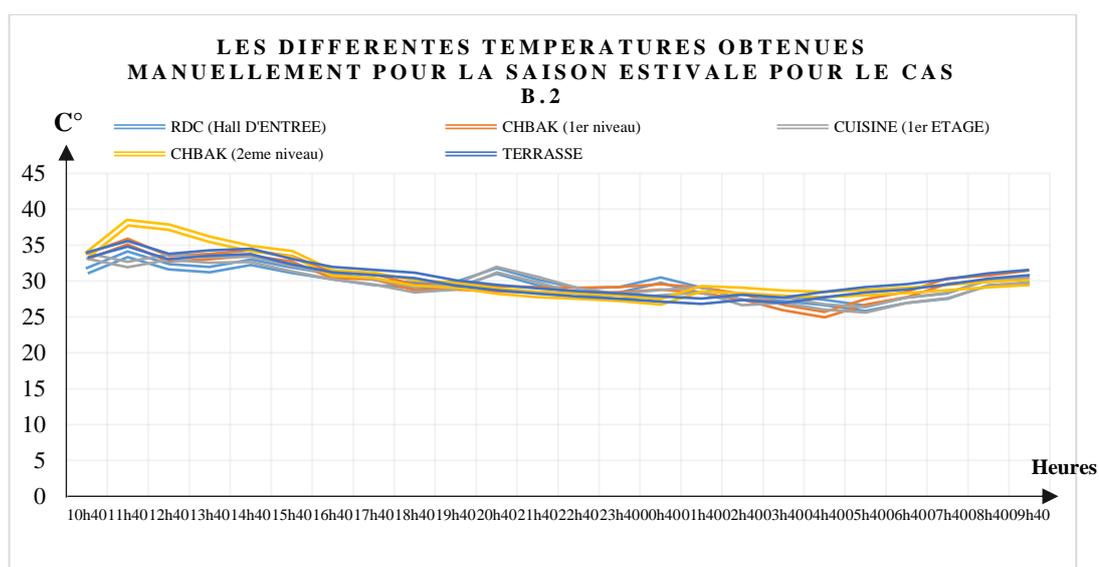


Figure III.11 : Les différentes températures mesurées manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique

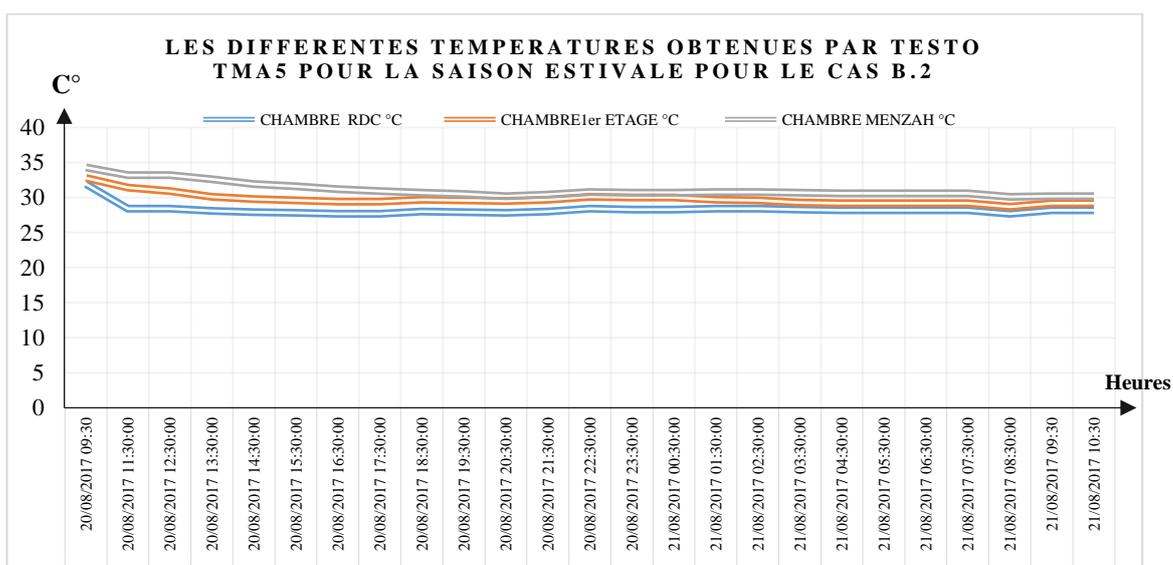


Figure III.12 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5et pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique

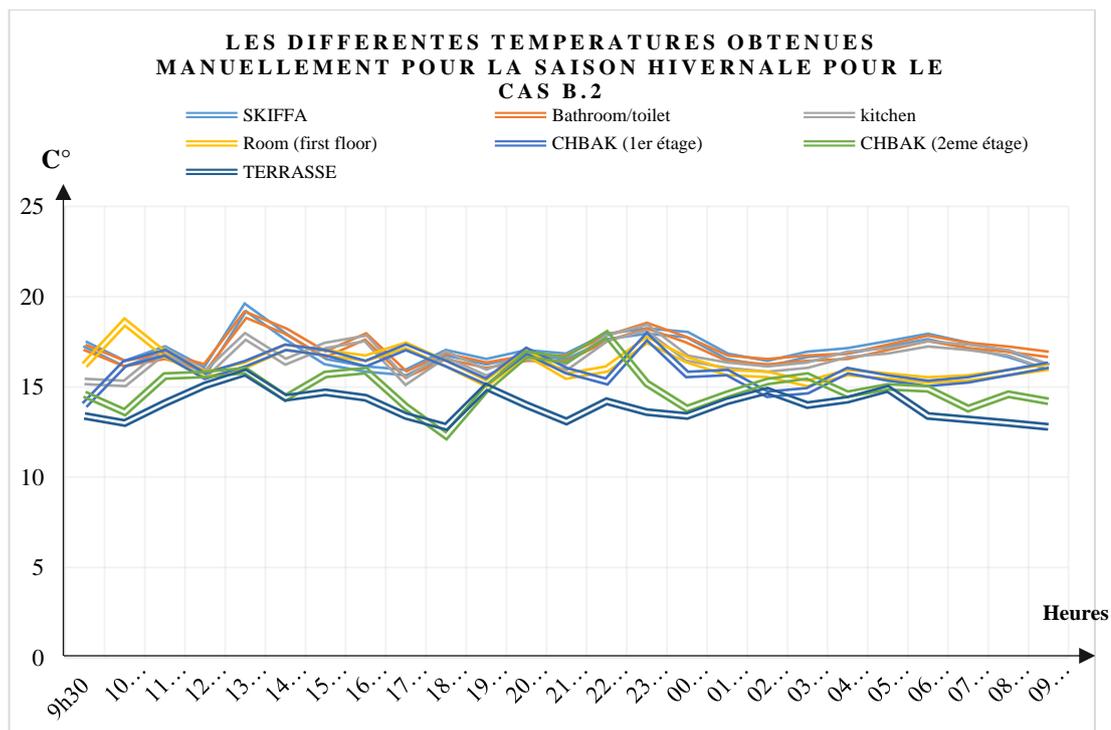


Figure III.13 : Les différentes températures mesurées manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique

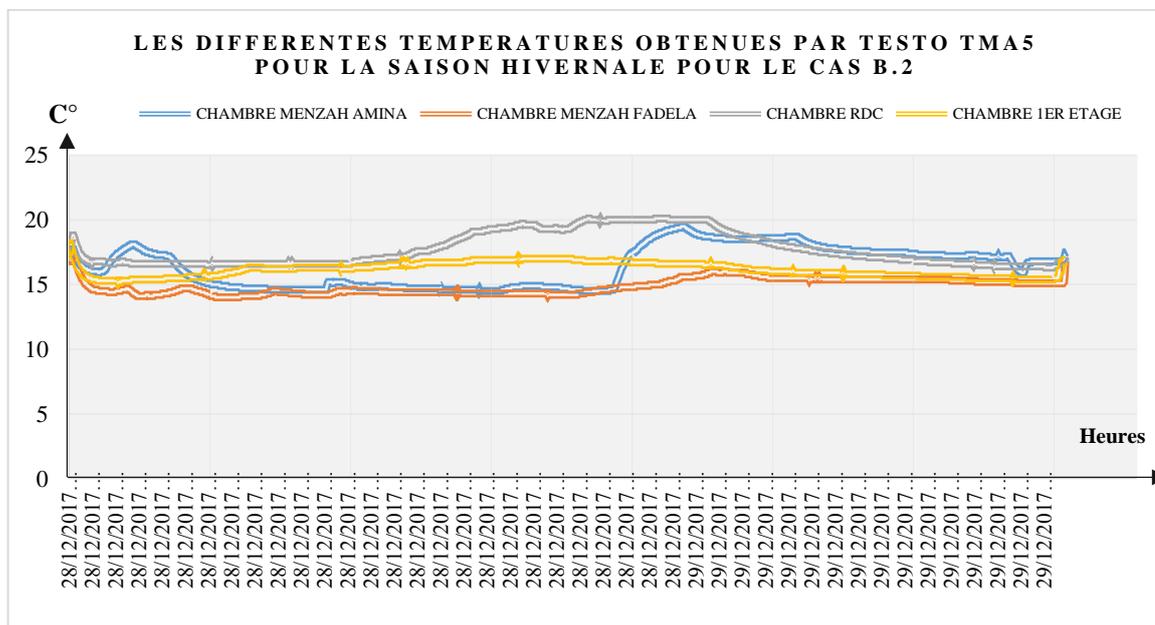


Figure III.14 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique

Pour l'humidité, elle est modulée entre 61% et 78% pour l'été (Fig. III.15 et Fig. III.16) et entre 64% et 86% en hiver (Fig. III.17 et Fig. III.18). L'espace le plus humide est la cuisine du premier niveau. Cette pièce souffre d'un taux d'humidité élevé par rapport à la normal

connue et ce à cause de la fermeture d'une grande ouverture qui assure l'aération et qui semble aussi permettre aux murs de respirer.

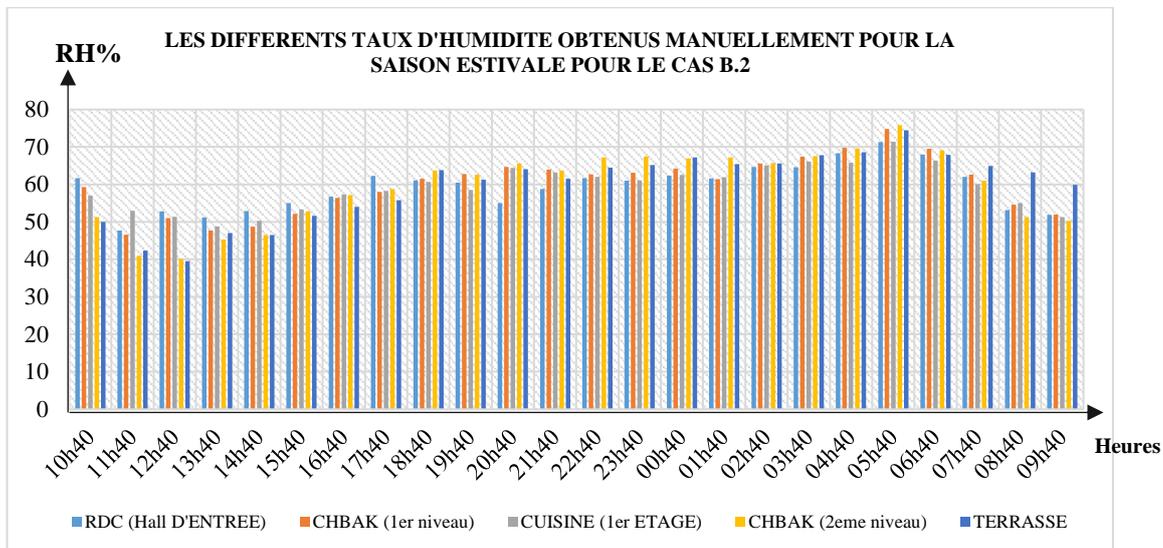


Figure III.15 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique

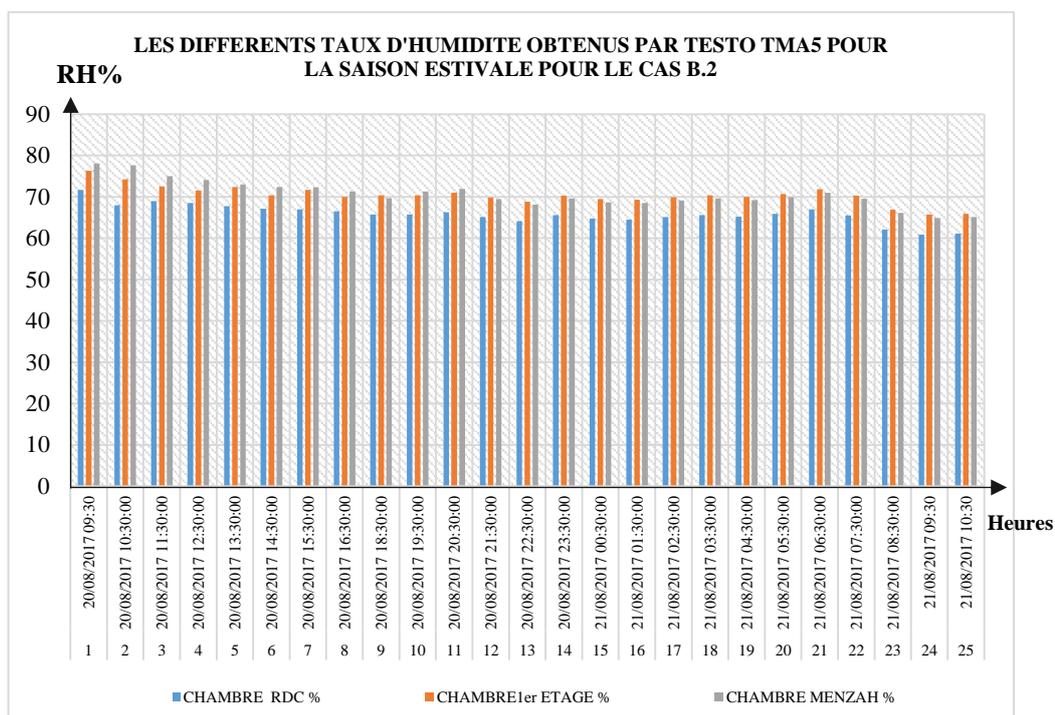


Figure III.16 : Les différents taux d'humidité mesurés à l'aide d'un TMA5 pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique

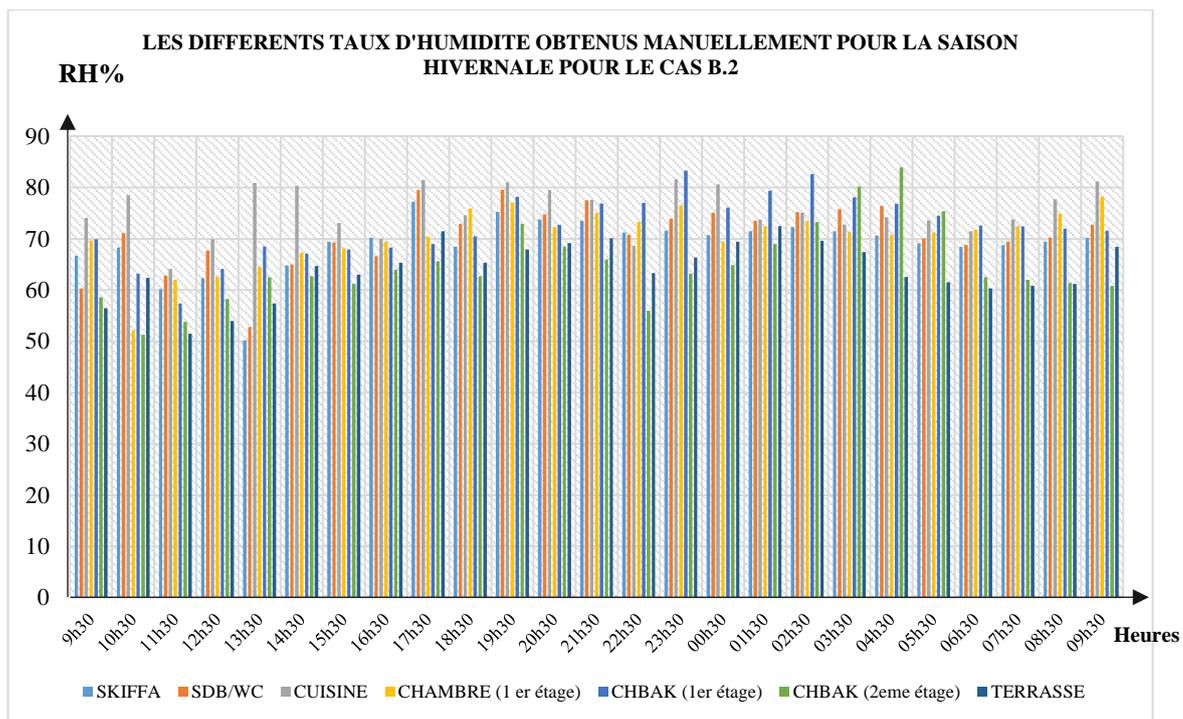


Figure III.17 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique

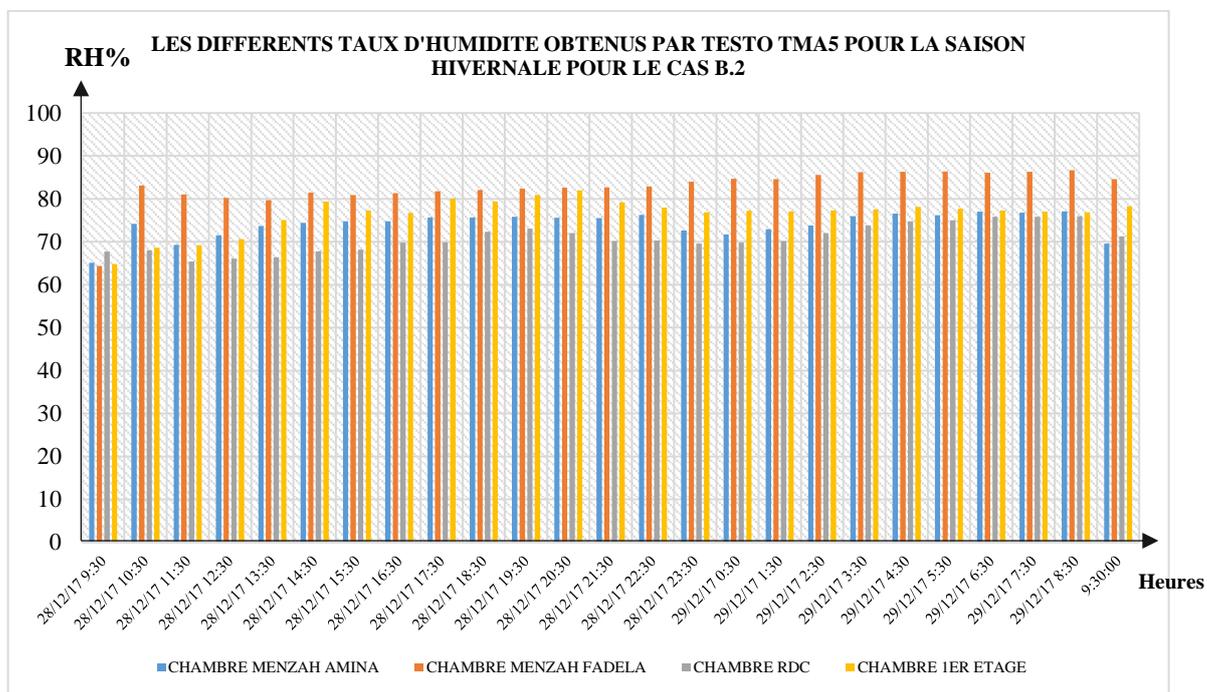


Figure III.18 : Les différents taux d'humidité mesurés à l'aide du TMA5 pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique

Pour l'infiltration d'air, elle est enregistrée entre 0.5 m / s et 2.5 m / s pour l'été (Fig. III.19) et entre 0.2 m/s et 7 m / s pour l'hiver (Fig. III.20). Nous relevons un taux d'infiltration élevé, d'une valeur de 9.7 m/s à 16h30.

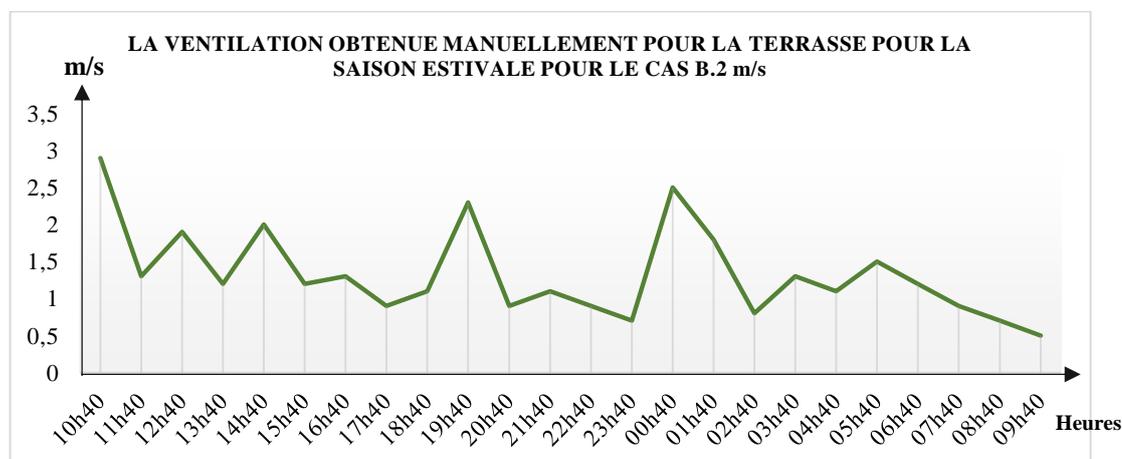


Figure III.19 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique

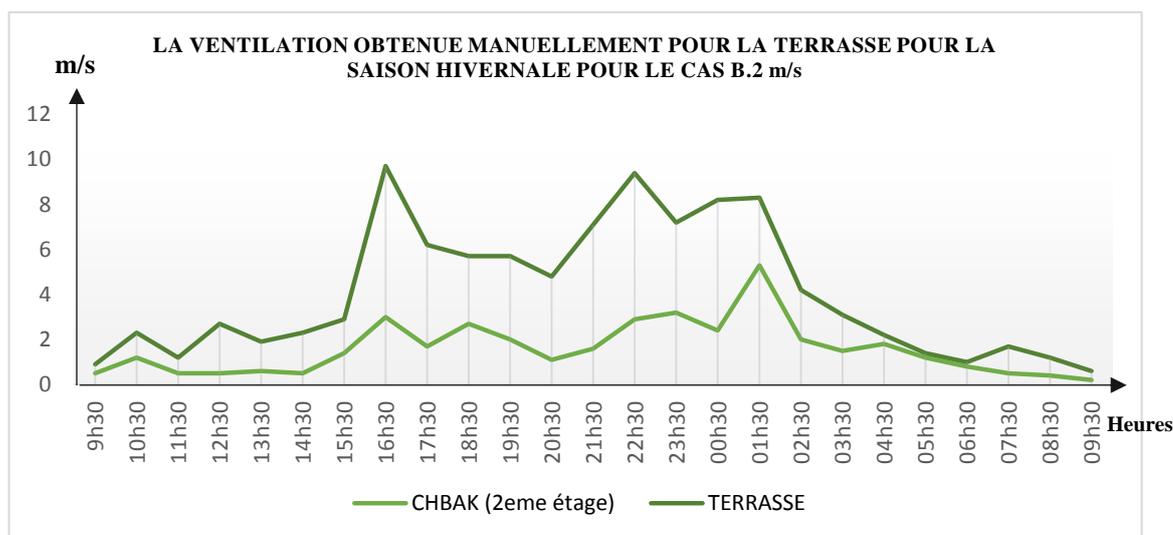


Figure III.20 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique

Cette première lecture des résultats obtenus par mesure *in situ* donne un premier constat sur la nature des transformations qu'ont subi les deux cas de maisons de typologie *chebek* (B.1 et B.2). Le croisement de toutes ces données avec les informations obtenues par simulation et validation des modèles permet certainement de trancher de manière scientifique, en se basant sur méthodologie solide dans le but de définir le model ayant subi le moins de transformation et auquel on pourra se référer.

3.2. Simulations numériques

En ce qui concerne les températures pour le cas B.1, la différence entre la maison dans son état ancien et actuel est faible puisque la fluctuation de température est entre 15 °C et 25 °C pour la maison originelle B.1.O (Fig. III.21) et entre 18 °C et 26 °C pour la maison reconvertie B.1.T pour l'été (Fig. III.22). Quant à la période hivernale, la température varie entre 10°C et 17°C pour l'état ancien (Fig. III.23) et entre 10°C et 17°C pour l'état actuel (Fig. III.24). L'inertie thermique réduit les fluctuations et agit en tant que stabilisateur de température et absorbe ainsi la chaleur qu'il stocke pour la restaurer.

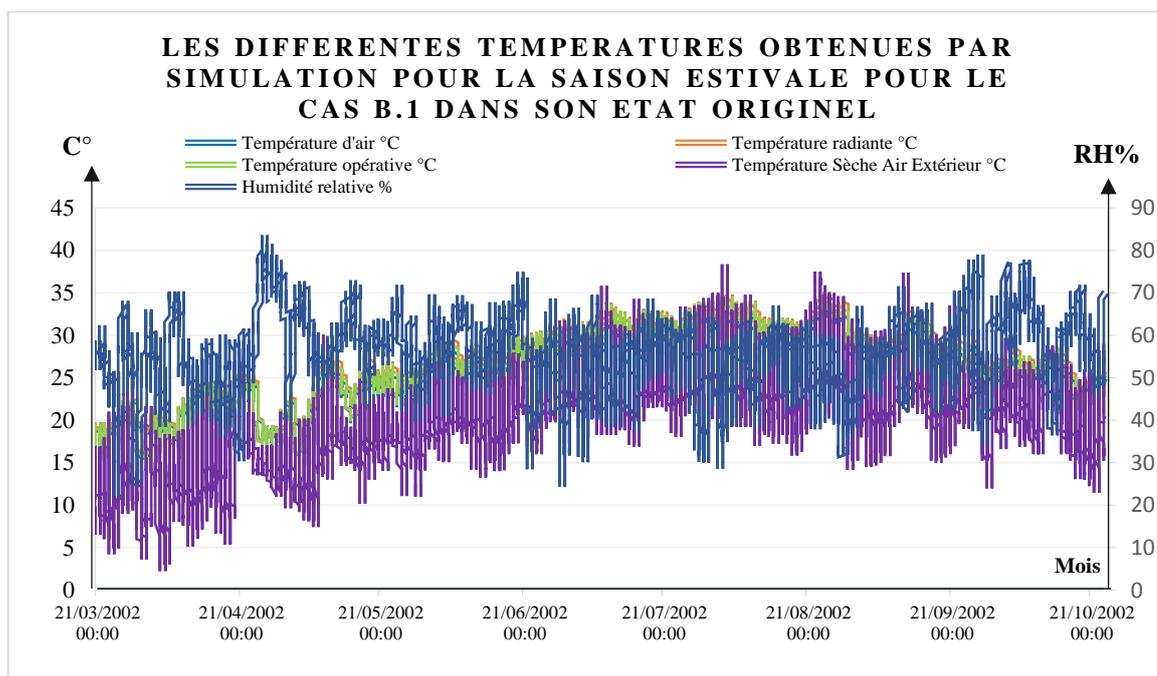


Figure III.21 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.O" pendant la saison estivale

Pour l'humidité, le taux est de 50% à 60% pour le cas originel B.1.O (Fig. III.21) et de 40% à 60% pour le cas transformé B.1.T en été (Fig. III.22). En hiver, elle est estimée entre 50% à 55% pour la maison dans son état ancien (Fig. III.23) et entre 55% à 65% dans son état transformé (Fig. III.24). Ces faibles perturbations sont minimales et se traduisent par quelques modifications appliquées à la maison afin d'assurer le confort à l'intérieur.

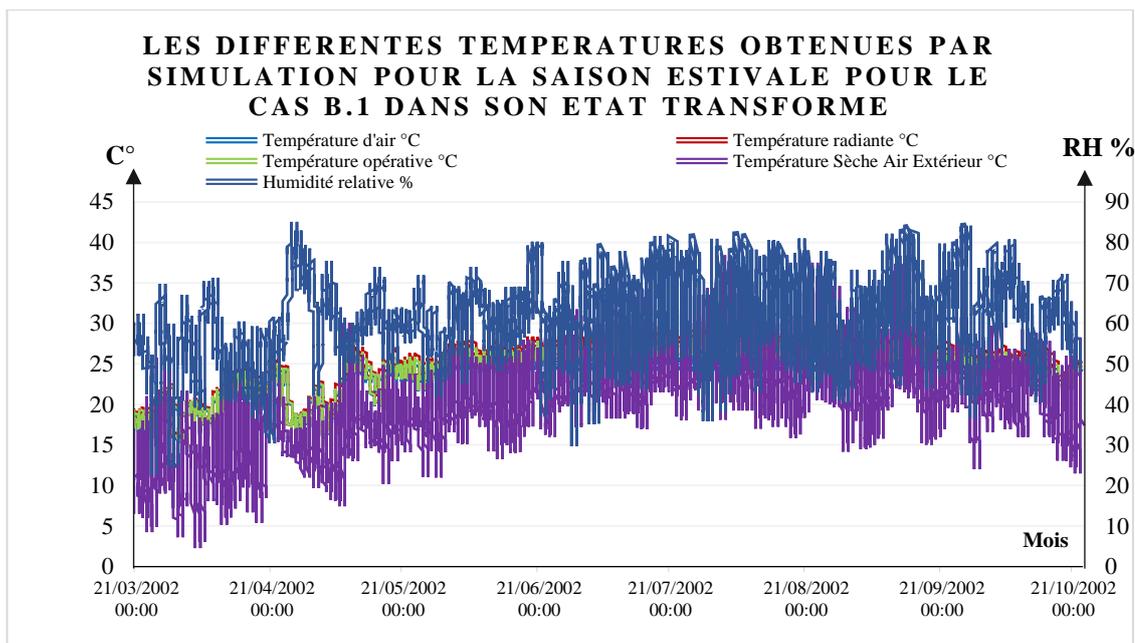


Figure III.22 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.T" pendant la saison estivale

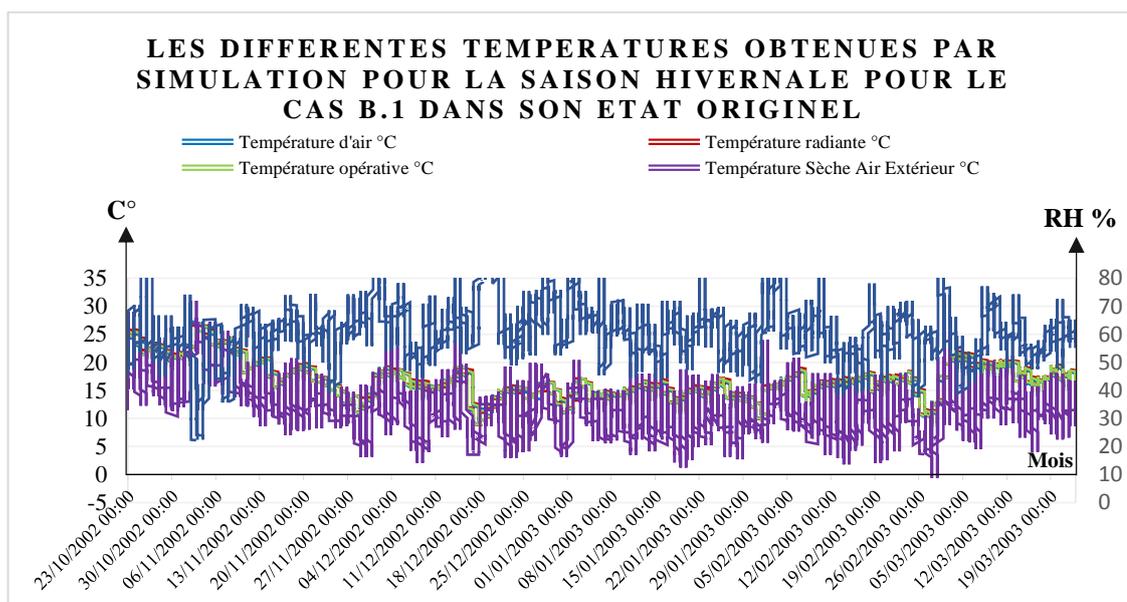


Figure III.23 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.O" pendant la saison hivernale

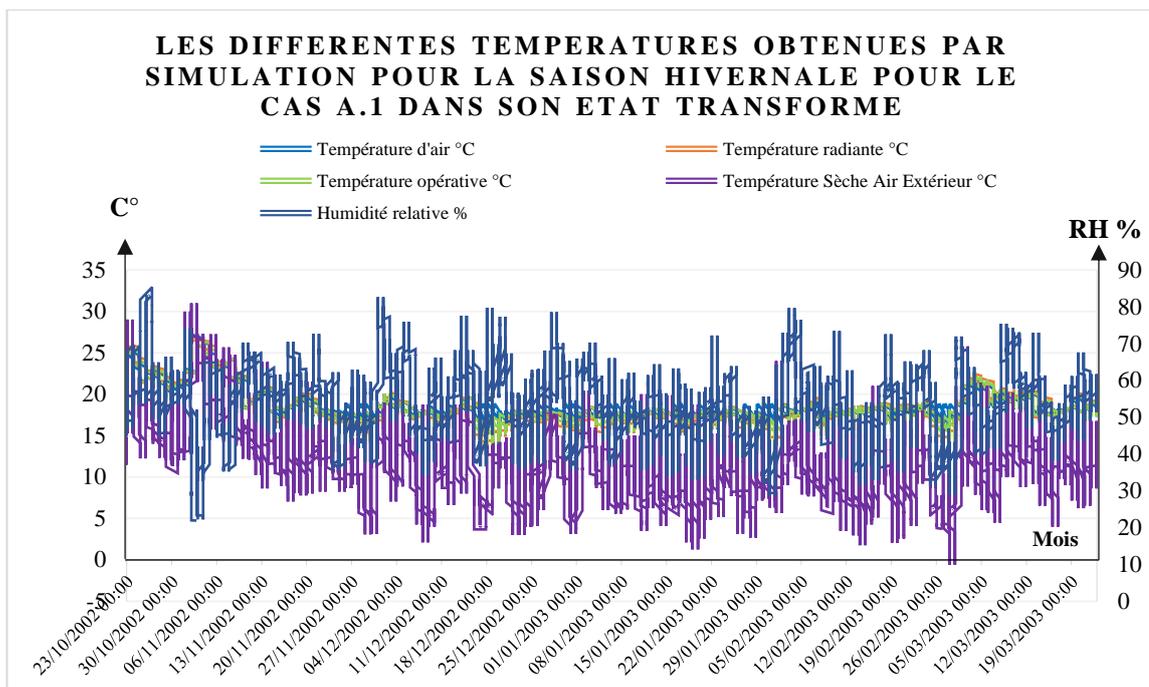


Figure III.24 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.T" pendant la saison hivernale

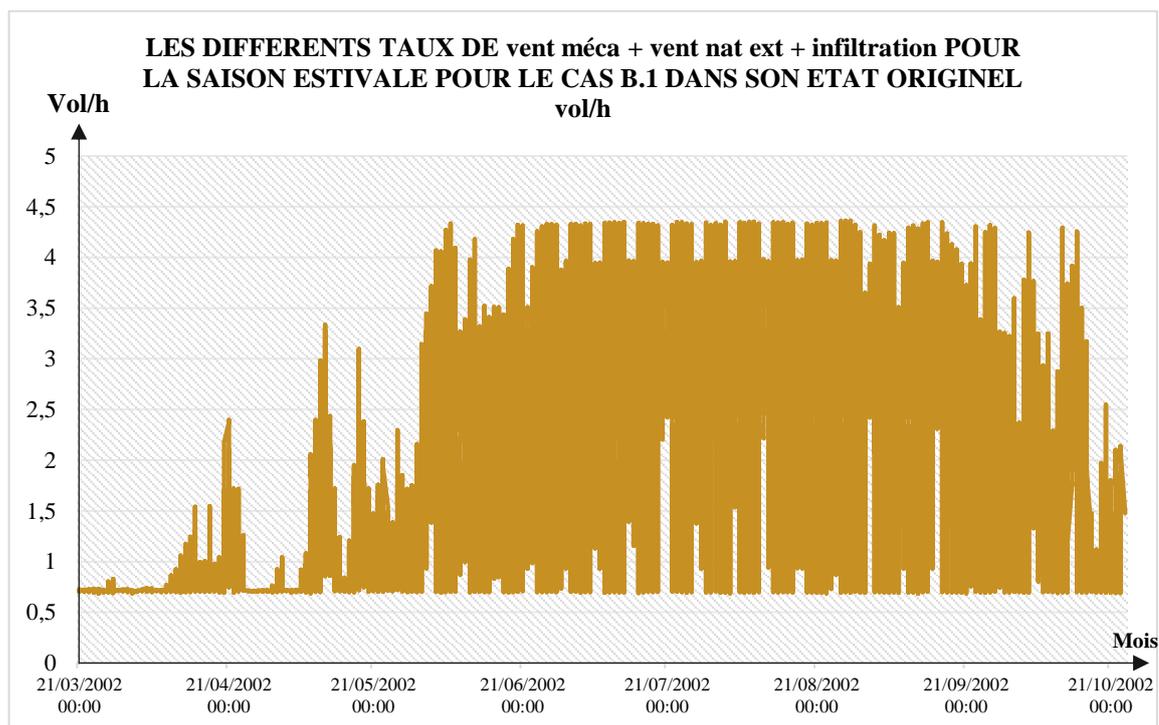


Figure III.25 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.1.O" pendant la saison estivale

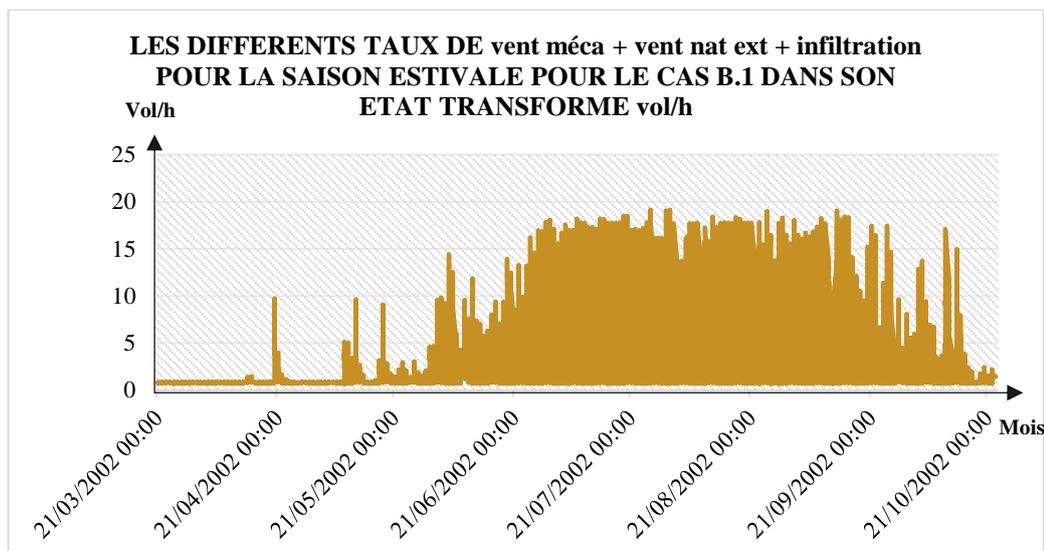


Figure III.26 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.1.T" pendant la saison estivale

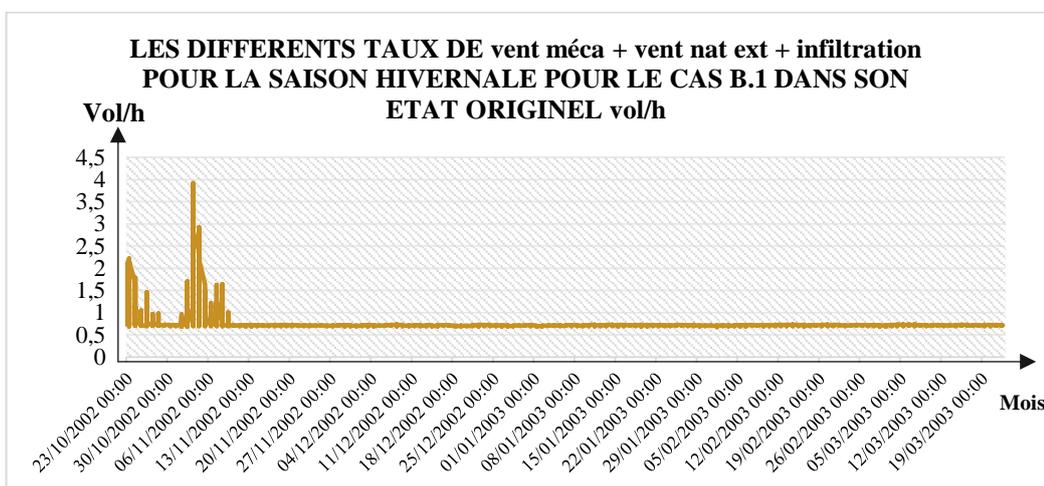


Figure III.27 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.1.O" pendant la saison hivernale

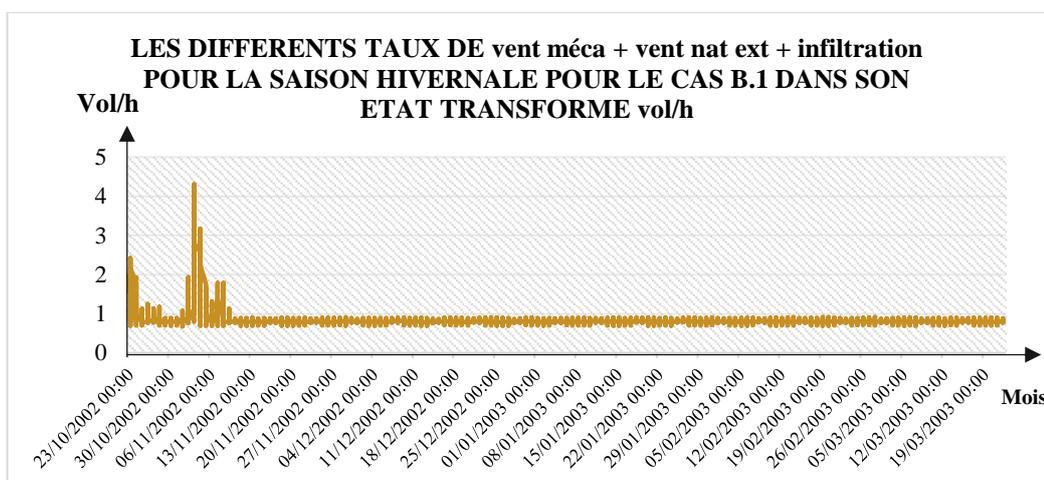


Figure III.28 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.T" pendant la saison hivernale

Concernant la ventilation, le taux est assez constant pour la B.1.O dans son état originel ou bien transformé B.1.T. Il est estimé entre 0.7 vol/h et 0.9 vol/h (Fig. III.25). Cependant, nous remarquons un pic, durant la saison estivale, dans le cas de la maison transformée, qui est évalué à 2.5 vol/h (Fig. III.26). Ce constat confirme la déstabilisation de la circulation de l'air par les quelques transformations que la maison a subies ; il peut être expliqué par les dispositifs utilisés pour rafraîchir et chauffer. Dans le premier cas B.1.O, nous notons que la ventilation artificielle est inexistante puisqu'il s'agit d'une ventilation naturelle (Fig. III.27).

Dans le cas de la maison transformée B.1.T, on constate la présence d'une ventilation artificielle qui influence la température pour l'augmenter ou la diminuer (Fig. III.28), ce qui explique les différences repérées dans les graphiques de ventilation.

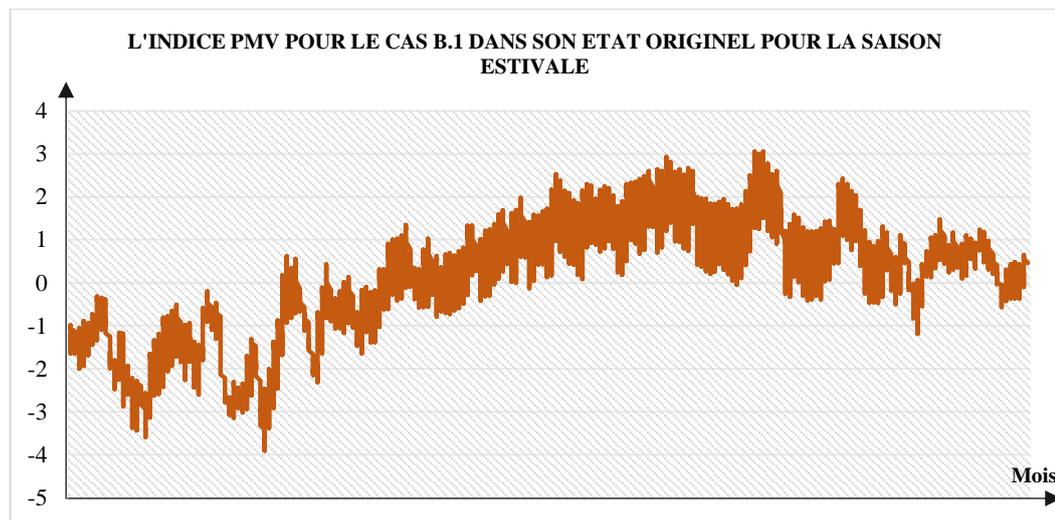


Figure III.29 : L'indice PMV pour le cas B.1.O pendant la période estivale

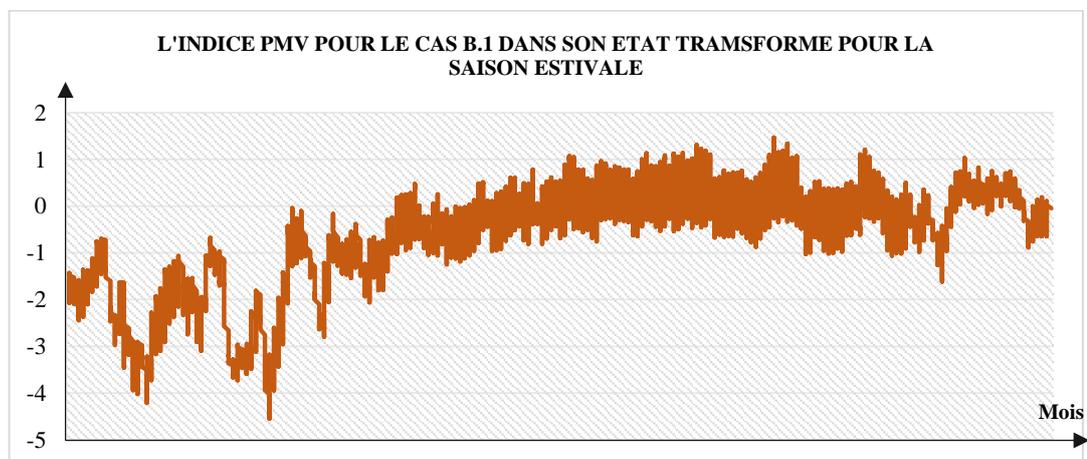


Figure III. 30 : L'indice PMV pour le cas B.1.T pendant la période estivale

L'indice PMV (Predicted Mean Vote : Vote Moyen Prévisible) consiste à mesurer et à évaluer l'ambiance à l'intérieur du bâtiment, qui se base sur la moyenne des avis sur les appréciations du confort tenant compte du métabolisme énergétique, résistance thermique, température de l'air, température moyenne de rayonnement, vitesse de l'air, etc. Dans notre cas d'étude B.1 et d'après les résultats obtenus, il est compris entre 0.5 et - 1 pour la maison dans son état d'origine B.1.O pendant la période estivale (Fig. III.29) et entre 0 et - 2 pour la maison dans son état transformé B.1.T (Fig. III.30). En hiver, il est enregistré entre 0.3 et 0.8 (Fig. III.31) pour la maison d'origine B.1.O et entre 0.5 et 1 (Fig. III.32) pour la maison dans son état actuel B.1.T. Comme le montrent les données, il y a une différence minimale entre la maison dans son état d'origine et son état reconvertie. Nous remarquons que les résultats indiquent une sensation de fraîcheur pour l'été et légèrement tiède pour l'hiver ; ce qui crée une sensation suffisante et de confort chez l'habitant pendant les deux saisons.

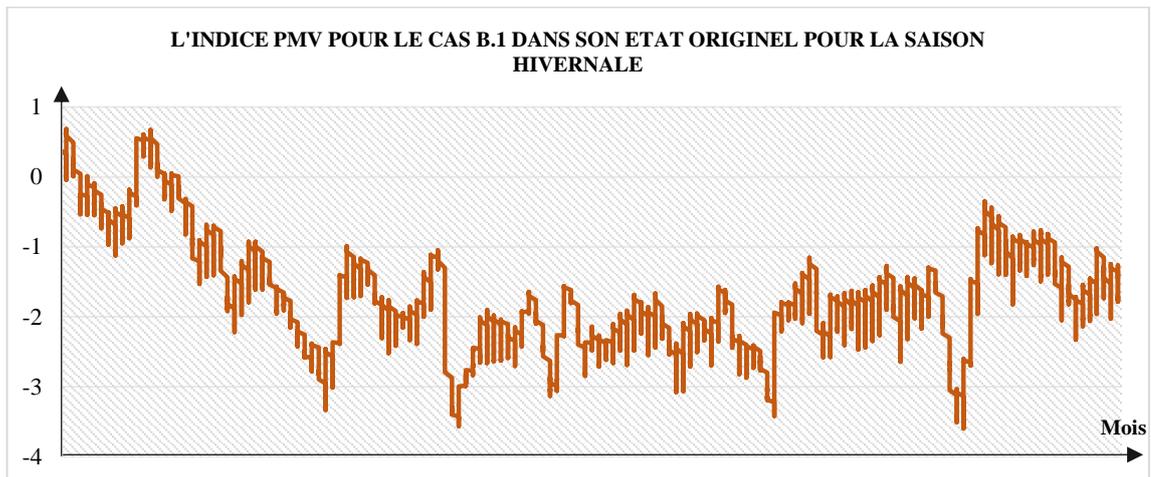


Figure III.31 : L'indice PMV pour le cas B.1.O pendant la période hivernale

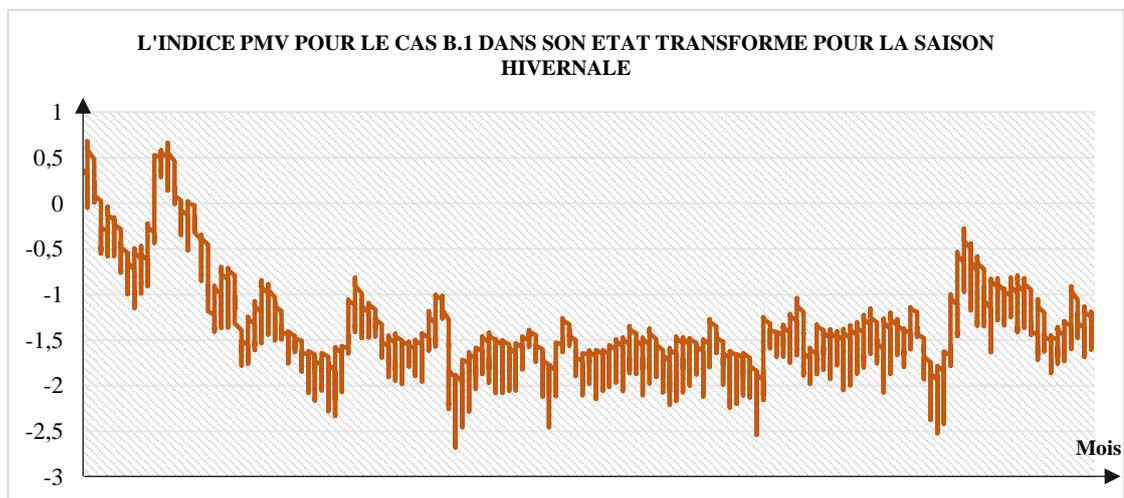


Figure III.32 : L'indice PMV pour le cas B.1.T pendant la période hivernale

Pour le cas B.2, la maison dans son état d'origine B.2.O montre une fluctuation de température consciente et constante entre les températures intérieures et extérieures, ce qui confirme une transmission équilibrée. Par comparaison à la maison dans son état actuel B.2.T qui n'enregistre aucune différence entre les températures intérieures et extérieures, il ressort une transmission insuffisante et déséquilibrée, causée par les changements architecturaux énormes qu'elle a subis. La température est estimée entre 15°C et 27°C en été pour l'état originel (Fig. III.33), alors que pour l'état transformé, elle est évaluée entre 17°C et 30°C (Fig. III.34). Durant l'hiver, elle est de 10°C à 17.5°C (Fig. III.35) pour son état ancien B.2.O et de 16°C à 21 °C (Fig. III.36) pour son état transformé B.2.T. En ce qui concerne les niveaux d'humidité, on peut percevoir à travers les données récoltées une différence révélatrice d'un désordre entre les deux états de la maison, allant de 50% à 65% pour la maison dans son état d'origine (Fig. III.33) et de 55% à 70% pour la maison dans son état actuel transformé (Fig. III.34), durant l'été. Pendant la période hivernale, le taux est évalué entre 55% à 60% pour la maison dans son état originel (Fig. III.35) et de 50% à 70% pour la maison transformée (Fig. III.36).

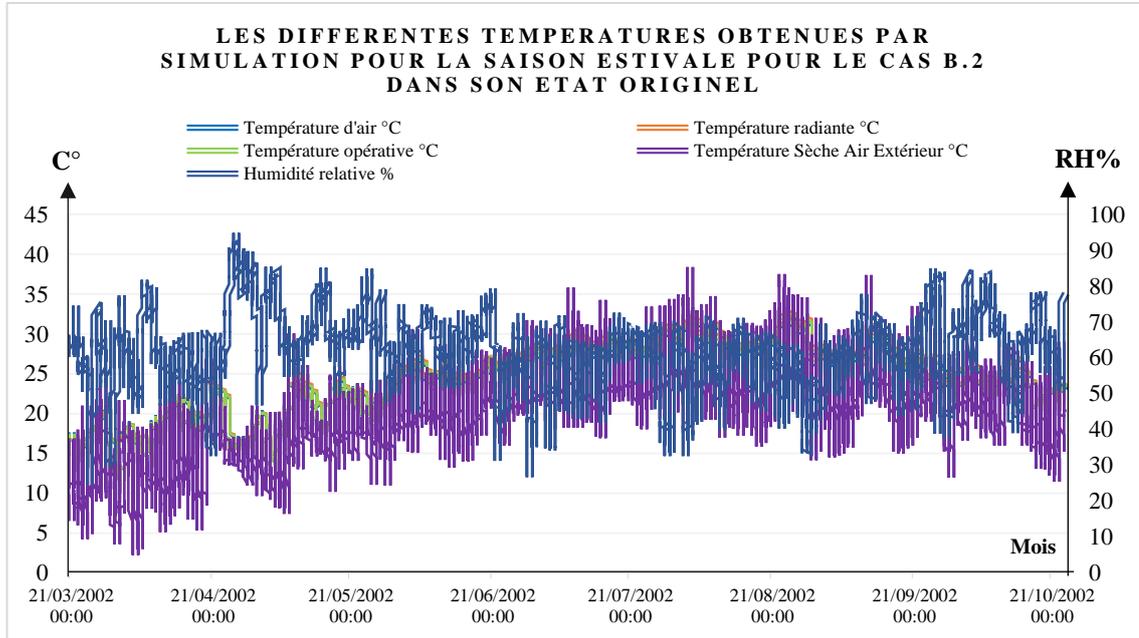


Figure III.33 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.O" pendant la saison estivale

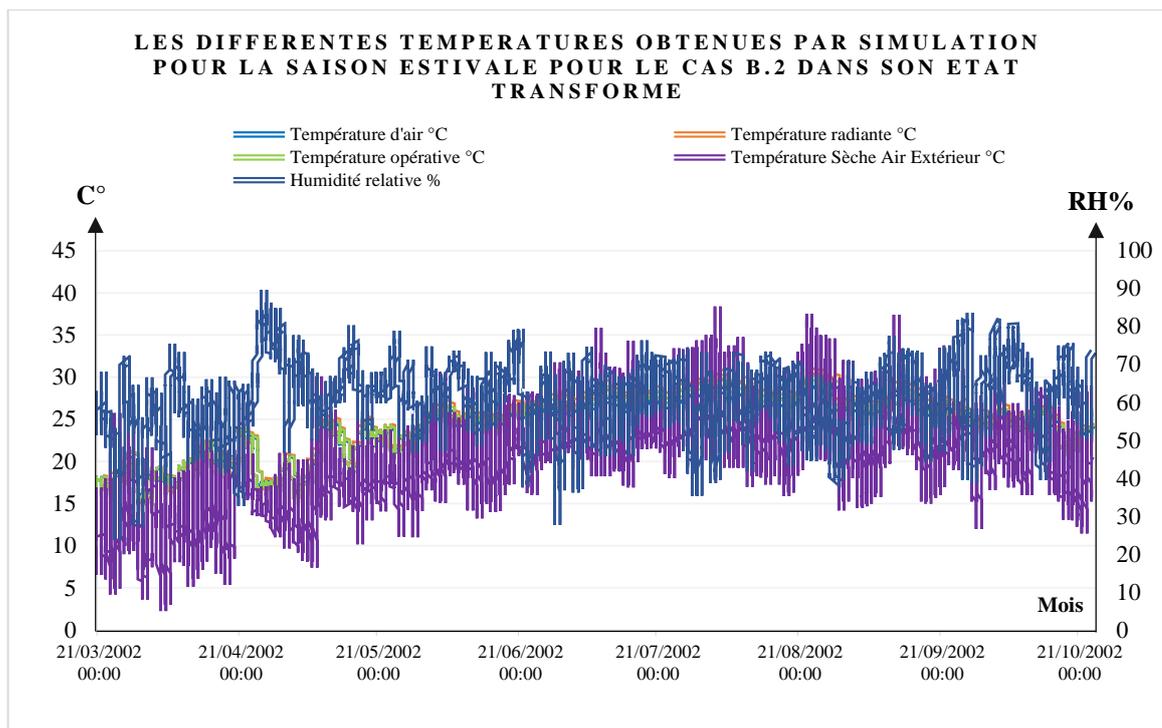


Figure III.34 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.T" pendant la saison estivale

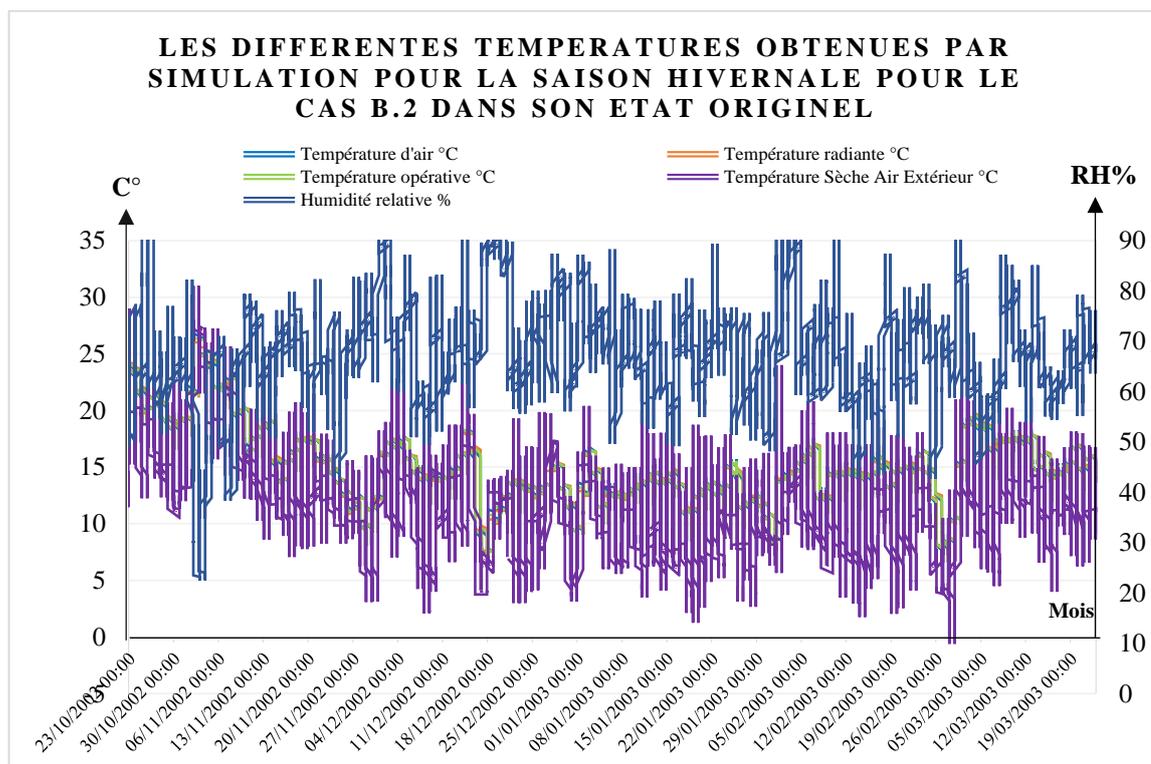


Figure III.35 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.O" pendant la saison hivernale

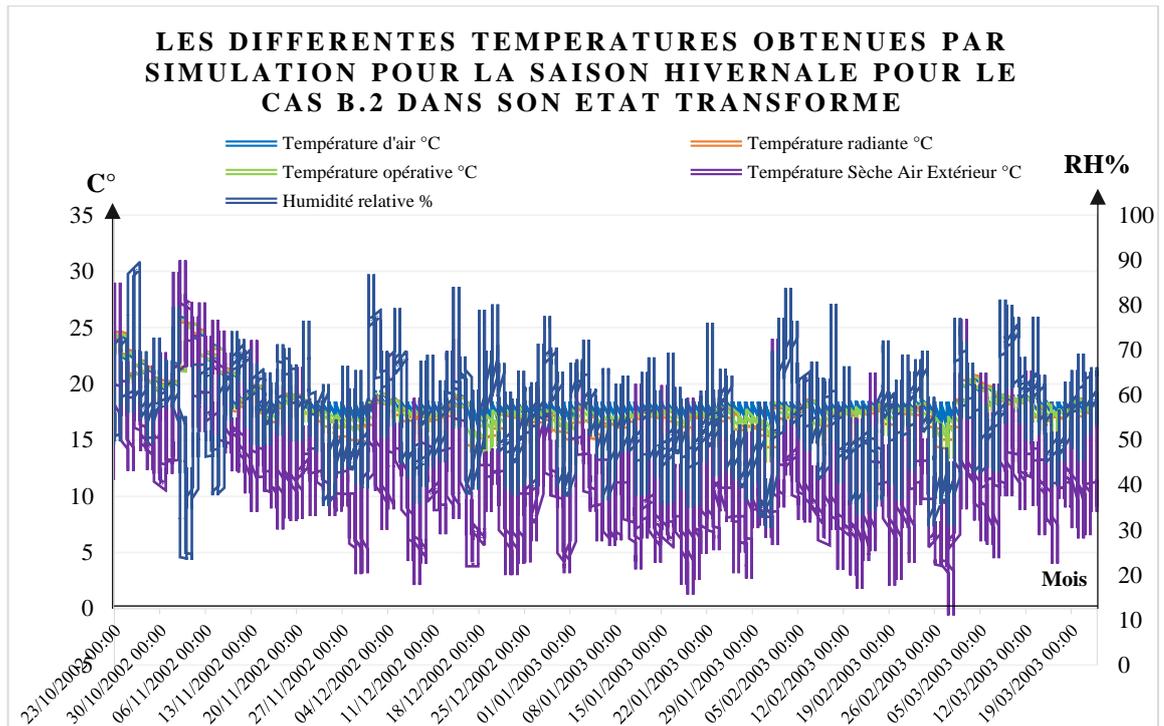


Figure III.36 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.T" pendant la saison estivale

Pour ce qui est de la ventilation, dans le cas original la ventilation est naturelle et la transmission du flux d'air à l'intérieur de la maison est progressive et sans déstabilisation, car ce type de ventilation permet un mouvement d'air qui joue sur le confort thermique vu qu'il accroît les échanges thermiques entre le corps et l'air ambiant par convection et par évaporation de la sueur. Ces valeurs varient entre 0.8 vol/h à 2 vol/h pour la période estivale (Fig. III.37) et entre 0.5 vol/h et 3 vol/h pour la période hivernale (Fig. III.39). Quant au cas de maison à *chebek* ayant subi des transformations, elle varie entre 0.5 vol/h et 0.7 vol/h pour la période estivale (Fig. III.38) et de 0.87 vol/h pour l'hiver (Fig. III.40), Ces résultats assez faibles peuvent s'expliquer par des carences en terme d'inconfort qui se résument par une température élevée concernant la maison transformée. Ceci indique que la maison souffre de surchauffe. Il en va de même pour le taux d'humidité accru expliqué par l'inertie thermique, mais également de faible valeur concernant la ventilation. Ce qui perturbe finalement le système aéraulique à l'intérieur de la maison.

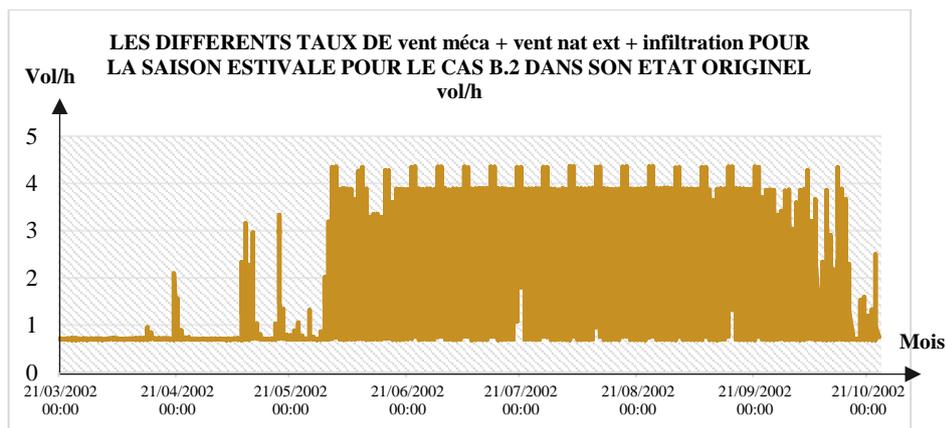


Figure III.37 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.2.O" pendant la saison estivale

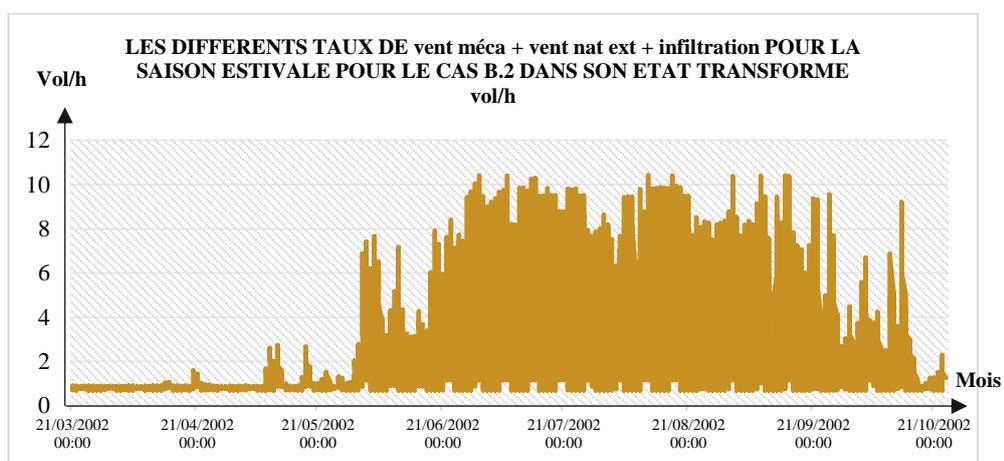


Figure III.38 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.2.T" pendant la saison estivale

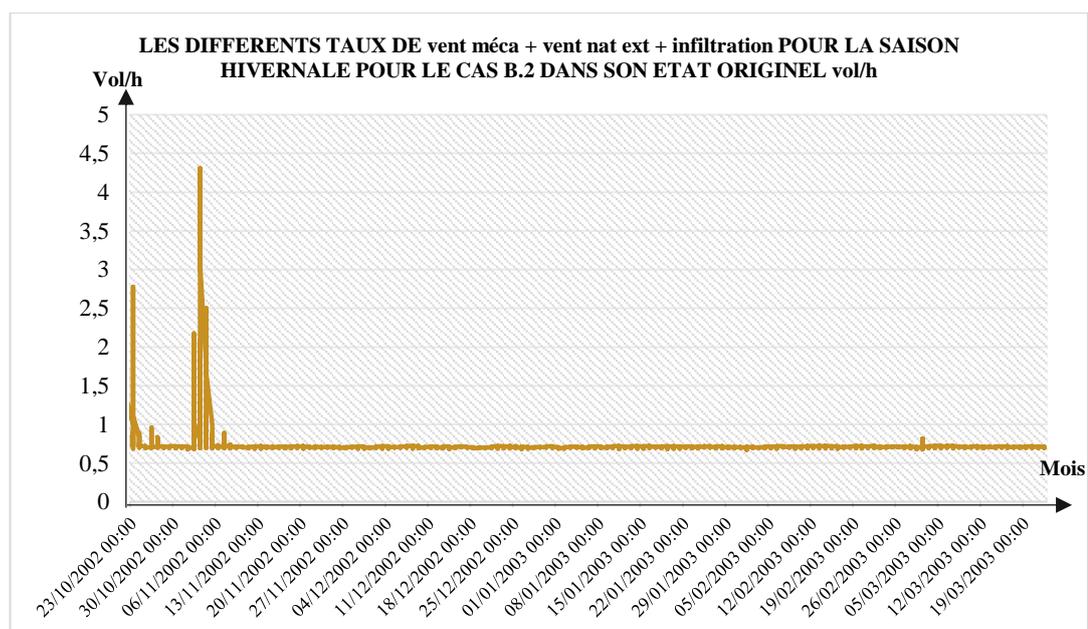


Figure III. 39 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.2.O" pendant la saison hivernale

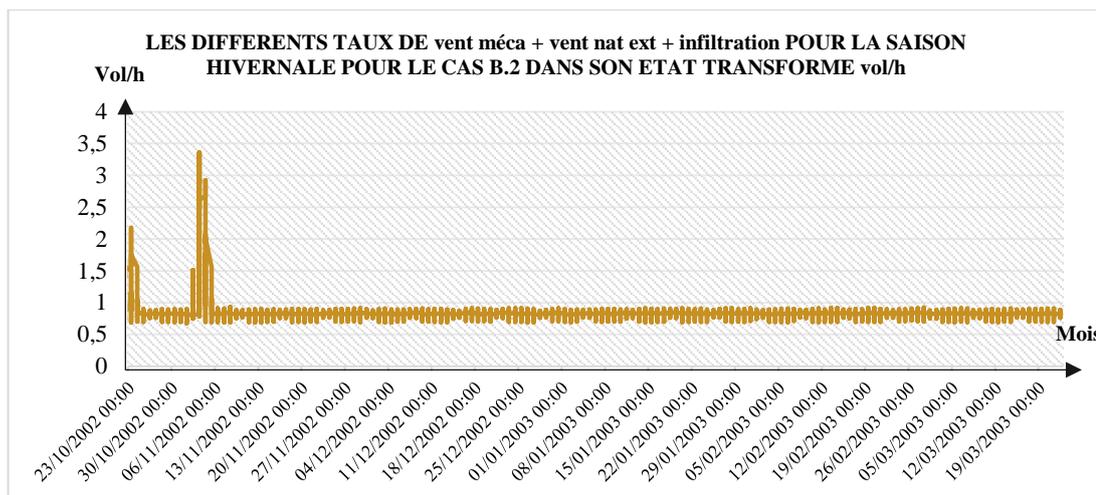


Figure III.40 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.2.T" pendant la saison hivernale

Pendant la période estivale, l'indice PMV est de 0 et -1 pour la maison dans son état d'origine B.2.O (Fig. III.41) et entre -2 et 3 pour la maison dans son état transformé B.2.T (Fig. III.42). En hiver, il est compris entre 0,5 et 1.5 pour la maison originelle (Fig. III.43) et entre -1 et -5 pour la maison transformée (Fig. III.44). Cela peut s'expliquer par le niveau d'humidité créé par les différentes modifications telles que le nombre d'utilisateurs qui a augmenté au cours des années, par rapport au volume d'énergie fourni par ces derniers causant des insuffisances en matière de prise en charge du confort intérieur.

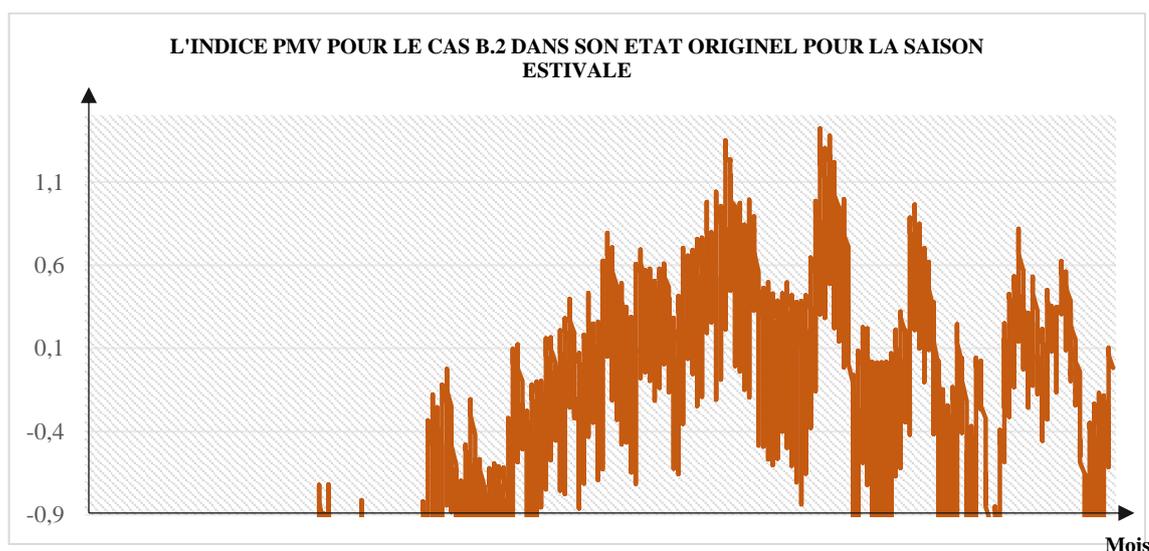


Figure III.41 : L'indice PMV pour le cas B.2.O pendant la période estivale

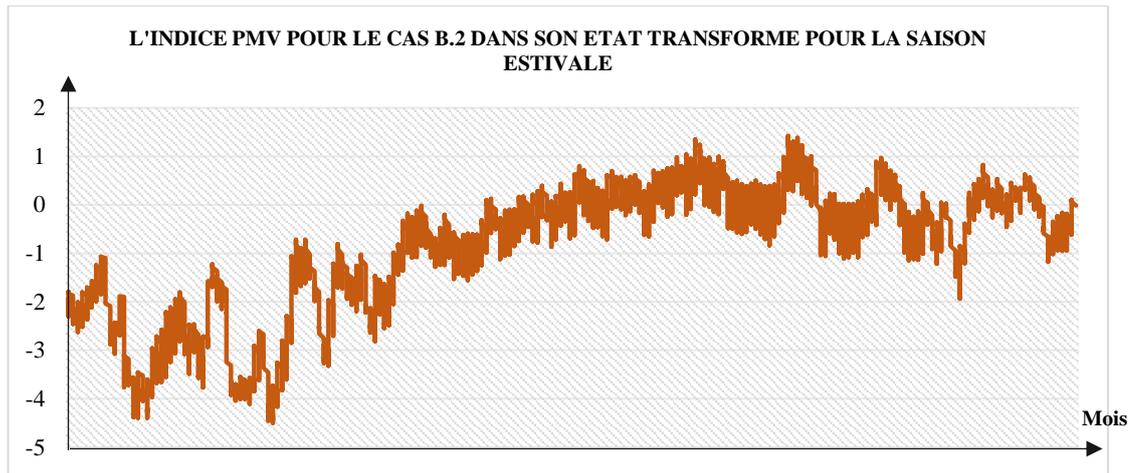


Figure III.42 : L'indice PMV pour le cas B.2.T pendant la période estivale

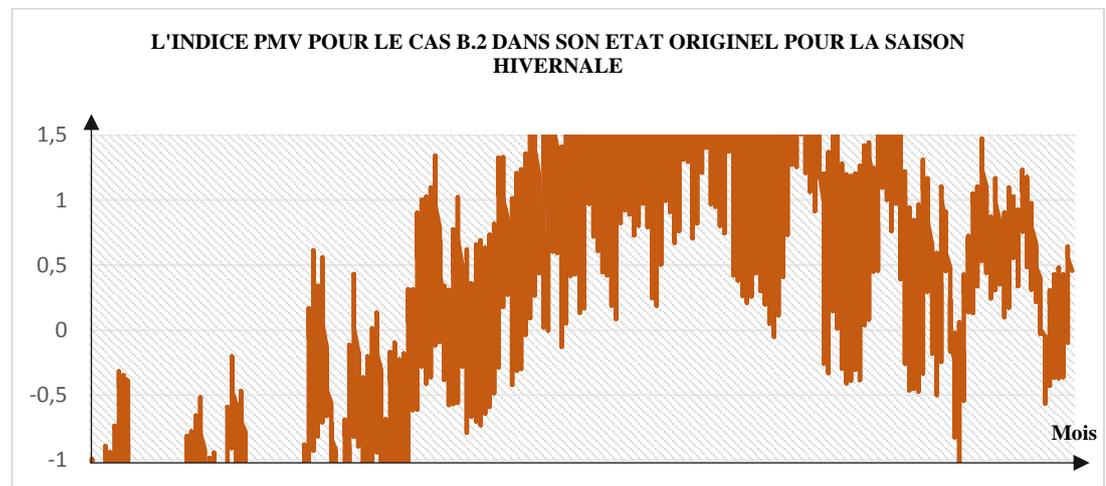


Figure III.43 : L'indice PMV pour le cas B.2.O pendant la période hivernale

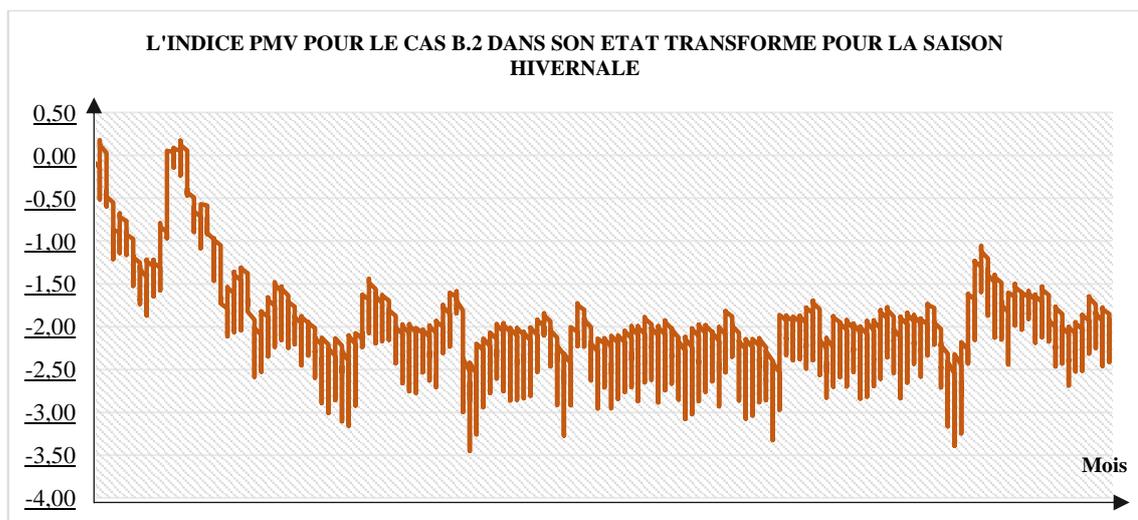


Figure III.44 : L'indice PMV pour le cas B.2.T pendant la période hivernale

3.3. Validation des modèles

Les recommandations ou les normes relatives à la validation des modèles de prévision de la température et du taux d'humidité présentent des lacunes. Pour accroître la crédibilité de l'évaluation, le processus de validation s'est déroulé en deux régimes (hiver et été).

Ce point présente une comparaison entre les valeurs de température mesurées et prévues pour les deux cas d'étude de maison de typologie *chebek* (B.1 et B.2). L'objectif était non seulement de valider les modèles, mais également de comparer les performances des différents modèles afin de capturer la configuration du flux d'air, la distribution de la température et le taux d'humidité à l'intérieur de la maison. Les valeurs moyennes des températures et du taux d'humidité moyen ont été utilisées pour comparer les mesures et les prévisions sont présentées dans les tableaux joints dans le deuxième volume, ainsi que le pourcentage d'erreur entre les valeurs prédites et les valeurs mesurées.

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|
| Cuisine | 28.491 | 27.902 | 2.066 % | 67.419 | 67.019 | 0.59 % |
| Hall d'entrée | 28.088 | 27.66 | 1.52 % | 70.453 | 68.475 | 2.80 % |
| Chebek 1 ^{er} niveau | 28.961 | 28.352 | 2.10 % | 65.069 | 64.215 | 1.31 % |
| Chambre A 1 ^{er} niveau | 28.242 | 27.722 | 1.84 % | 65.311 | 65.215 | 0.14 % |
| Chambre B 1 ^{er} niveau | 26.215 | 25.203 | 3.86 % | 63.746 | 63.530 | 0.33 % |
| Chebek 2 ^{eme} niveau | 28.434 | 28.225 | 0.73% | 63.630 | 62.770 | 1.35 % |
| Menzah | 29.396 | 28.800 | 2.02 % | 59.938 | 59.166 | 1.28 % |
| Chambre 2 ^{eme} niveau | 26.926 | 26.119 | 2.99 % | 60.253 | 60.167 | 0.14 % |
| Chambre niveau Menzah | 26.969 | 26.710 | 0.96 % | 47.55 | 46.598 | 2 % |

Tableau III.1 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "B.1" pendant la période estivale

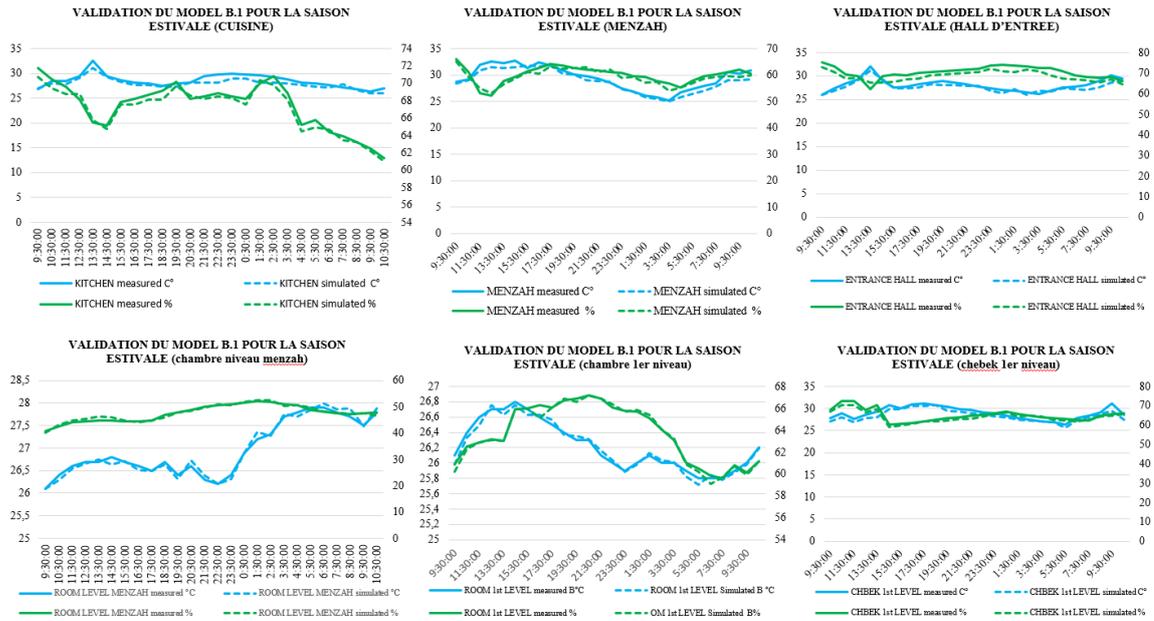


Figure III.45 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "B.1" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique

Les températures moyennes résultantes pour le Cas B.1, varient de 25,5 ° C au sol à environ 28,5 ° C à proximité du plafond en été (Fig. III.45) et de 13°C à 17°C en hiver (Fig. III.46). Quant au taux d'humidité il varie entre 40% à 60% en été (Tableau III.1) et entre 50% à 65% en hiver (Tableau III.2). Les valeurs de température et les variations du taux d'humidité prévues sont très proches des valeurs mesurées, mais au niveau supérieur, il existe un écart de presque 0,2 à 2 ° C qui peut être attribué à la masse thermique du plafond, supposée adiabatique dans des simulations.

| Espaces | Mesurée T(°C) | Simulée T(°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|-----------------------------------|---------------|---------------|----------|----------------|----------------|----------|
| Cuisine | 17.97 | 17.5719 | 2.21 % | 66.361 | 66.173 | 0.28 % |
| Chebek 1 ^{er} niveau | 15.26 | 15.48 | 1.44 % | 49.469 | 49.247 | 0.44 % |
| Chambre A 1 ^{er} niveau | 17.08 | 16.92 | 0.93 % | 61.711 | 60.755 | 1.54 % |
| Chambre B 1 ^{er} niveau | 16.52 | 16.48 | 0.24 % | 64.542 | 64.240 | 0.46 % |
| Chebek 2 ^{eme} niveau | 15.87 | 15.79 | 0.50 % | 51.273 | 50.306 | 1.88 % |
| Chambre A 2 ^{eme} niveau | 16.96 | 16.41 | 3.06 % | 66.130 | 65.351 | 1.17 % |
| Chambre B 2 ^{eme} niveau | 16.37 | 16.02 | 2.13% | 68.888 | 67.597 | 1.87 % |

| | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Chambre niveau Menzah | 15.71 | 15.55 | 1.01 % | 71.415 | 69.773 | 2.29 % |
| Menzah | 15.40 | 15.45 | 0.3 % | 44.453 | 43.804 | 1.46 % |

Tableau III.2 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "B.1" pendant la période hivernale

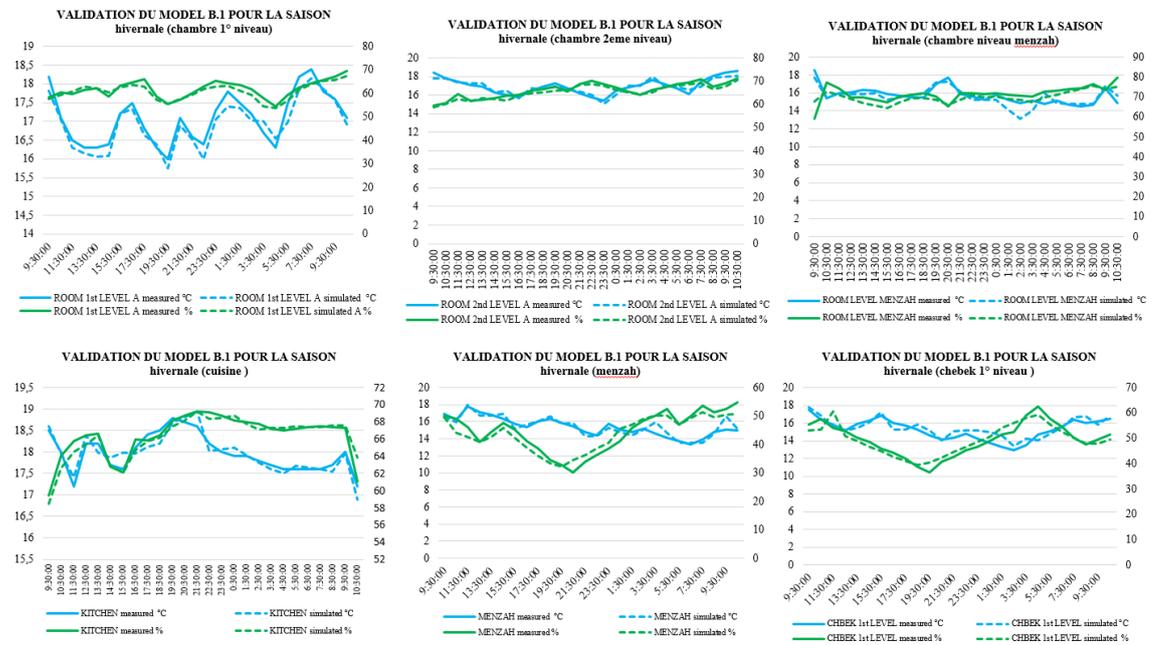


Figure III.46 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "B.1" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique

Dans le Cas B.2, la température résultante, en été, varie de 28 ° C au niveau du sol à environ 32 ° C près du plafond (Fig. III.47) et en hiver, elle est estimée entre 15°C et 21°C (Fig. III.48) et un taux d'humidité entre 60 % et 70 % en été (Tableau III.3), et entre 60% et 80% en hiver (Tableau III.4). La différence entre les valeurs prévues et mesurées des températures aux niveaux moyen et élevé par rapport au niveau bas peut être attribuée à la masse thermique du bâtiment.

On voit que les prédictions numériques obtenues étaient généralement en accord acceptable avec les mesures expérimentales. La différence moyenne entre les températures et du taux d'humidité prévue et mesurée était comprise entre 1 et 8%. La raison possible de l'écart peut être attribuée à l'erreur expérimentale, erreur causée par les hypothèses retenues dans le modèle numérique, c'est-à-dire la masse thermique des murs qui ont été supposés isolés lors de simulations et d'autres sources de chaleur.

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
| Cuisine | 28.49 | 28.03 | 1.61 % | 67.303 | 67.150 | 0.22 % |
| Hall d'entrée | 28.08 | 27.70 | 1.35 % | 70.569 | 69.936 | 0.89 % |
| Chbek 1 ^{er} niveau | 29.96 | 28.07 | 6.30 % | 65.069 | 63.100 | 3.02 % |
| Chambre A 1 ^{er} niveau | 28.24 | 28.03 | 0.74 % | 65.311 | 63.638 | 2.56 % |
| Chambre B 1 ^{er} niveau | 26.51 | 26.19 | 1.20 % | 64.553 | 63.514 | 1.60 % |
| Chebek 2 ^{eme} niveau | 28.43 | 27.93 | 1.75 % | 63.630 | 62.154 | 2.31 % |
| Chambre 2 ^{eme} niveau | 27.31 | 26.89 | 1.53 % | 60.253 | 59.895 | 0.59 % |
| Chambre niveau Menzah | 28.12 | 26.97 | 2.1 % | 47.55 | 48.022 | 0.99 % |
| Menzah | 29.74 | 28.72 | 3.42 % | 59.938 | 59.435 | 0.83 % |

Tableau III.3 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "B.2" pendant la période estivale

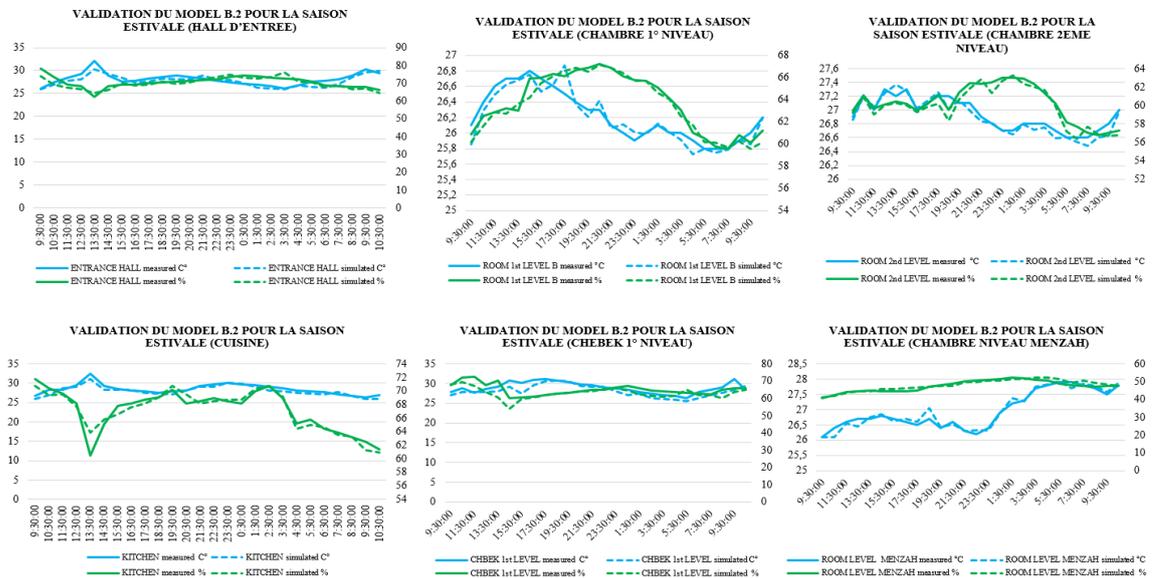


Figure III.47 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "B.2" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique

Les résultats se basent sur l'analyse réalisée. Les indicateurs obtenus par l'investigation *in-situ* correspondent à la qualité de l'ensemble des résultats de la simulation, présentés dans

les tableaux joints dans le deuxième volume, qui indique les valeurs de température et les taux d'humidité. En d'autres termes, plus de 90% des résultats obtenus par le modèle de simulation coïncident avec les valeurs mesurées. Les meilleurs résultats ont été enregistrés en été et les plus mauvais résultats dans le régime hivernal. Tenant compte de la norme établie dans ce domaine, les résultats obtenus sont considérés comme souhaitables. Les modèles définis peuvent être caractérisés comme des modèles de qualité en termes de prédiction.

Une autre observation concerne les pics journaliers de température supérieure à la température définie, provoqués par les gains solaires à travers les fenêtres. L'effet est plus visible lorsque la température extérieure dépasse 15 ° C. A ces moments, la demande nette en énergie du bâtiment devient si faible que les gains solaires compensent les pertes de transmission et induisent même une augmentation de la température. Étant donné qu'une installation de refroidissement est fournie, le climat intérieur est toujours altéré et ne peut être constant. Ainsi, nous avons pu conclure que les deux modèles de maisons étudiées étaient suffisamment précis et pouvaient être utilisés pour les calculs thermiques du bâtiment.

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
| Chambre rez de chaussée | 17.13 | 16.51 | 3.61 % | 64.54 | 62.83 | 4.19 % |
| Hall d'entrée | 15.56 | 16.39 | 5.33 % | 49.46 | 50.303 | 1.70 % |
| Chebek 1 ^{er} niveau | 16.29 | 15.90 | 2.39 % | 51.2730 | 50.869 | 0.78 % |
| Chambre A 1 ^{er} niveau | 17.08 | 16.48 | 3.51 % | 61.5961 | 61.890 | 0.47 % |
| Chambre B 1 ^{er} niveau | 16.96 | 16.81 | 0.75 % | 66.1307 | 65.804 | 0.49 % |
| Menzah | 15.40 | 15.33 | 0.45 % | 44.4538 | 44.068 | 0.86 % |
| Chambre A niveau Menzah | 16.07 | 15.82 | 1.55 % | 68.8884 | 68.108 | 1.13 % |
| Chambre B niveau Menzah | 16.06 | 15.72 | 2.11 % | 71.4153 | 69.849 | 2.19 % |
| Cuisine | 18.01 | 17.92 | 0.49 % | 67.1307 | 66.167 | 1.43 % |

Tableau III.4 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "B.2" pendant la période hivernale

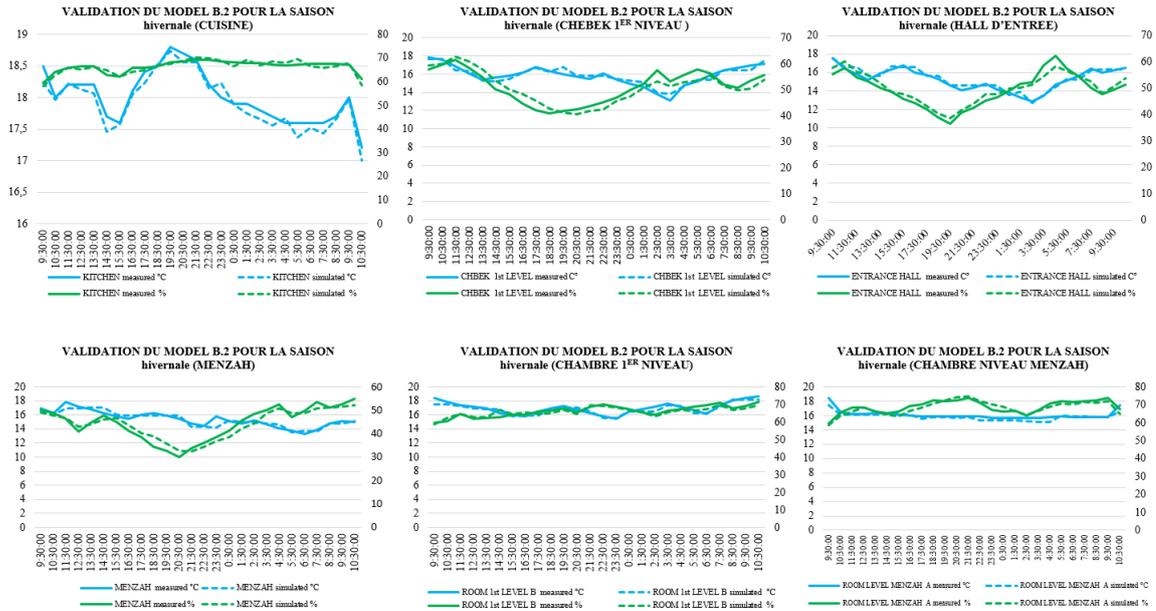


Figure III.48 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "B.2" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique

A travers ces résultats obtenus, nous remarquons que la maison B.1, contient encore son état originel avec quelques modifications, mais qui ont été bien étudiées afin de répondre aux exigences du confort actuel sans pour autant compromettre la technicité du bâtiment et des mécanismes qu'il utilise pour sa durabilité. Nous avons aussi constaté que les usagers qui habitent cette maison entretenaient leur bien à travers un chaulage à chaque occasion.

CHAPITRE 04 : DISCUSSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE ULWI

Ce chapitre traite et discute les résultats obtenus par la campagne de mesure, par les simulations thermodynamiques et par la validation des modèles, de deux cas de maisons traditionnelles de typologie *ulwi*, l'une semblant présentée une transformation positive (C.1) et l'autre négative (C.2). La corrélation de ces résultats nous amène à cerner la nature des transformations, mais aussi à identifier le model type pour cette étude.

4.1. Mesures In-Situ

Au niveau de cette première partie du chapitre 4, nous discutons les résultats obtenus par la campagne de mesure. Les divers graphes présentent le cas C.1 et les résultats de fluctuation de température, du taux d'humidité ainsi que l'infiltration d'air mesurés le 27 août (période estivale) et le 7 janvier (période hivernale) pendant 24 heures.

La température varie entre 26 ° C et 30 ° C pour la période estivale (Fig. IV.1 et Fig. IV.2) et entre 15 ° C et 20 ° C pour la période hivernale (Fig. IV.3 et Fig. IV.4). Nous relevons un pic vers 12 h d'une valeur de 35°C. La chambre située au niveau du *menzah* est plus chaude en été alors que l'ancienne cuisine aménagée actuellement en débarras est la plus froide.

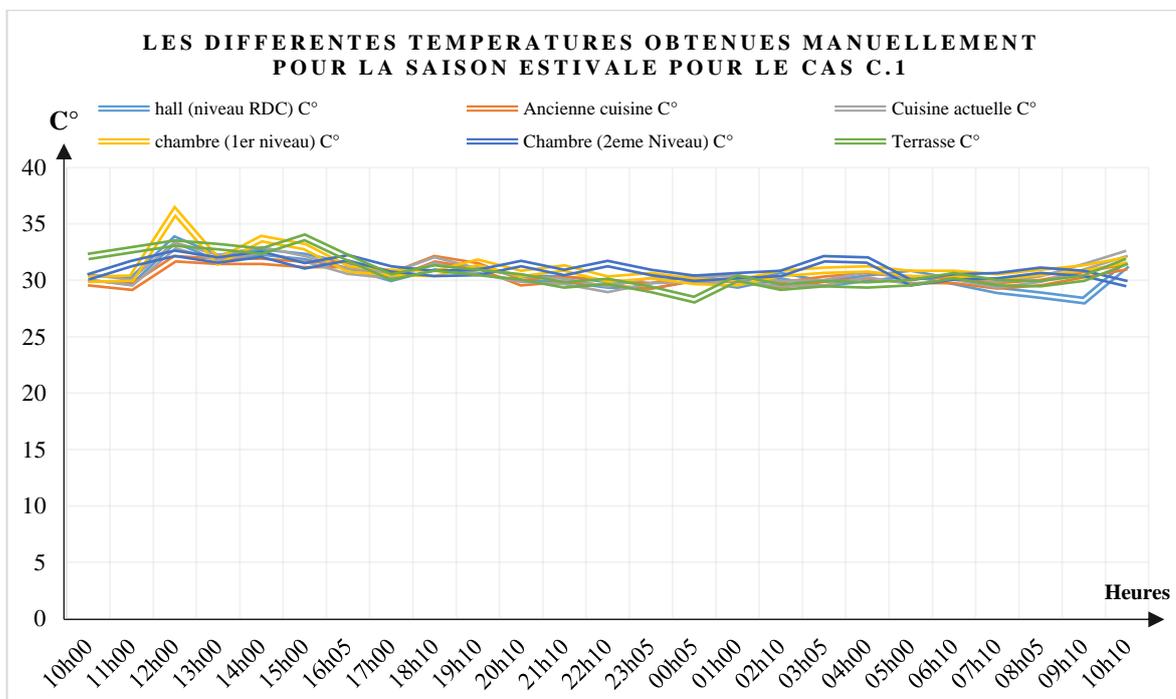
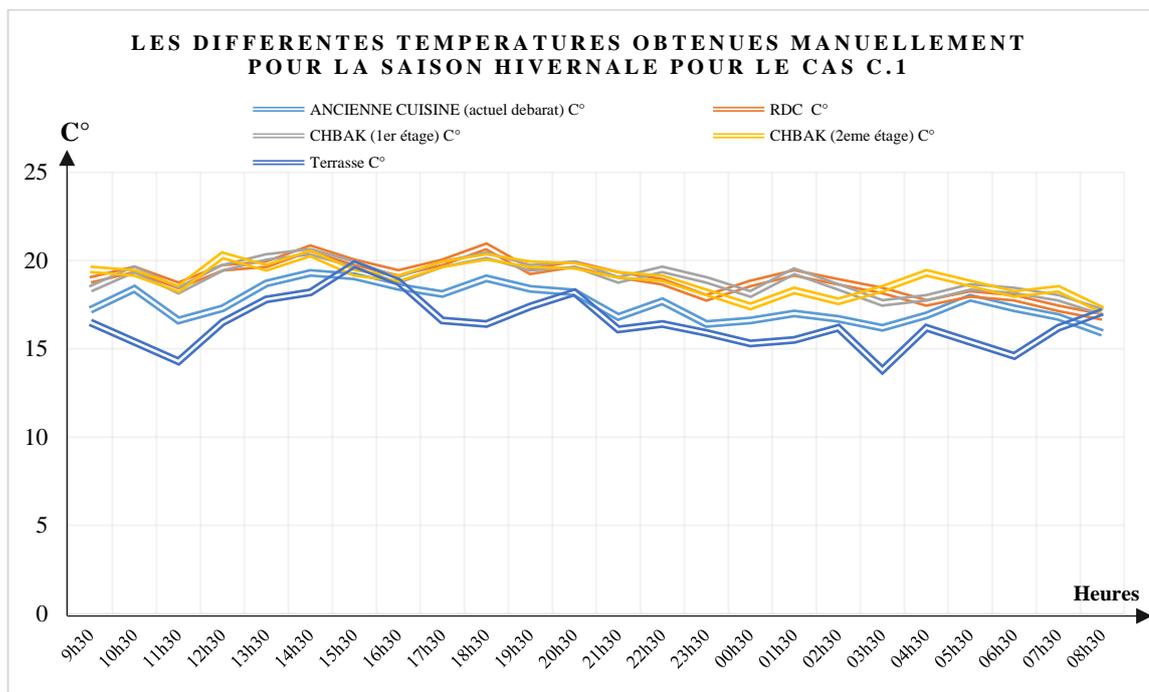
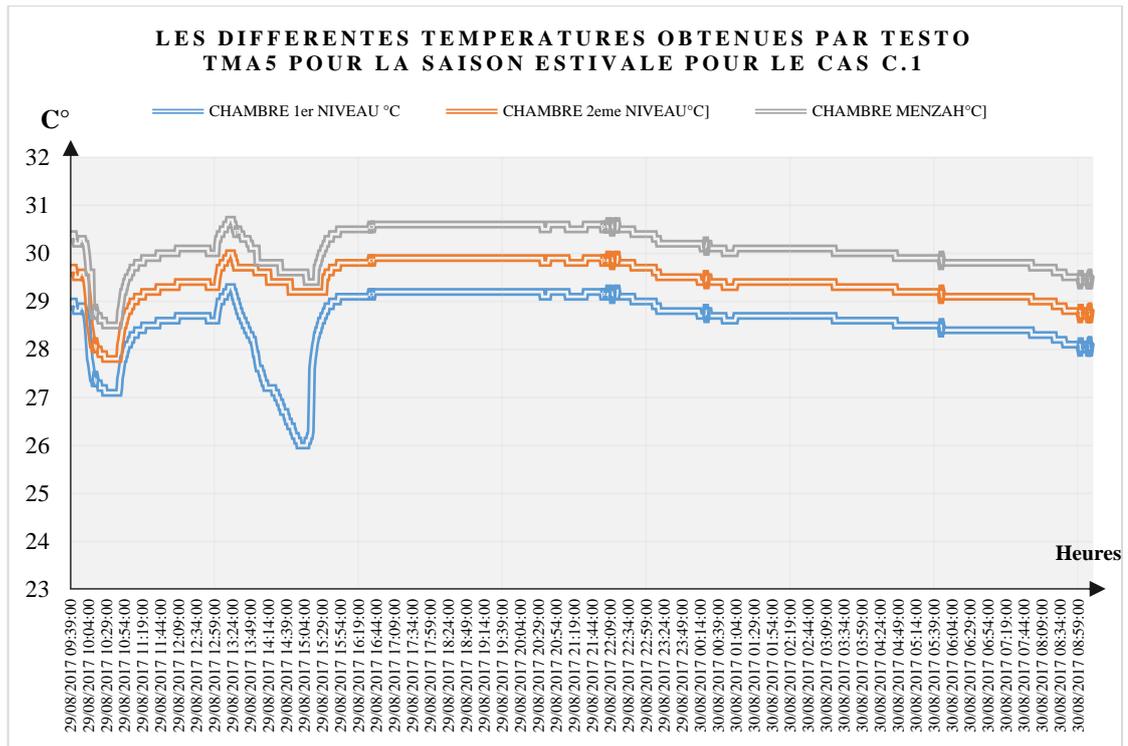


Figure IV.1 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "C.1" lors d'une journée d'été typique



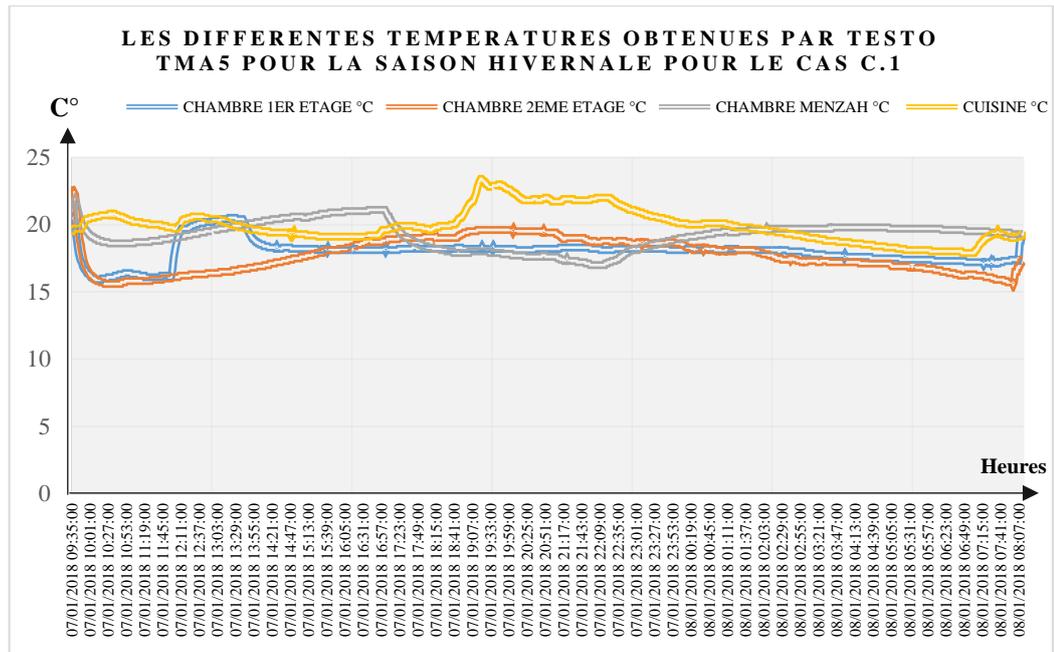


Figure IV.4 : Les différentes températures mesurées à l’aide d’un TMA5 du cas "C.1" lors d’une journée d’hiver typique

Quant à l’humidité, elle est estimée entre 43% et 70% pour la période estivale (Fig. IV.5) et de 30% à 60% pour la période hivernale (Fig. IV.6). Nous constatons que l’espace le plus humide est la cuisine en raison des différentes modifications subies.

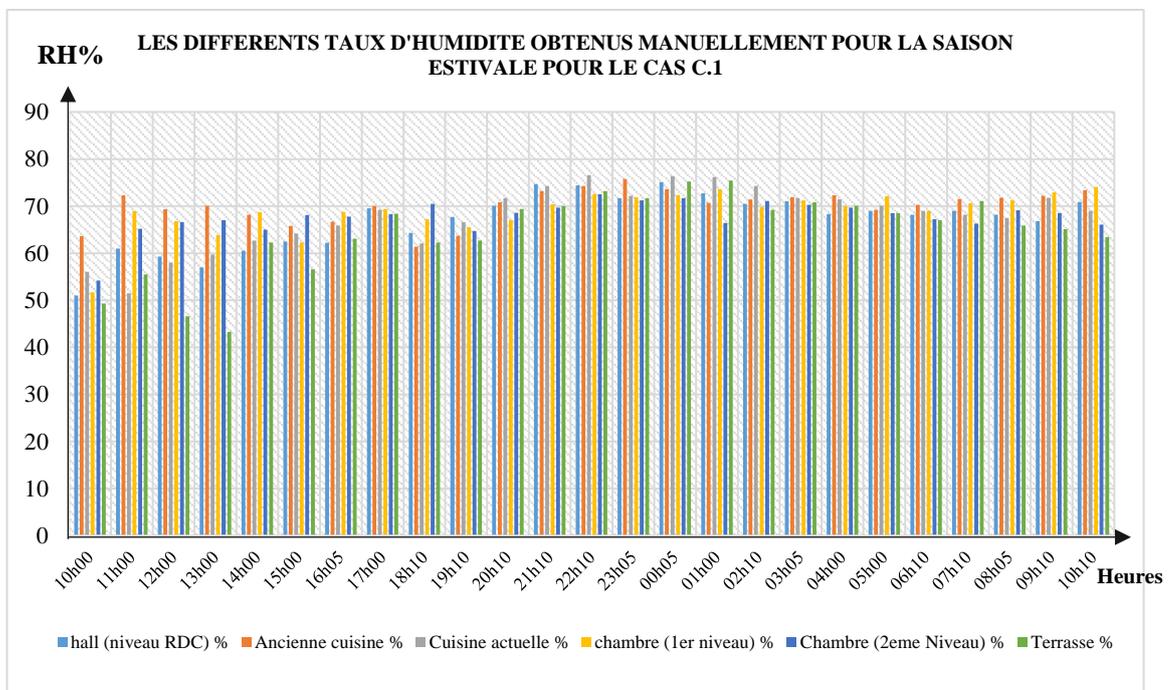


Figure IV.5 : Les différents taux d’humidité mesurés manuellement du cas "C.1" lors d’une journée d’été typique

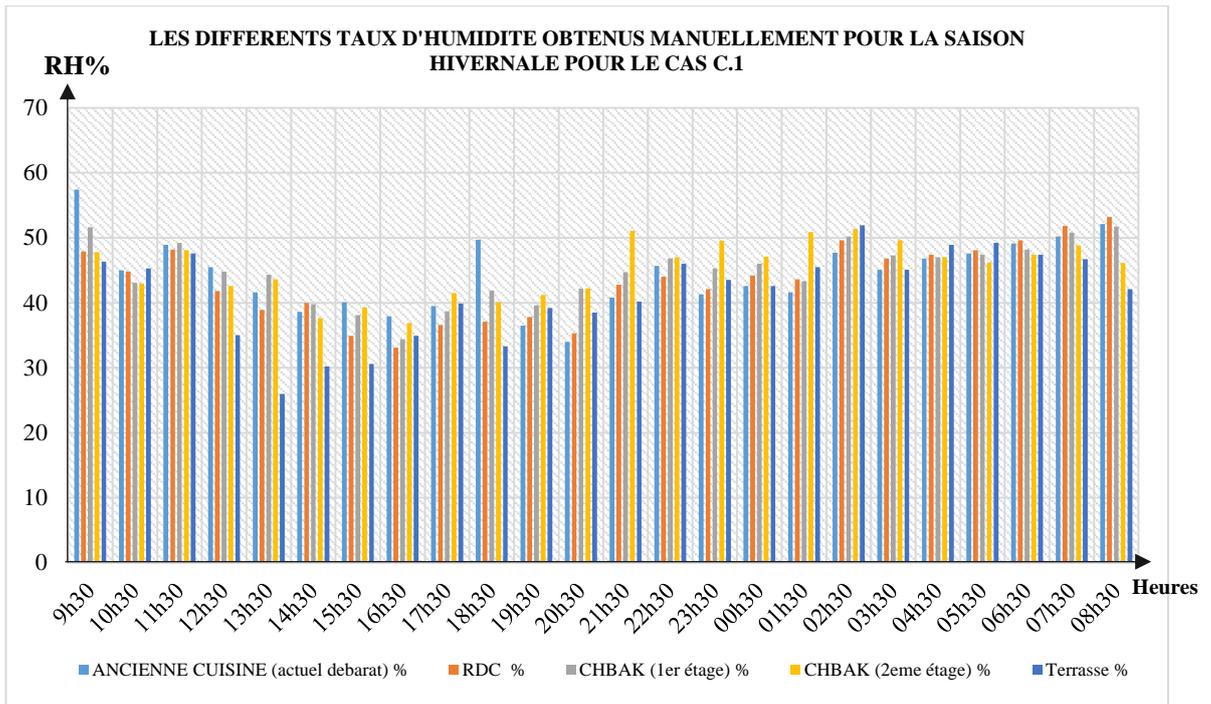


Figure IV.6 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "C.1" lors d'une journée d'hiver typique

La ventilation de l'air, elle varie entre 0.4m / s et 3m / s pour la période estivale (Fig. IV.7) et 0.4 m / s à 2.7 m / s pour la période hivernale (Fig. IV.8).

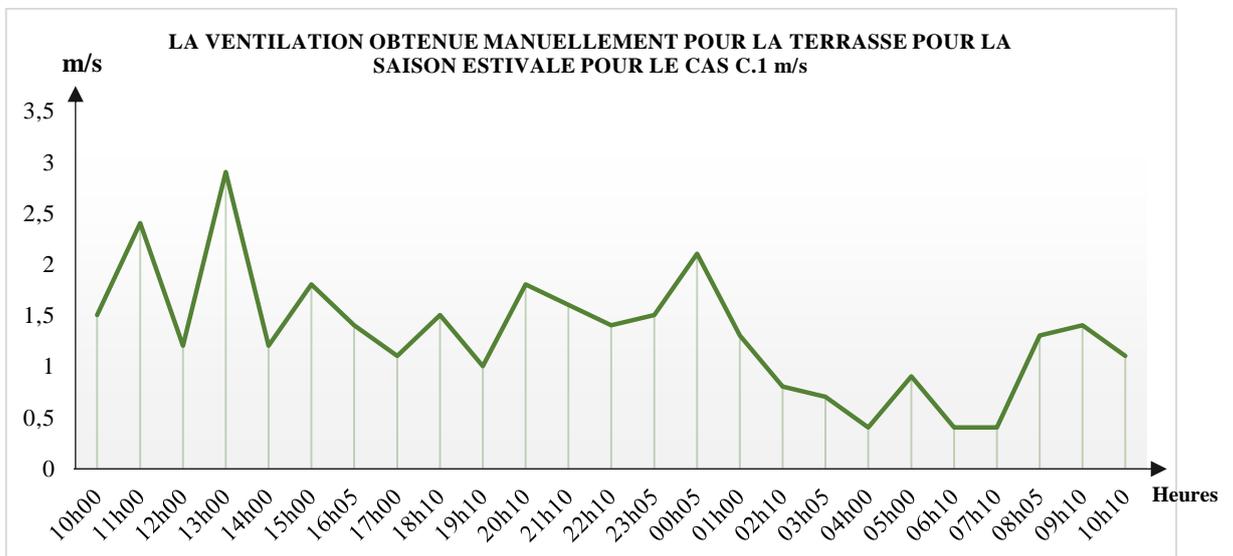


Figure IV.7 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "C.1" lors d'une journée d'été typique

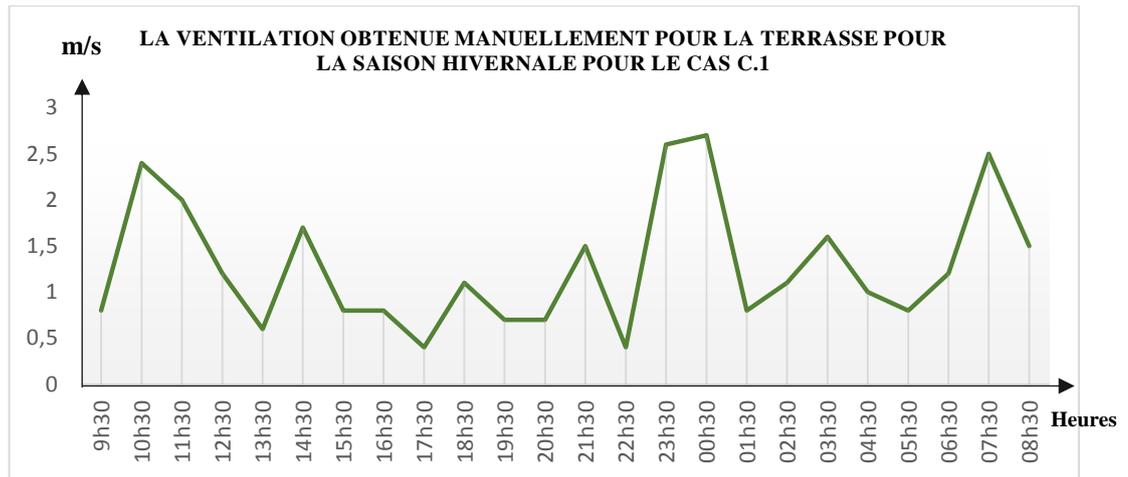


Figure IV.8 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "C.1" lors d'une journée d'hiver typique

Les divers graphes présentent les résultats obtenus pour la température, l'humidité et l'infiltration d'air concernant le cas C.2, mesurés le 22 août (période estivale) et le 14 janvier (période hivernale) pendant 24h.

Les fluctuations de température sont de 28 °C à 34 °C pour l'été (Fig. IV.9 et Fig. IV.10) et de 12 °C à 18 °C pour l'hiver (Fig. IV.11 et Fig. IV.12). L'espace le plus chaud est la cuisine aménagée au second niveau tandis que la chambre rajoutée en surélévation est la plus froide. Un pic d'une valeur de 36 °C est observé vers 12h. Nous remarquons à la lecture des résultats que les fluctuations de température sont instables et décrivent des perturbations remarquables créant un taux d'humidité très élevé au sein de la maison.

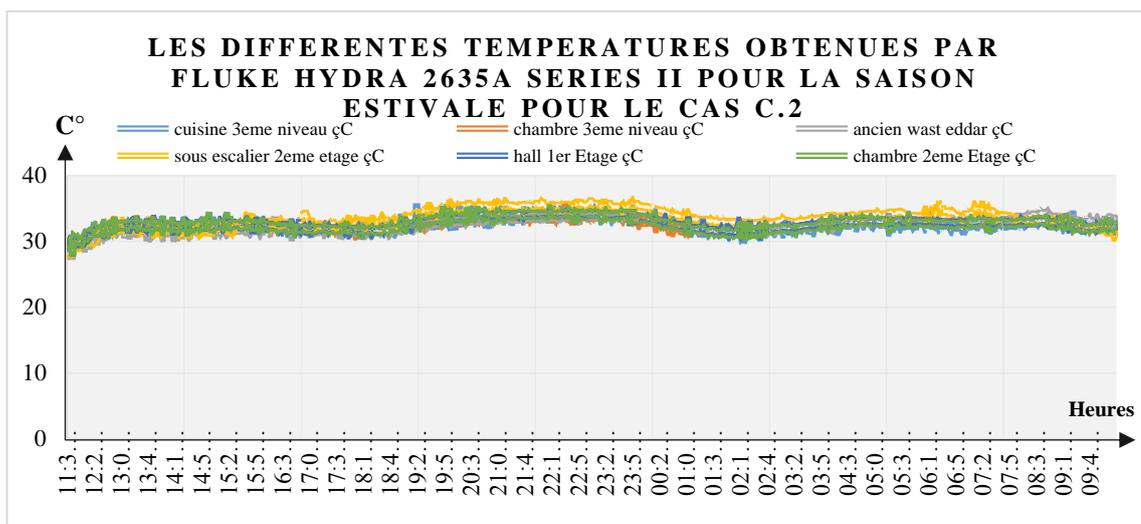


Figure IV.9 : Les différentes températures mesurées à l'aide de Fluke Hydra 2635A pour le cas "C.2" lors d'une journée d'été typique

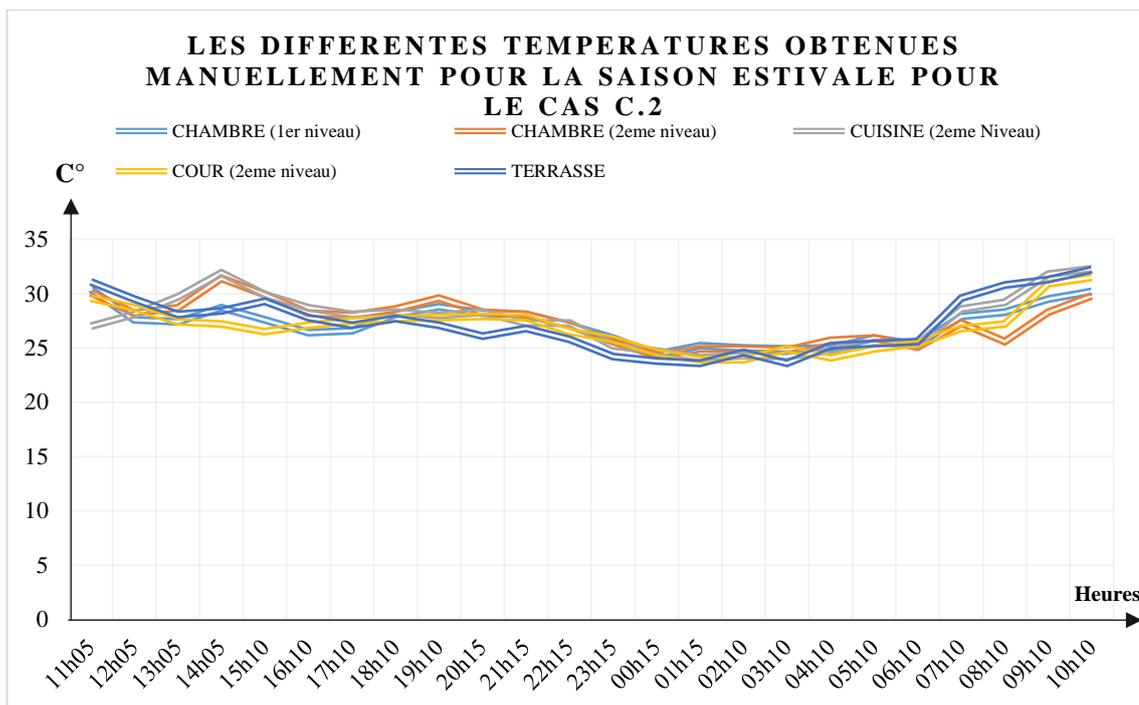


Figure IV.10 : Les différentes températures mesurées manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'été typique

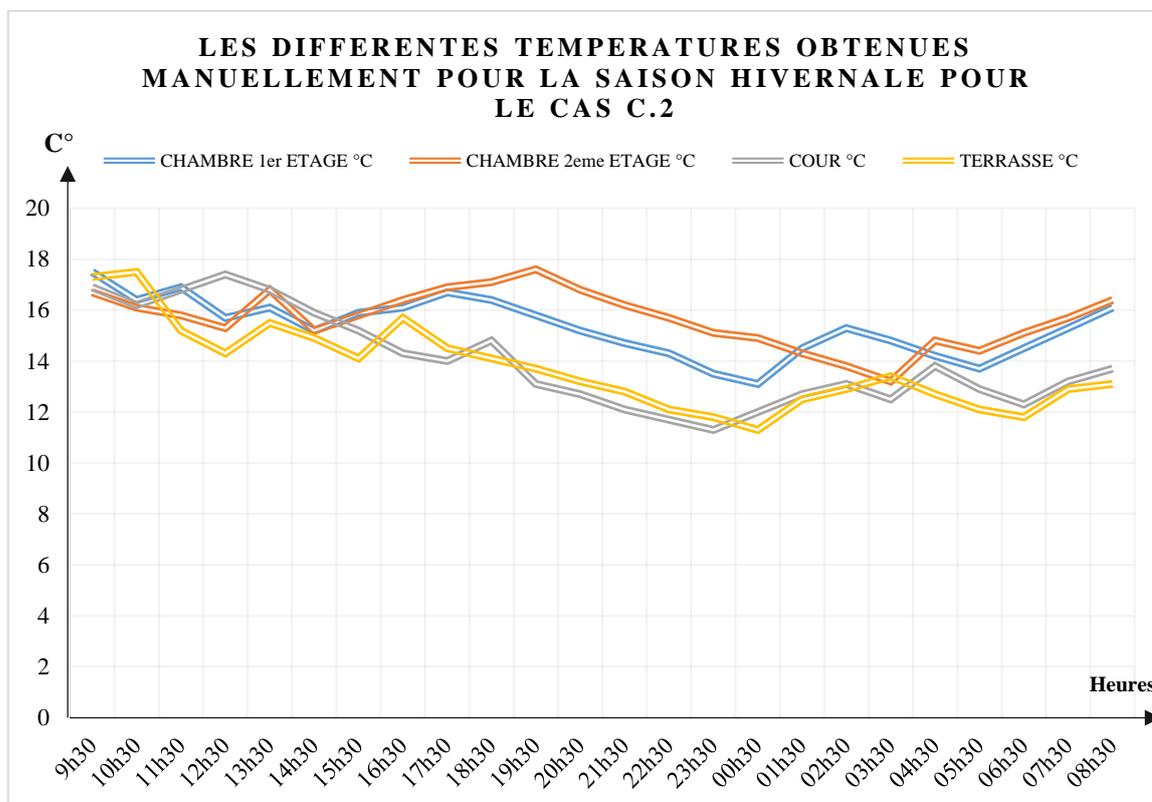


Figure IV.11 : Les différentes températures mesurées manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'hiver typique

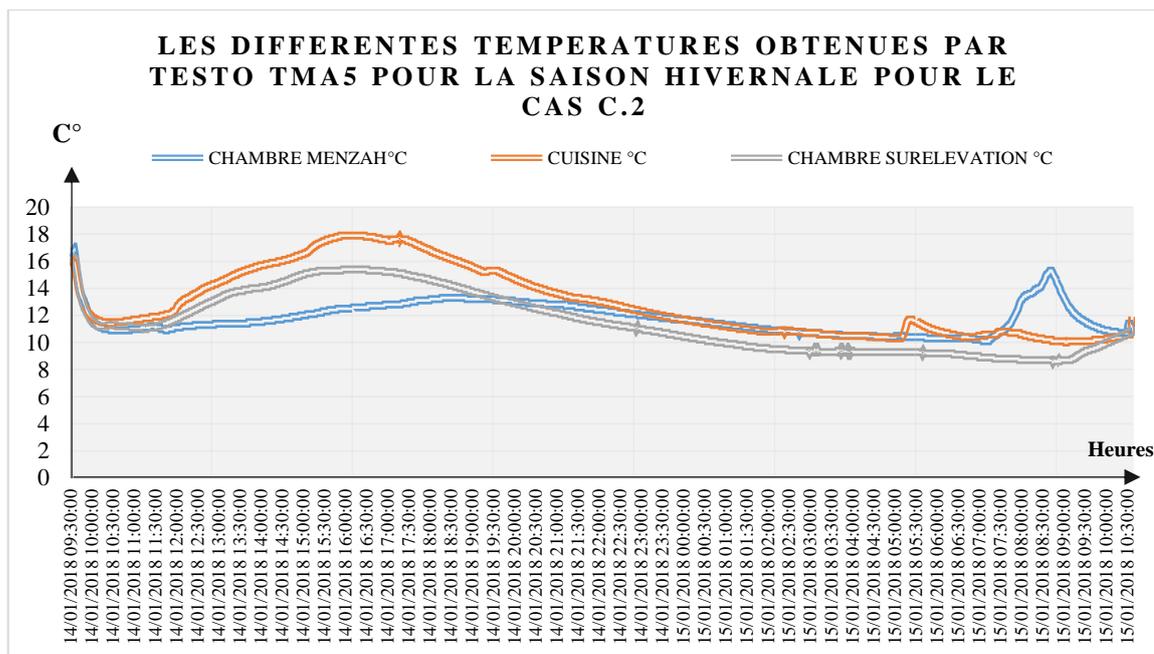


Figure IV.12 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 pour le cas "C.2" lors d'une journée d'hiver typique

Concernant l'humidité, elle varie de 43% à 75% (Fig. IV.13) pour l'été et de 60% à 90% en hiver (Fig. IV.14). L'espace le plus humide correspond à une chambre aménagée au niveau du *menzah*.

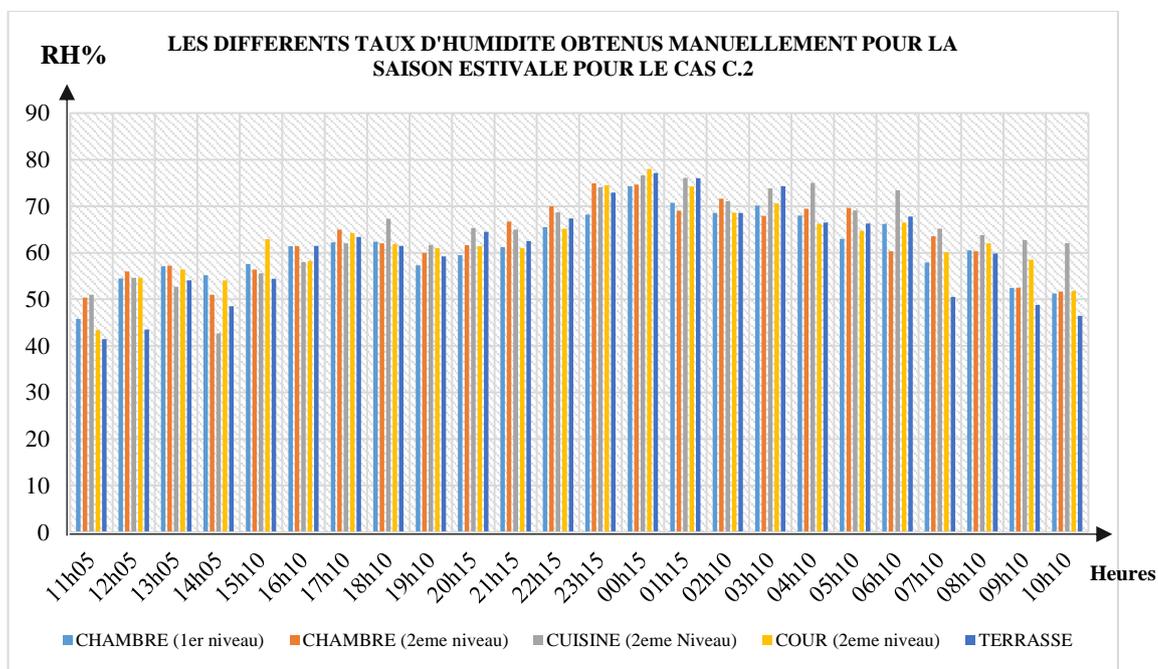


Figure IV.13 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'été typique

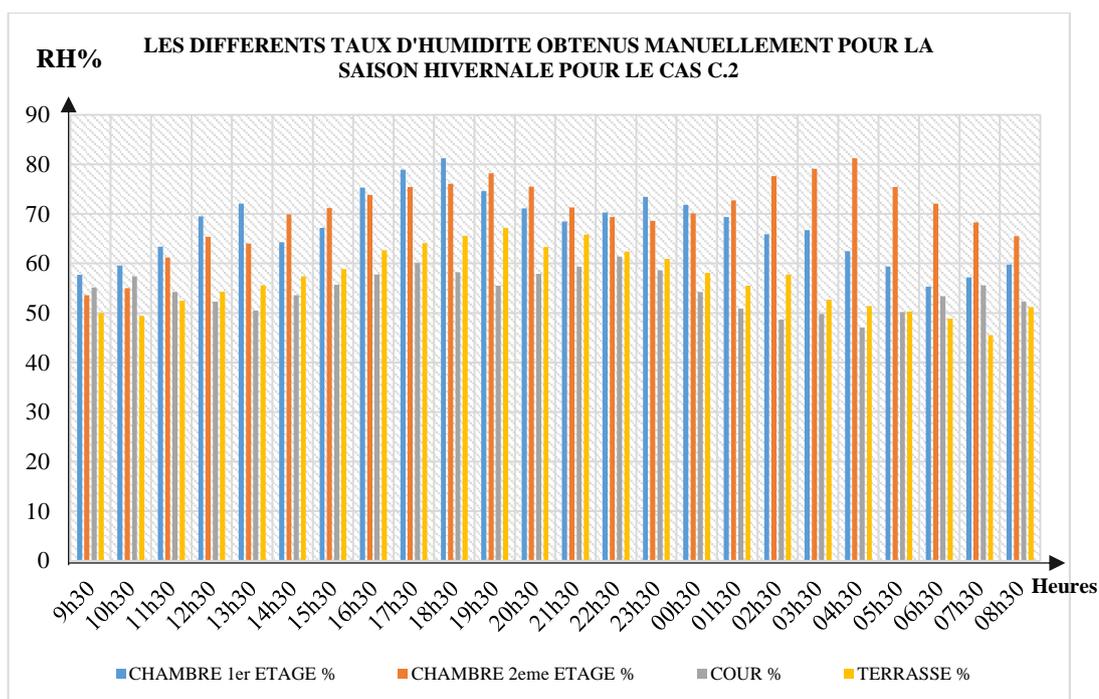


Figure IV.14 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'hiver typique

L'infiltration d'air oscille entre 0.2 m / s et 2.8 m / s pour l'été (Fig. IV.15) et de 0.4 m / s à 7 m / s pour l'hiver (Fig. IV.16). Un taux assez élevé d'infiltration qui est de l'ordre de 9.7m/s, est remarqué à 19h30.

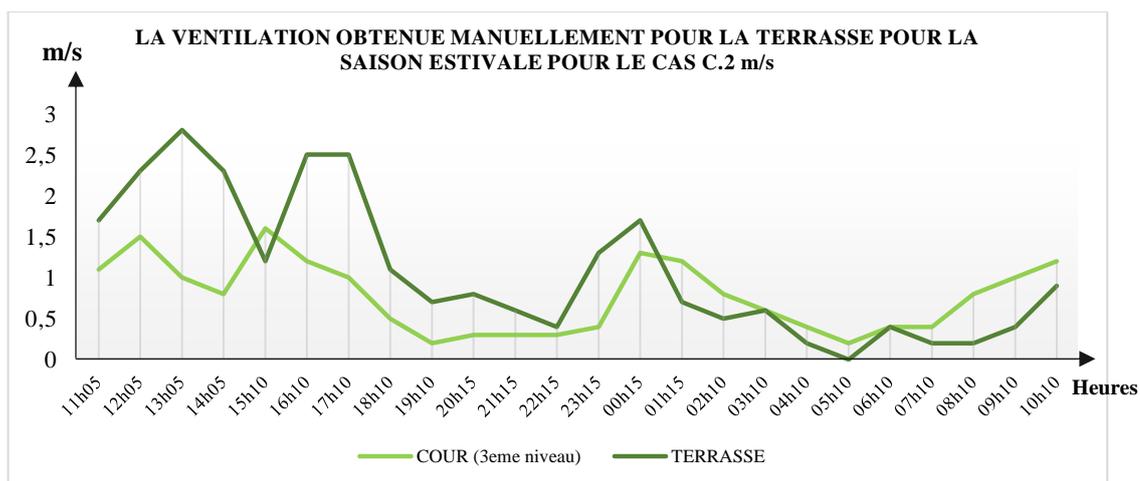


Figure IV.15 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'été typique

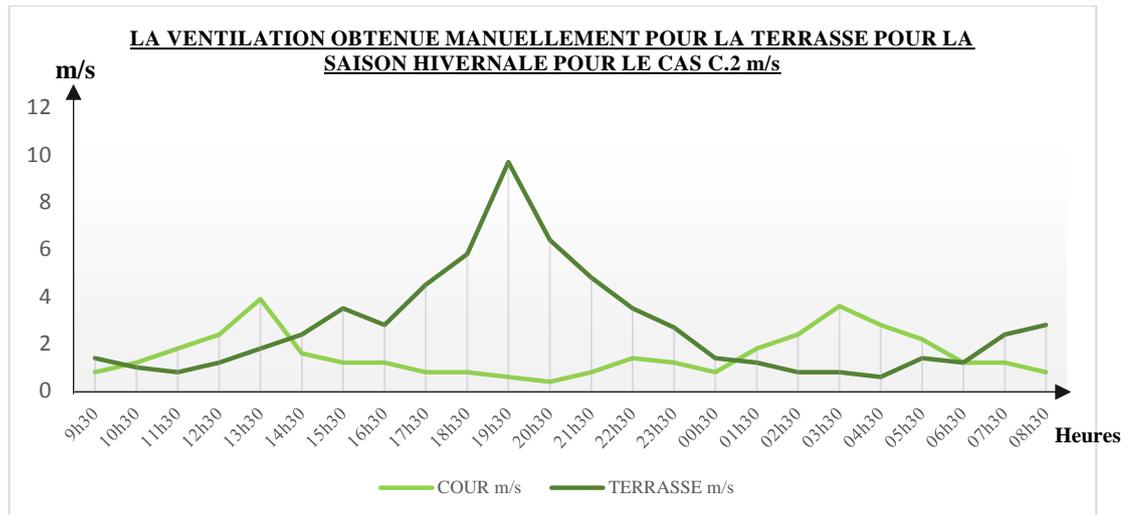


Figure IV.16 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'hiver typique

Ces résultats obtenus grâce à la campagne de mesure *in-situ*, donnent les premières conclusions inhérentes à la nature des transformations que ces maisons ont subies. Cependant, deux autres phases (simulation numérique et validation des modèles) s'imposent afin de pouvoir affirmer ces premières lectures et de proposer des solutions pour assurer un microclimat intérieur idéal et un confort optimal.

4.2. Simulations numériques :

Cette partie se concentre sur les résultats obtenus par simulation numérique et discute notamment les données pour deux cas de maisons traditionnelles de typologie *ulwi*, dans leur état ancien et leur état actuel transformé.

Pour le cas C.1, les fluctuations de température enregistrées pour la maison dans son état originel et celle transformée sont minimales. Durant la saison estivale, la température est estimée entre 17° C et 25° C : avec une température maximale moyenne qui est de 26° C (Fig. IV.17 et Fig. IV.18), dans les deux cas. Celle-ci varie entre 10 C° et 17 C° au cours de la saison hivernale (Fig. IV.19 et Fig. IV.20). Cet effet est dû à la réduction considérable du nombre d'ouvertures extérieures qui donnent sur la rue, constituant ainsi un avantage par rapport aux fluctuations de température. Il convient de noter aussi que les matériaux de construction, plus ou moins conservés dans la maison analysée (briques de terre cuite, bois de cèdre, ...etc.), ont la capacité de stocker la chaleur reçue par rayonnement et de ralentir sa retransmission vers l'intérieur. L'inertie thermique, agit comme un amortisseur et assure également une résistance thermique élevée permettant un meilleur confort.

Le taux d'humidité évolue de 50% à 60% en été (Fig. IV.17 et Fig. IV.18) et de 55% à 65% en hiver (Fig. IV.19 et Fig. IV.20). La différence du taux d'humidité pour ce cas est minime, ce qui permet un confort idéal et un microclimat intérieur durable.

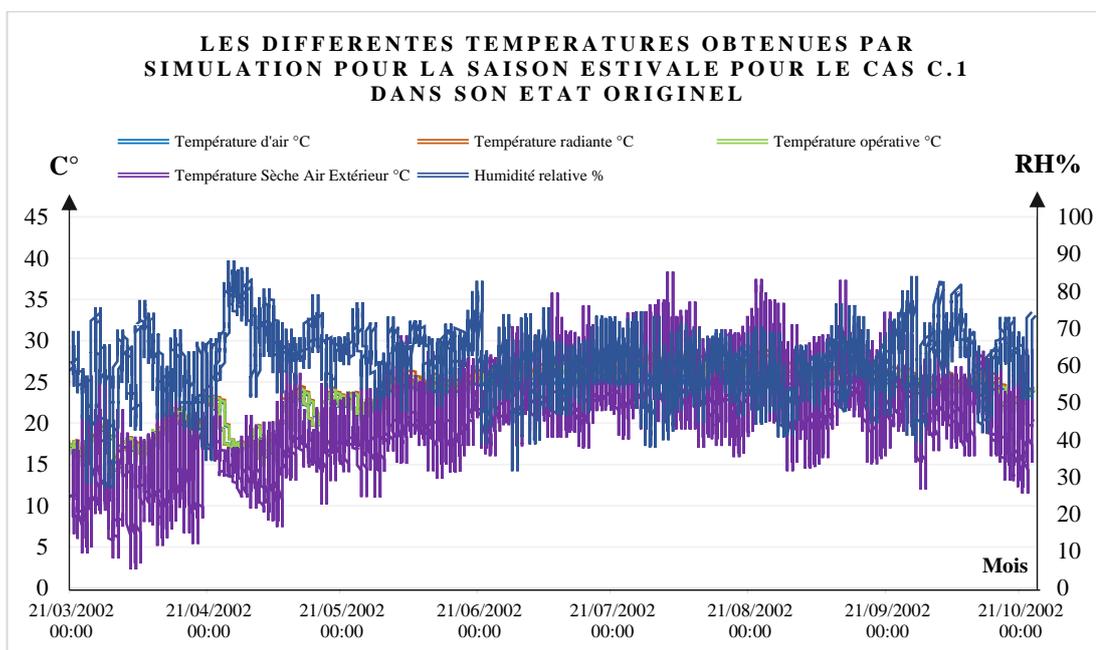


Figure IV.17 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.1.O" pendant la saison estivale

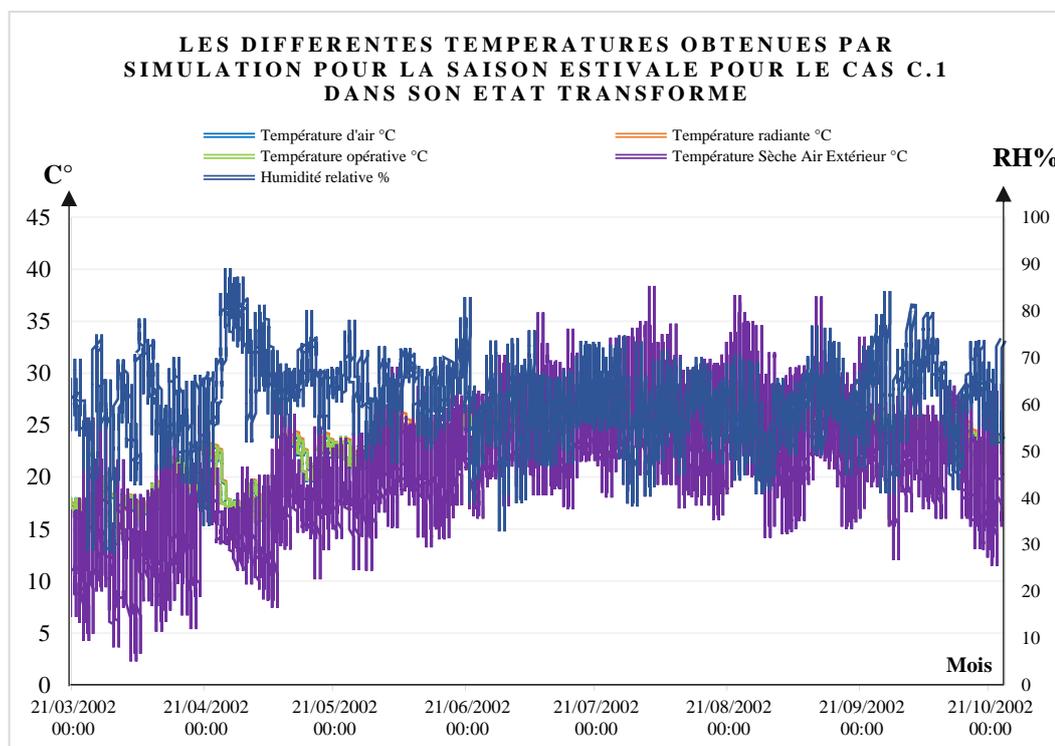


Figure IV.18 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.1.T" pendant la saison estivale

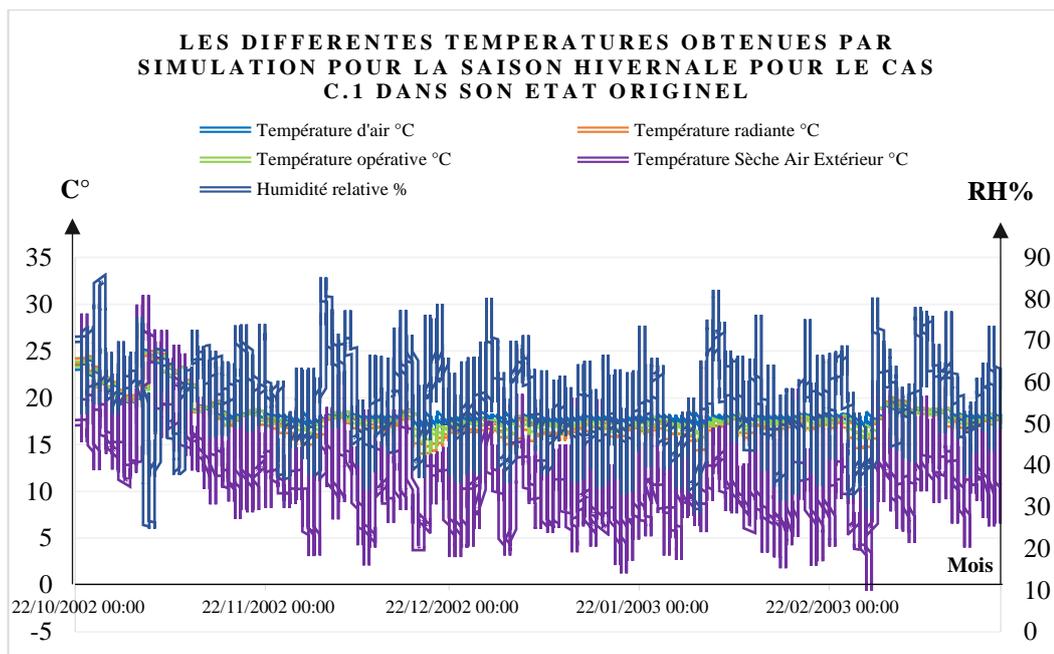


Figure IV.19 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.1.O" pendant la saison hivernale

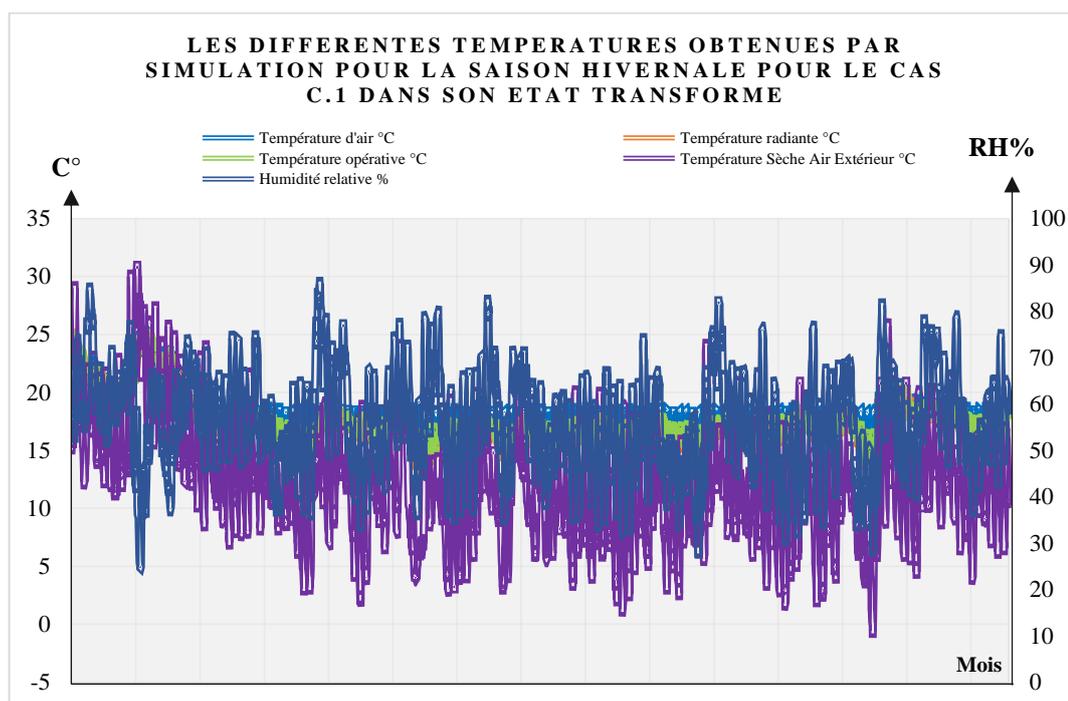


Figure IV.20 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.1.T" pendant la saison hivernale

Dans le premier cas C.1.O, la ventilation et la distribution de l'air sont naturelles, variant entre 0.5 vol/h à 1.8 vol/h (Fig. IV.21 et Fig. IV.23). Pour le cas transformé C.1.T, la ventilation est artificielle avec un taux oscillant entre 0.8 et 2 vol/h (Fig. IV.22 et Fig. IV.24). Les données sont équilibrées pour les deux cas de maisons montrant ainsi une circulation d'air fréquente pouvant rafraîchir la maison pendant l'été.

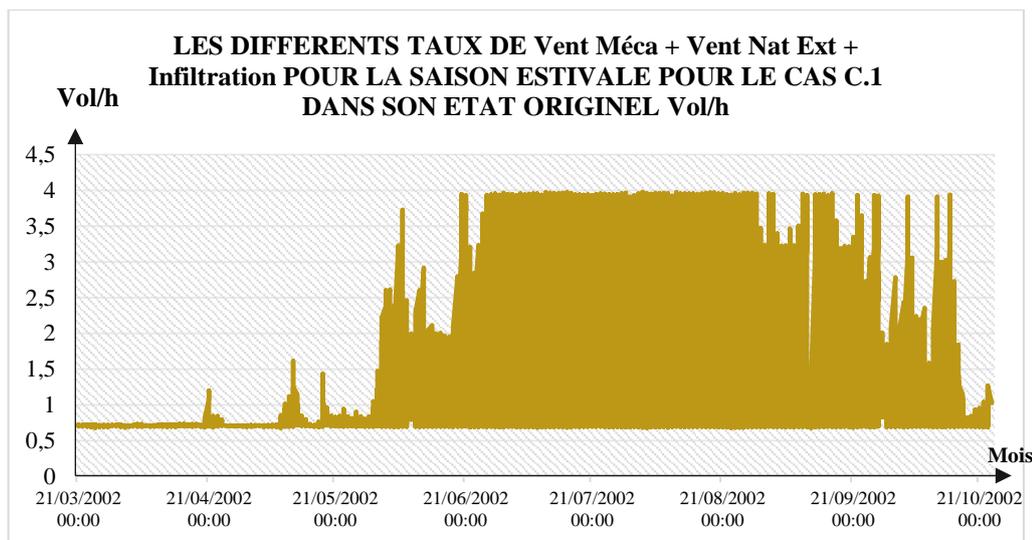


Figure IV.21 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.1.O" pendant la saison estivale

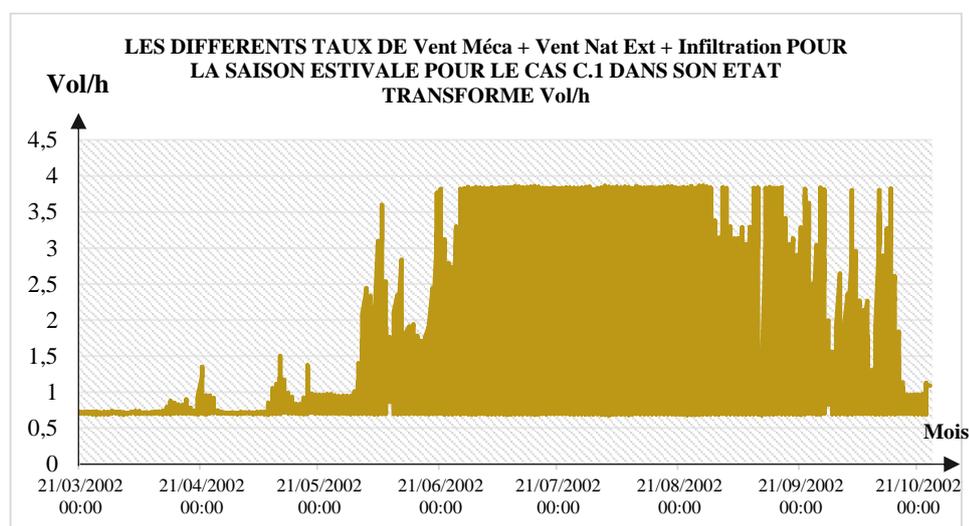


Figure IV.22 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.1.T" pendant la saison estivale

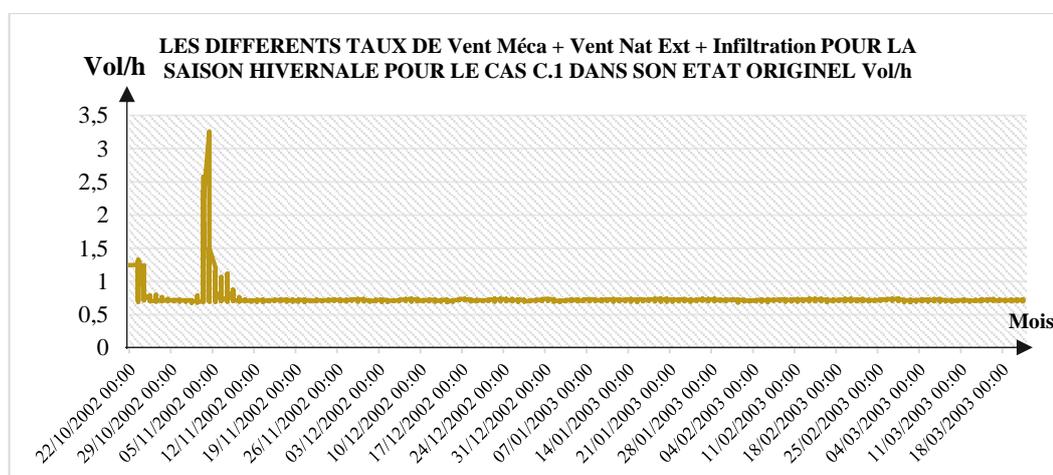


Figure IV.23 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.1.O" pendant la saison hivernale

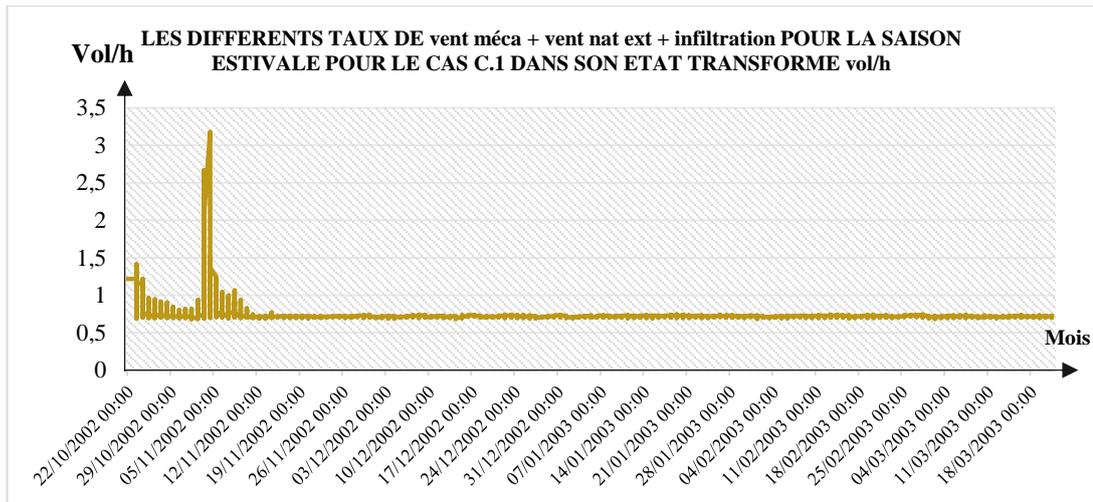


Figure IV.24 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.1.T" pendant la saison hivernale

Concernant L'indice PMV, il est compris entre -0.5 et -1 et pour la maison dans son état d'origine C.1.O pendant la période estivale (Fig. IV.25) et entre - 0.8 et -1.5 pour la maison dans son état actuel transformé C.1.T (Fig. IV.26). En hiver, il est entre 0 et 0.5 pour la maison d'origine C.1.O (Fig. IV.27) et entre 0.5 et 1 (Fig. IV.28) pour la maison ayant subi des transformations C.1.T. Comme le montrent les résultats, il y a très peu de différence entre la maison dans son état d'origine et son état transformé. La sensation thermique est valable pour les deux saisons ; ce qui engendre une sensation de confort pendant les deux saisons.

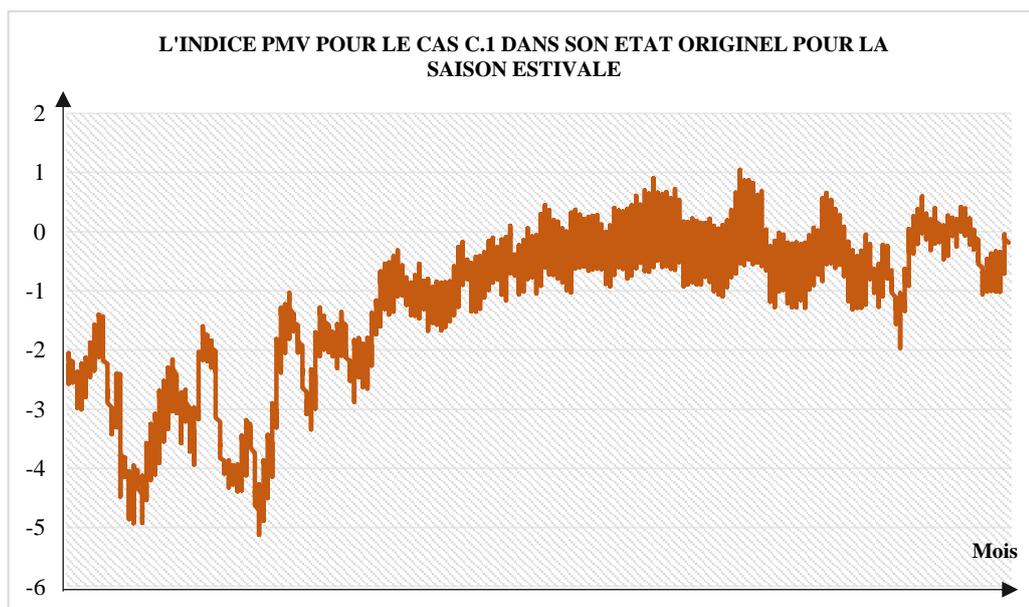


Figure IV.25 : L'indice PMV pour le cas C.1.O pendant la période estivale

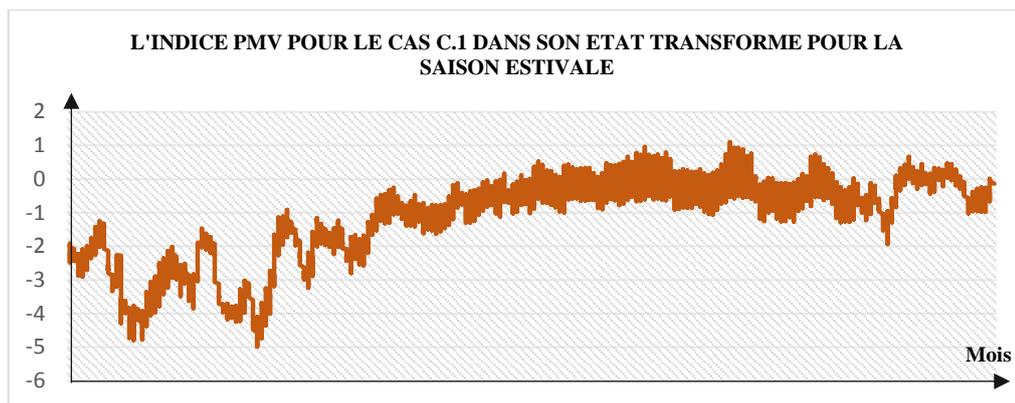


Figure IV.26 : L'indice PMV pour le cas C.1.T pendant la période estivale

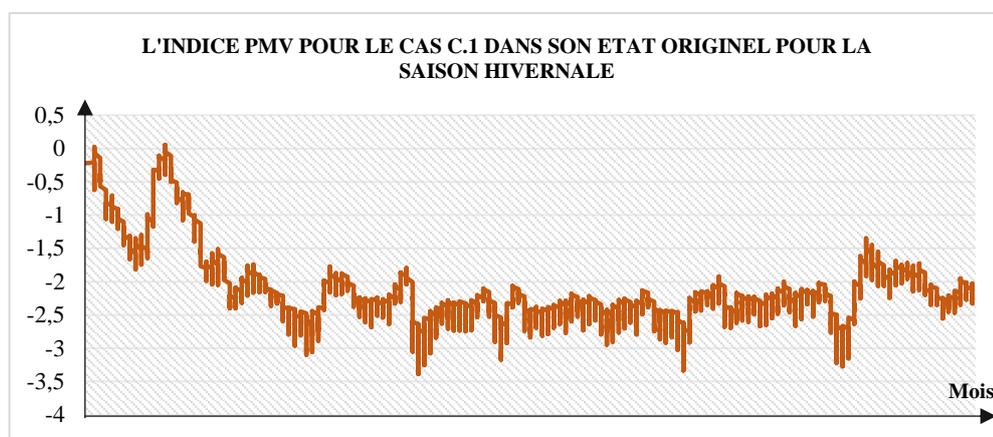


Figure IV.27 : L'indice PMV pour le cas C.1.O pendant la période hivernale

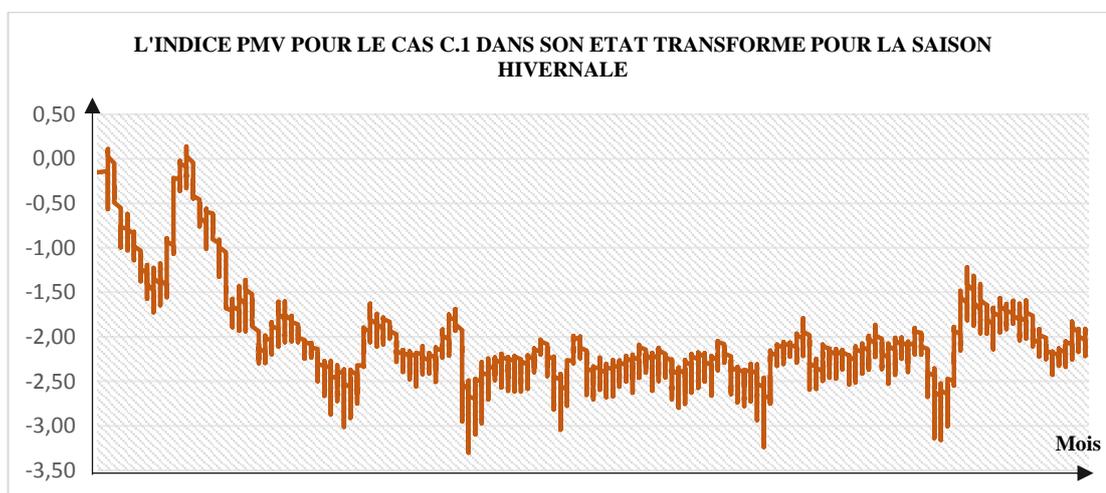


Figure IV.28 : L'indice PMV pour le cas C.1.T pendant la période hivernale

Pour le cas C.2, la maison dans son état d'origine C.2.O montre des valeurs de températures assez normales et conformes au règlement, que ce soit pour les saisons estivale ou hivernale, et elle varie entre 17 °C et 27 °C (Fig. IV.29) pour l'été et entre 10°C et 17°C en hiver (Fig. IV.31). Quant à la maison transformée C.2.T, aucune différence n'est observée entre les

températures intérieures et extérieures, indiquant ainsi une transmission incomplète causée par les différentes modifications qu'elle a subi. La température est estimée entre 18°C et 30°C en été (Fig. IV.30) et entre 15°C et 21°C pour l'hiver (Fig. IV.32).

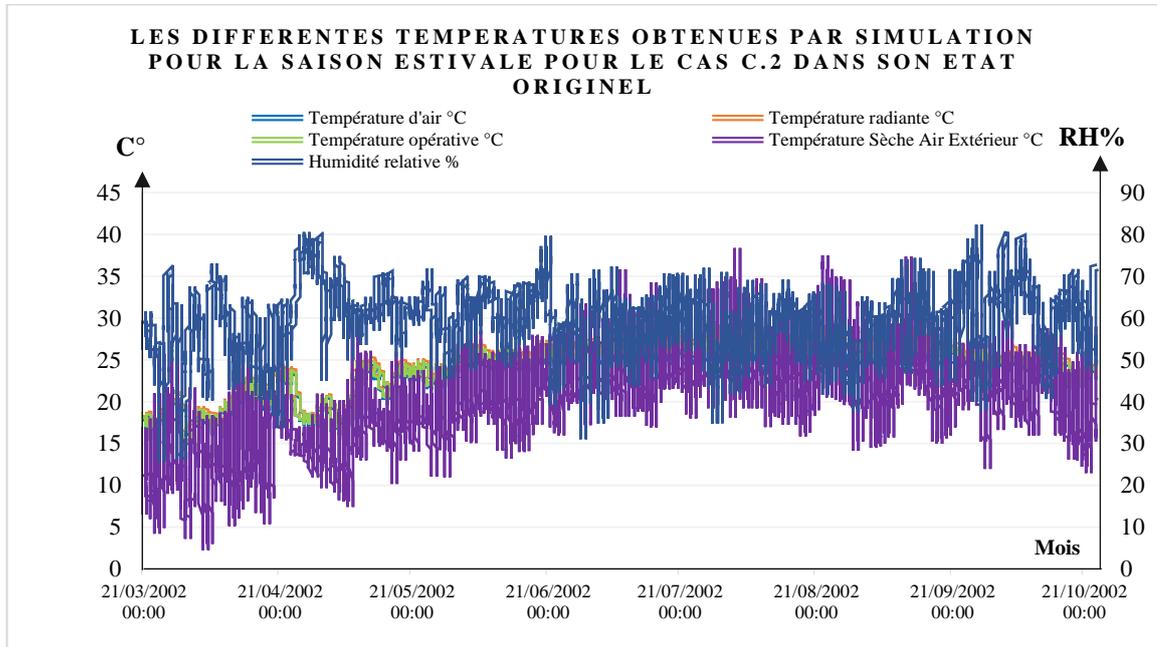


Figure IV.29 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.2.O" pendant la saison estivale

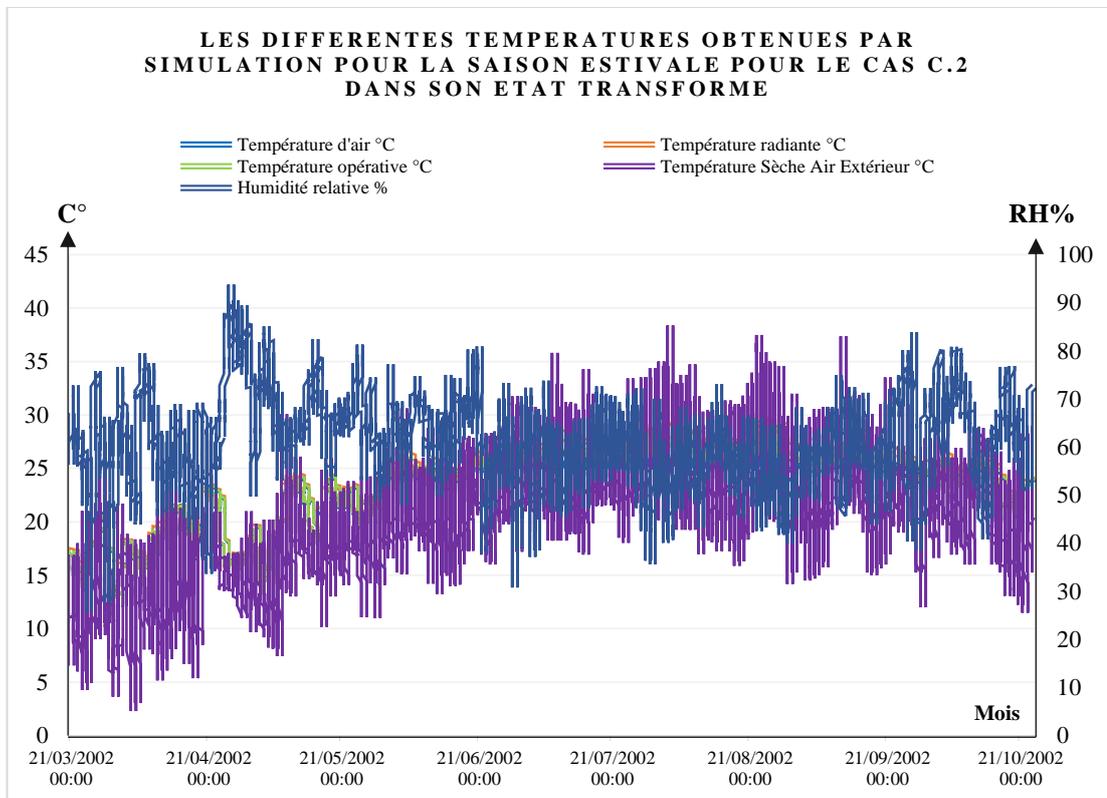


Figure IV.30 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.2.T" pendant la saison estivale

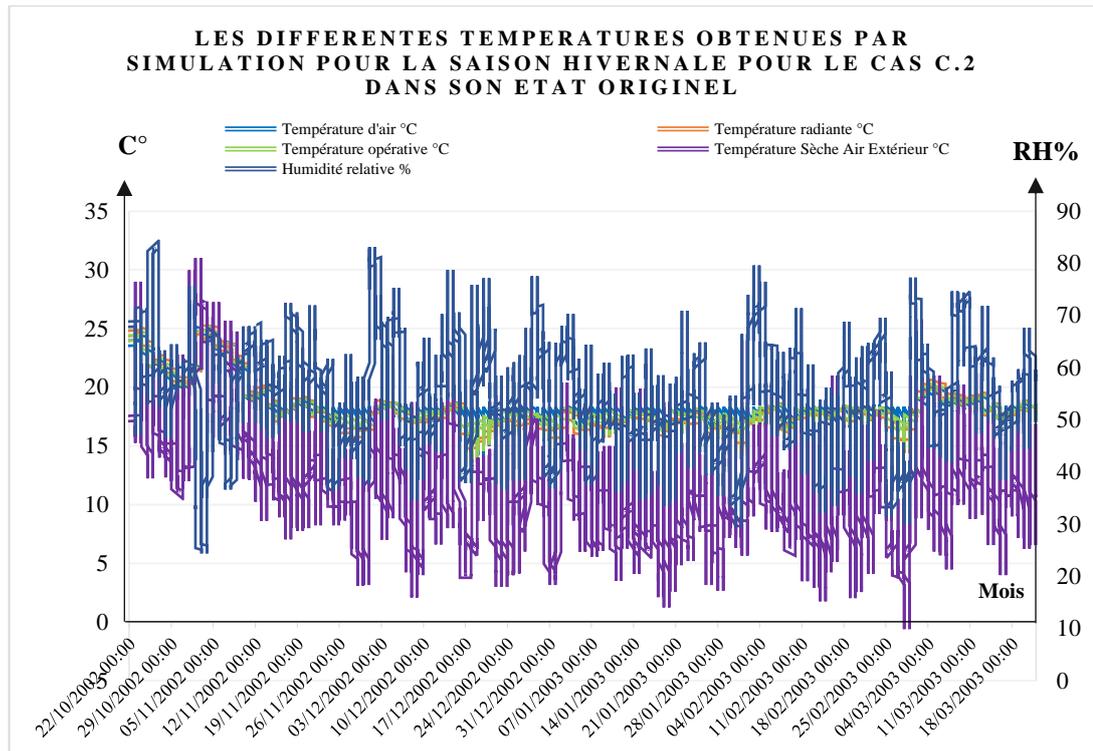


Figure IV.31 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.2.O" pendant la saison hivernale

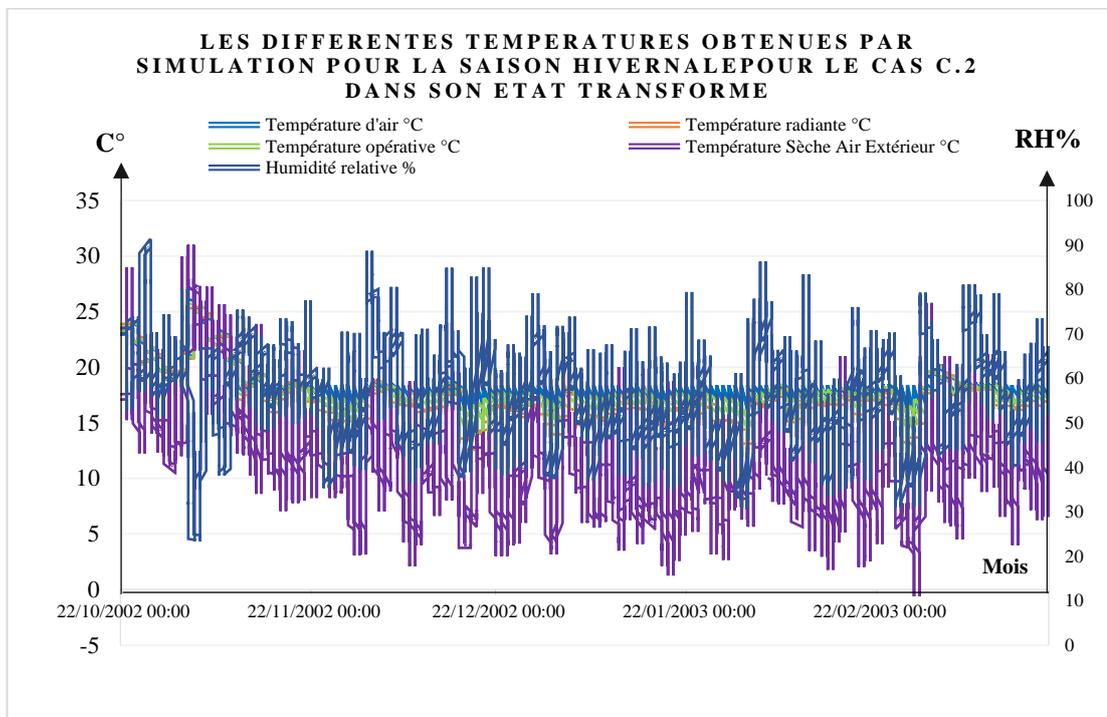


Figure IV.32 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.2.T" pendant la saison hivernale

En ce qui concerne les niveaux d'humidité, on peut facilement observer des carences importantes entre les deux états de la maison, allant de 50% à 60% (Fig. IV.29) pour la maison dans son état d'origine C.2.O et de 60% à 70% (Fig. IV.30) pour la maison dans son état actuel l'été C.2.T. Quant à la période hivernale, les taux varient de 50% à 65% (Fig. IV.31) pour la maison dans son état d'origine C.2.O et de 70% à 80% (Fig. IV.32) pour la maison transformée C.2.T, et ceci semble être causé par les systèmes de refroidissement en été, et de chauffage en hiver.

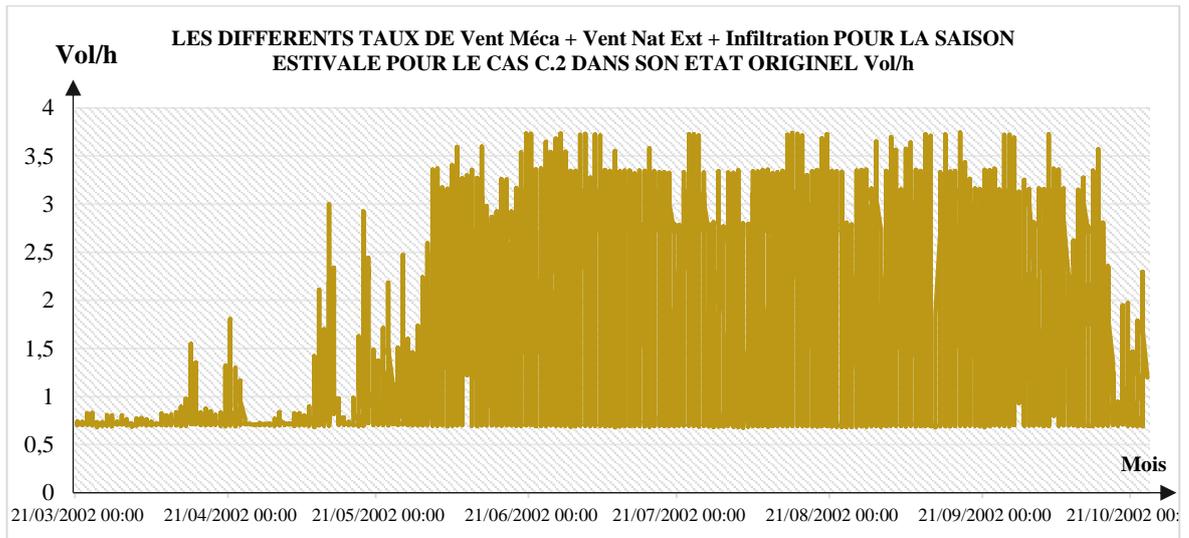


Figure IV.33 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.2.O" pendant la saison estivale

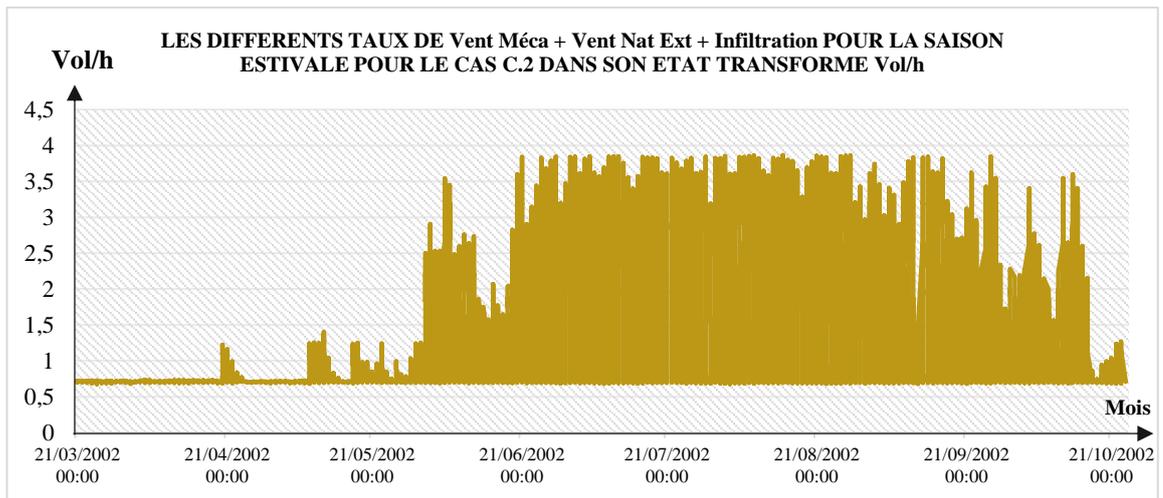


Figure IV.34 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.2.T" pendant la saison estivale

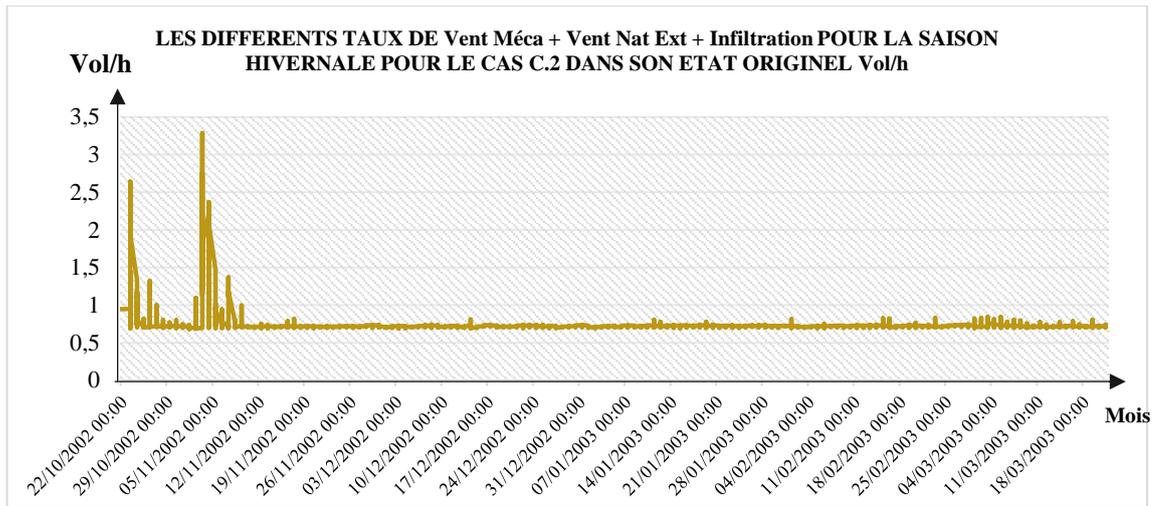


Figure IV.35 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.2.O" pendant la saison hivernale

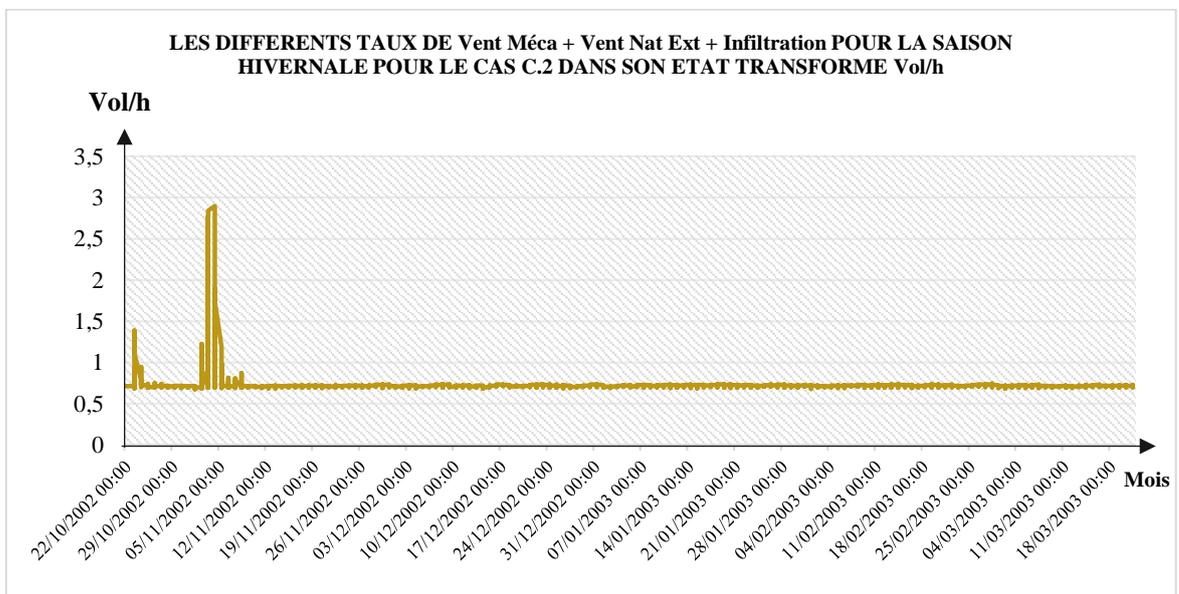


Figure IV.36 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.2.T" pendant la saison hivernale

Dans le premier cas C.2.O, la ventilation est naturelle et la circulation de l'air à l'intérieur de la maison est permanente, sans perturbation. Pour ces derniers, des pics de 2 vol/h pour la période estivale (Fig. IV.33) et de 4.5 vol/h pour la période hivernale (Fig. IV.35) peuvent être observés. Quant au cas transformé C.2.T, nous remarquons des perturbations, qui oscillent entre 1 vol/h et 4.5 vol/h (Fig. IV.34) pour la saison estivale et entre 1 vol/h et 3.5 vol/h pour la période hivernale (Fig. IV.36).

Pendant la période estivale, l'indice PMV est compris entre 0 et -2 (Fig. IV.37) pour la maison dans son état d'origine C.2.O et entre 1 et 3.5 (Fig. IV.38) pour la maison dans son

état actuel C.2.T. En hiver, il est compris entre 0,5 et 1.5 pour la maison d'origine C.2.O (Fig. IV.39) et entre -1 et -2.5 pour la maison ayant subi des transformations C.2.T (Fig. IV.40).

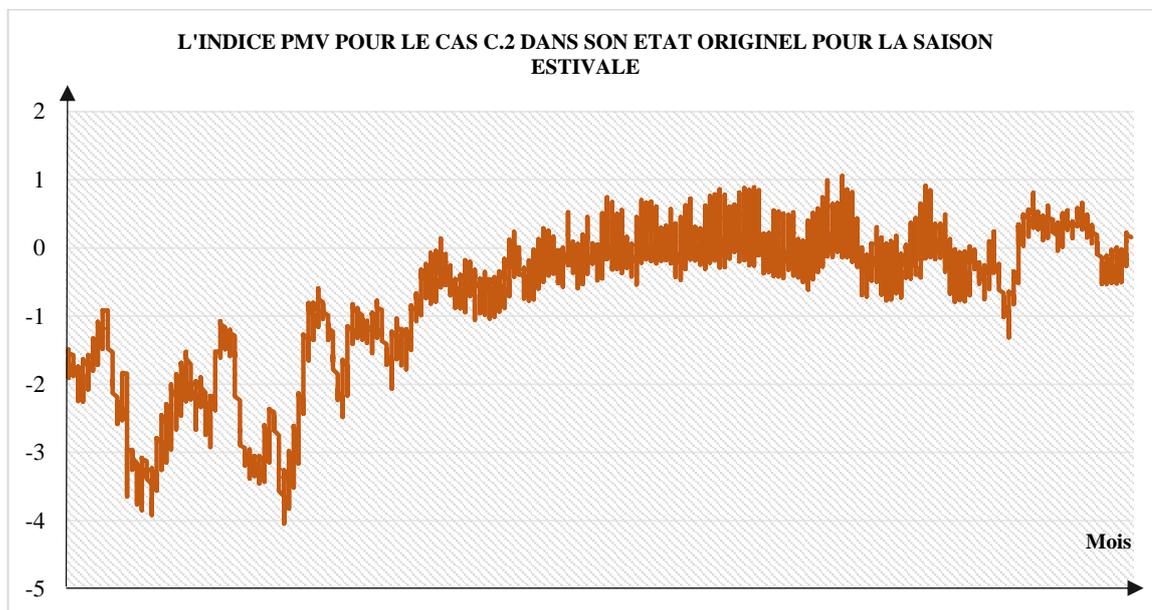


Figure IV.37 : L'indice PMV pour le cas C.2.O pendant la période estivale

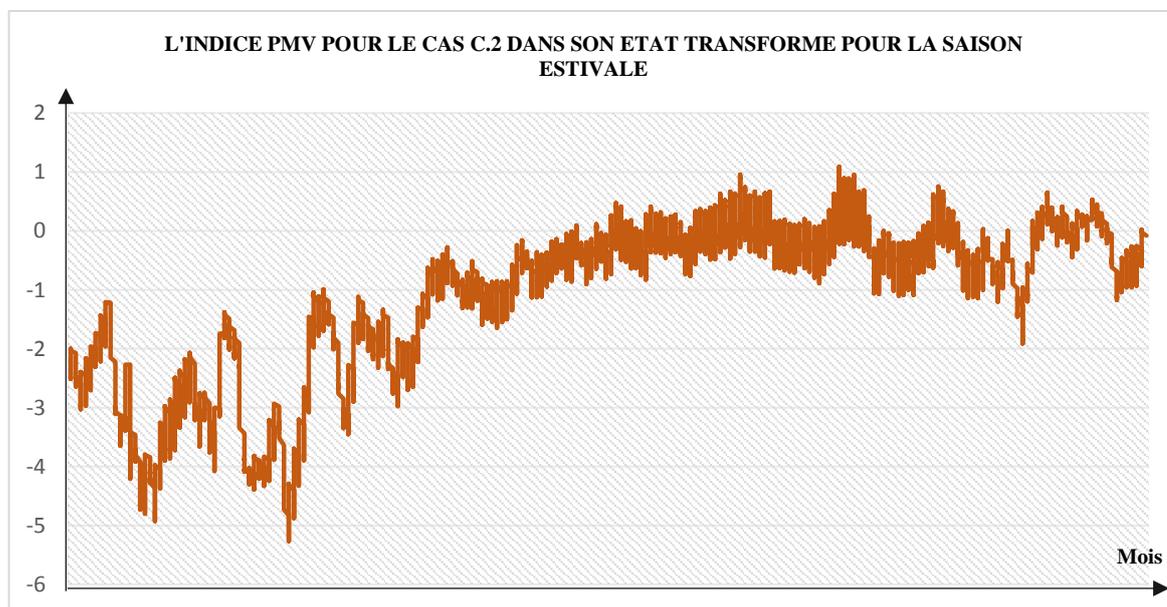


Figure IV.38 : L'indice PMV pour le cas C.2.T pendant la période estivale

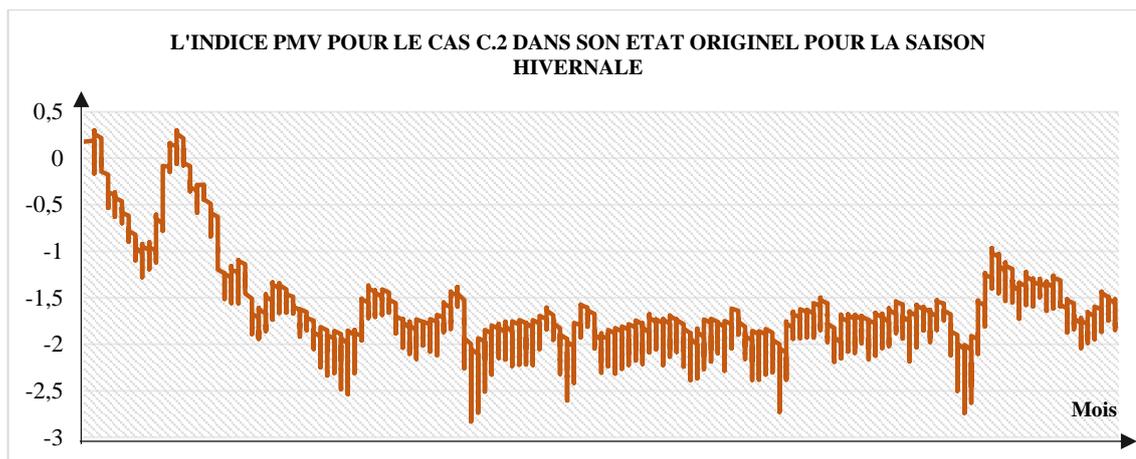


Figure IV.39 : L'indice PMV pour le cas C.2.O pendant la période hivernale

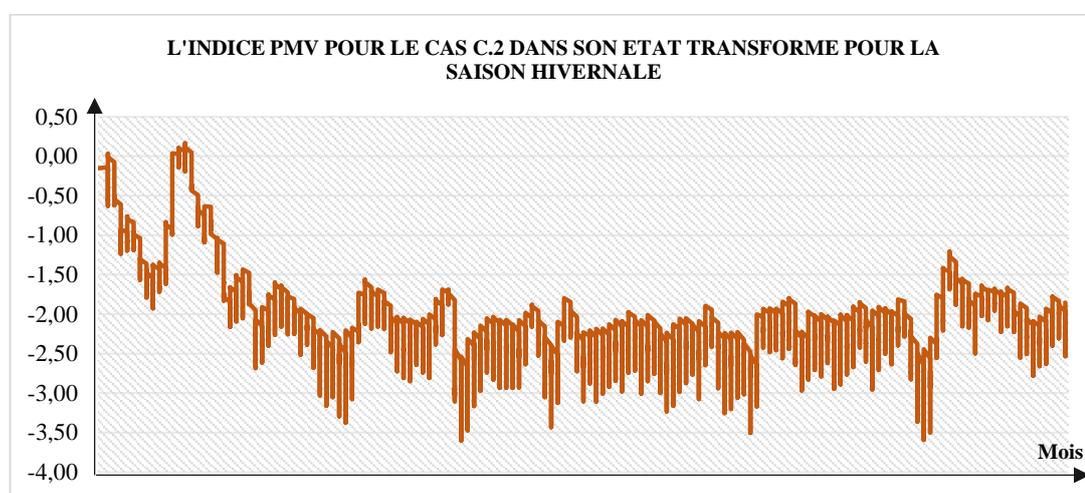


Figure IV.40 : L'indice PMV pour le cas C.2.T pendant la période hivernale

Ces données par rapport aux deux cas étudiés – celui se trouvant dans son état d'origine et celui transformé –, pour la saison estivale et hivernale, montrent que le cas C.1 présente une transformation positive vu que la transmission de température est équilibrée et que les fluctuations sont normales. Le taux d'humidité est acceptable pour une maison à la Casbah d'Alger et le système aéraulique est optimal créant ainsi une situation de confort. Quant au cas C.2, il présente une transformation négative à cause des changements énormes qu'il a subi à différents niveaux, indiquant ainsi des températures assez élevées qui ont généré une surchauffe. Le taux d'humidité est remarquable et ceci est surtout dû aux nouveaux matériaux utilisés qui ne permettent pas aux murs de respirer, mais aussi à la déstabilisation de la circulation de l'air et au système aéraulique qui est très faible ne permettant pas à l'air stocké la nuit d'être restauré pendant la journée assurant ainsi une sensation de fraîcheur pendant l'été.

4.3. Validation des modèles

Cette partie est portée sur la validation du modèle pour la configuration du taux d'humidité et la distribution de la température dans deux cas de maisons traditionnelles de typologie *ulwi* (C.1 et C.2). Des calculs préliminaires ont été faits et les résultats de la simulation ont été comparés avec les résultats expérimentaux. Le bilan thermique est mineur et le nombre des usagers est incontrôlable. Ainsi, l'un des paramètres les plus incertains a été exclu. Ensuite, l'ajustement du modèle à l'objet réel a été exécuté

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|
| Hall d'entrée | 30.456 | 31.317 | 2.82% | 67.024 | 66.004 | 1.52% |
| Ancienne cuisine | 30.46 | 30.250 | 0.68% | 70.14 | 67.528 | 3.72% |
| Cuisine actuelle | 30.664 | 31.313 | 2.11% | 67.852 | 66.111 | 2.56% |
| Chambre A 1 ^{er} niveau | 31.128 | 30.997 | 0.42% | 68.876 | 66.446 | 3.52% |
| Chambre B 1 ^{er} niveau | 28.564 | 29.033 | 1.64% | 63.3 | 60.934 | 3.73% |
| Chambre A 2 ^{eme} niveau | 30.996 | 30.789 | 0.66% | 67.772 | 64.872 | 4.27% |
| Chambre B 2 ^{eme} niveau | 29.416 | 29.256 | 0.54% | 59.948 | 57.708 | 3.73% |
| Chambre niveau Menzah | 30.048 | 29.918 | 0.43% | 57.032 | 56.373 | 1.15% |

Tableau IV.1 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "C.1" pendant la période estivale

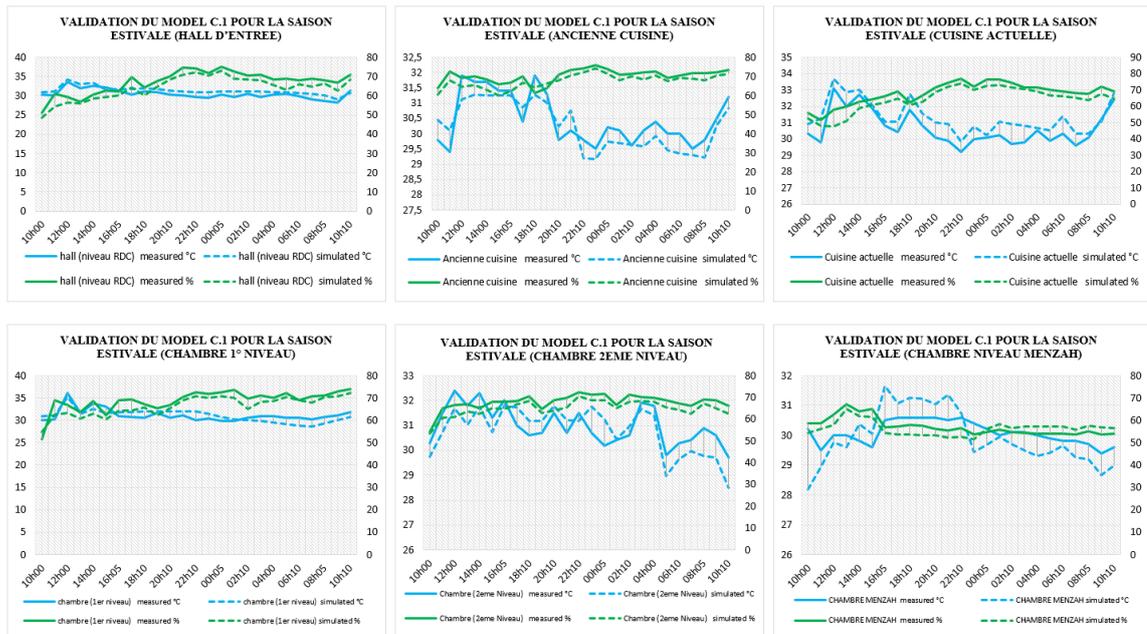


Figure IV.41 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "C.1" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique

Les différentes figures présentent la comparaison de la température intérieure et le taux d'humidité obtenue par des mesures et par des simulations au niveau de plusieurs espaces appartenant aux maisons étudiées. La valeur mesurée moyenne pour les espaces étudiés a été déterminée. Les différences en pourcentages pour les valeurs horaires sont données dans des tableaux. La vérification empirique de la température intérieure et du taux d'humidité rend les résultats des calculs de simulation fiables. Les erreurs relatives sont faibles. En moyenne, la différence ne dépasse pas 10% dans 99%. Les plus grandes différences instantanées ont été obtenues dans l'espace *menzah* et cuisine. Ils résultent très probablement du placement du capteur des thermocouples, qui était situé directement sur le panneau de couverture de la zone de la fenêtre. Ces différences disparaissent lorsque l'on compare les valeurs journalières moyennes de la température intérieure. Les différences en pourcentage sont présentées dans les tableaux suivants ainsi que le taux d'erreur. Les résultats obtenus à l'aide de calculs numériques sont suffisamment proches de ceux obtenus par des mesures *in situ*. Les courbes sont caractérisées par une grande convergence. Sur cette base, on peut affirmer que le modèle présenté est caractérisé par une précision suffisante et peut être utilisé pour les calculs thermiques du bâtiment.

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|----------------------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
| Hall d'entrée | 18.954 | 18.989 | 0.18% | 43.316 | 45.028 | 3.95% |
| Ancienne cuisine (débarât) | 17.541 | 17.975 | 2.47% | 44.387 | 46.274 | 4.25% |
| Chebek 1 ^{er} étage | 18.970 | 18.110 | 4.53% | 44.85 | 46.360 | 3.36% |
| Chebek 2eme étage | 18.966 | 18.046 | 4.85% | 45.25 | 45.725 | 1.04% |
| Chambre 1 ^{er} niveau | 18.108 | 17.580 | 2.91% | 52.708 | 53.311 | 1.14% |
| Chambre 2 ^{-ème} niveau | 17.770 | 17.245 | 2.95% | 54.154 | 52.608 | 2.85% |
| Chambre niveau Menzah | 16.966 | 16.290 | 3.98% | 50.841 | 50.304 | 1.05% |

Tableau IV.2 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "C.1" pendant la période hivernale

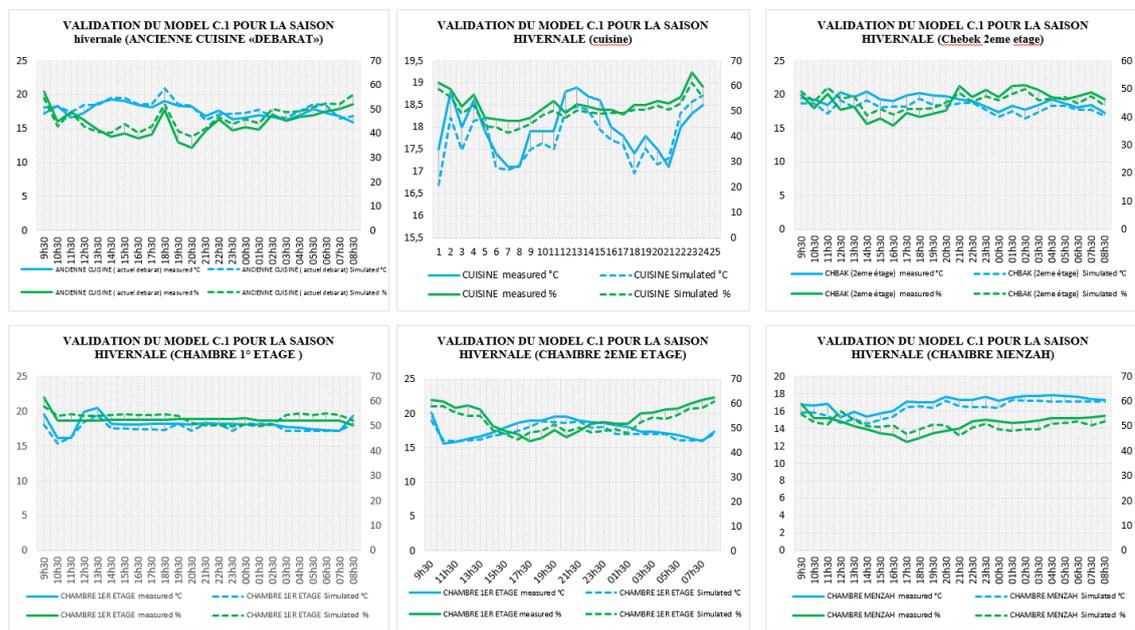


Figure IV.42 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "C.1" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique

Les températures moyennes obtenues pour le cas C.1, varient de 17 °C au sol à environ 25 °C à proximité du plafond en été (Fig. IV.41) et de 15°C à 18°C en hiver (Fig. IV.42). Quant aux taux d'humidité, ils varient entre 43% à 60% (Tableau IV.1) en été et entre 50% à 65%

en hiver (Tableau IV.2). Nous notons l'existence d'un écart de presque 0,5 à 2.5 ° C qui peut être attribué à la masse thermique du plafond, supposée adiabatique dans des simulations. Dans le cas C.2, en été, la température résultante varie de 28 ° C au niveau du sol à environ 34 ° C (Fig. IV.43). Durant l'hiver, elle varie entre 17°C et 21°C (Fig. IV.44) avec un taux d'humidité évoluant entre 60 % et 70 % en été (Tableau IV.3), et entre 70% et 80% en hiver (Tableau IV.4). La différence entre les valeurs prévues et mesurées des températures aux niveaux moyen est un peu élevé par rapport au niveau bas peut être attribuée à la masse thermique du bâtiment.

Il a été constaté qu'en présence de rayonnement solaire, des effets de convection libre qui se manifestent par la formation d'un courant d'air se déplaçant vers le haut autour des surfaces chaudes. Une stratification plus élevée de la température de l'air a été observée dans le cas où le système de ventilation naturelle était désactivé. La stratification à basse température avec le système de ventilation naturelle activé est due à la forte convection. Le puissant effet de cheminée crée un flux entrant aux étages inférieurs et entraîne des débits d'air élevés.

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|
| Hall 1 ^{er} niveau | 32.479 | 31.540 | 2.89% | 55.754 | 56.668 | 1.63% |
| Chambre 1 ^{er} niveau | 27.187 | 27.785 | 2.19% | 63.804 | 61.256 | 3.99% |
| Hall 2eme niveau | 26.9 | 27.123 | 0.82% | 62.5 | 61.579 | 1.47% |
| Chambre 2eme niveau | 27.433 | 27.477 | 0.16% | 62.625 | 61.385 | 1.98% |
| Cuisine 2eme niveau | 27.608 | 27.881 | 0.73% | 64.483 | 62.094 | 3.70% |
| Chambre 3 ^{-ème} niveau | 32.233 | 31.018 | 3.76% | 55.604 | 56.617 | 1.82% |
| Cuisine 3eme niveau | 32.337 | 32.748 | 1.27% | 50.412 | 51.076 | 1.31% |
| Cour 3eme niveau | 25.937 | 26.377 | 1.69% | 58.770 | 60.383 | 2.74% |

Tableau IV.3 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "C.2" pendant la période estivale

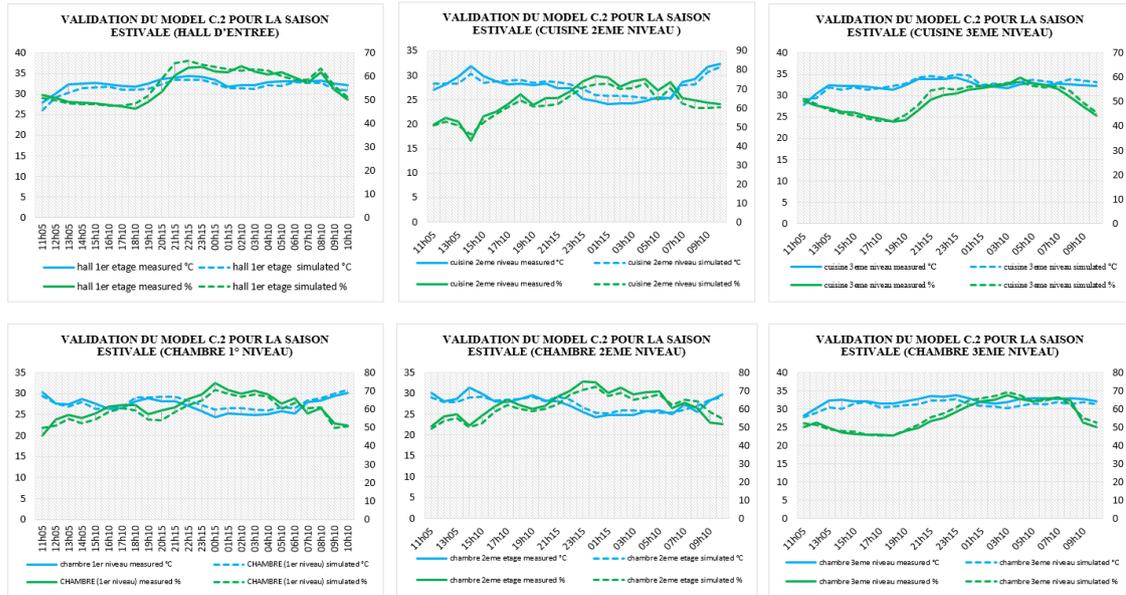


Figure IV.43 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "C.2" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique

D'après ces travaux et comme l'ont observé d'autres auteurs dans la littérature, il est conclu que la validation des modèles s'avère être un outil fiable pour modéliser le flux et le transfert de chaleur dans des maisons traditionnelles ayant subi des transformations parfois minimes et d'autres fois très importantes, notamment les phénomènes de transfert de chaleur par conduction, convection et rayonnement. Il est possible d'analyser numériquement les distributions de débit d'air, du taux d'humidité et de transfert de température dans la maison.

| Espaces | Mesurée T (°C) | Simulée T (°C) | % Erreur | Mesurée Rh (%) | Simulée Rh (%) | % Erreur |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|
| Chambre 1 ^{er} niveau | 15.329 | 15.404 | 0.48% | 67.295 | 65.934 | 2.02% |
| Chambre 2eme niveau | 15.670 | 15.621 | 0.31% | 70.441 | 67.124 | 4.70% |
| Terrasse | 13.141 | 13.200 | 0.44% | 56.729 | 59.045 | 4.08% |
| Chambre menzah | 11.970 | 12.480 | 4.26% | 74.587 | 71.314 | 4.38% |
| Cuisine menzah | 13.170 | 13.438 | 2.03% | 67.733 | 66.163 | 2.31% |

Tableau IV.4 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "C.2" pendant la période hivernale

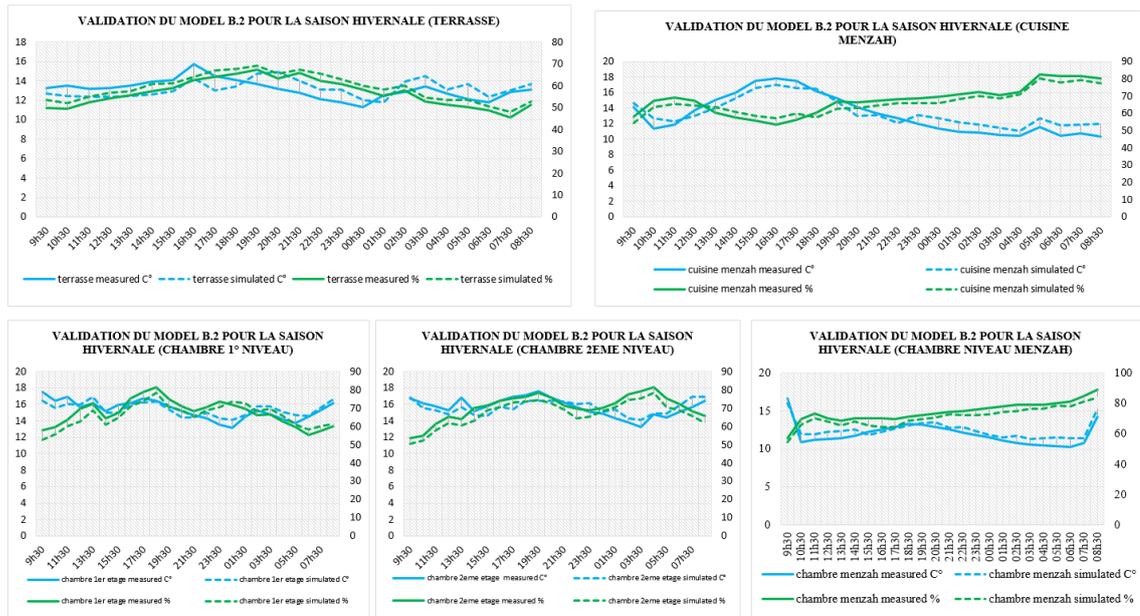


Figure IV.44 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "C.2" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique

Les valeurs de la simulation étaient suffisamment proches de celles mesurées. Les courbes des graphes montrent un degré élevé de convergence. Ainsi, nous avons pu conclure que les deux modèles présentés étaient suffisamment précis et pouvaient être utilisés pour les calculs thermiques du bâtiment.

A travers des calculs et les théories scientifiques, nous voyons que la maison C.1, présente un cas de transformation positive qui contient encore des mécanismes de l'architecture traditionnelle durable, cette maison n'ayant subi aucune transformation majeure, seulement des modifications mineures permettant d'atteindre le confort thermique tout en contrôlant la circulation de l'air et le traitement de l'humidité à l'intérieur des maisons, quant au cas C.2, qui a travers les résultats obtenus par simulation et mesures In-Situ présente un cas de transformation négative, les modifications sont majeures et ont perturbé le microclimat à l'intérieur de la maison créant une sensation d'inconfort. Le cas C.1 par rapport au cas C.2, peut nous servir afin de proposer des solutions techniques et des réadaptations possibles pour l'entretien et la pérennité de ces maisons traditionnelles à travers les années tout en leur introduisant des mécanismes modernes pouvant satisfaire les besoins des usagers en terme de confort.

CONCLUSION : SYNTHÈSE COMPARATIVE A PROPOS DU CONFORT HYGROTHERMIQUE DANS LES TROIS TYPOLOGIES DE MAISONS A PATIO, A CHEBEK ET A ULWI

La façon dont le climat intérieur affecte le confort à l'intérieur des bâtiments est un aspect souvent négligé dans les études sur la culture matérielle du passé. Or, s'atteler à réunir les conditions intérieures pour la conservation du microclimat des maisons traditionnelles s'avère une tâche très importante. Faute d'entretien permanent et efficace, certains cas des maisons étudiées sont dépourvus d'une part de systèmes appropriés formant le microclimat et d'autre part de contrôle automatique dans les systèmes existants. L'absence de ces systèmes aussi bien que les moyens de leur contrôle empêche la formation et le maintien d'une température et d'une humidité dans des limites appropriées.

Le rapport final de la « comparaison internationale bâtiment et énergie » initié par PREBAT¹⁶² note qu'en construction neuve ou en réhabilitation, un bâti efficace énergétiquement est avant tout un concept d'ensemble saisissant dans un même processus l'architecture, le climat, l'enveloppe et les équipements¹⁶³.

En fait, l'amélioration du confort thermique a été cruciale pour le développement des logements. Il convient de rappeler que nous avons été amenés à travers notre recherche de démontrer comment différentes générations d'habitations ont réagi au climat intérieur et quelles stratégies ont été adoptées pour l'améliorer. En effet, l'enjeu principal consiste à limiter l'inconfort dû aux fortes variations de températures dans les bâtiments en été, avec pour corollaire la possibilité de se passer de climatisation (ou au mieux de diminuer sa puissance lorsqu'elle demeure tout de même nécessaire). En hiver, il consiste à réduire les consommations de chauffage grâce au stockage des apports solaires gratuits transmis par les parois et les vitrages en hiver.

Les conditions climatiques intérieures propices à la conservation du patrimoine bâti peuvent entrer en conflit avec les économies d'énergie et le confort thermique. De plus, la dynamique de l'humidité n'a pas été suffisamment étudiée dans la simulation de l'environnement intérieur, même si son interaction avec le microclimat intérieur est cruciale dans les phénomènes de détérioration. Cette recherche s'est préposée de définir des stratégies, basées

¹⁶² PREBAT : Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment

¹⁶³ REBAT, ADEME et CSTB. Comparaison internationale bâtiment et énergie. Rapport final. December, 2007. p. A19.

sur des données expérimentales et la simulation dynamique du comportement hygrothermique, afin de concevoir des solutions capables de répondre simultanément aux besoins de conservation, de confort thermique et énergétique.

Pour déterminer le comportement thermique des maisons, une comparaison a été effectuée entre les variations moyennes de la température, de l'humidité relative intérieure mais aussi des taux de ventilation pour chaque maison. Il a fallu donc évaluer l'impact des transformations apportées à ces maisons traditionnelles sur le degré du confort thermique intérieur, afin d'estimer particulièrement le niveau de satisfaction en besoin du confort des habitants.

Les conditions microclimatiques intérieures ont été analysées à partir de graphiques montrant les fluctuations de température, la ventilation, l'humidité et l'indice PMV des six maisons, tant dans leur état originel que dans leur état transformé. Ces résultats représentent les conditions microclimatiques des jours typiques dans chacune des deux saisons (hivernale et estivale) et correspondent aux mesures *in situ* prises la même semaine et le même jour.

Les analyses thermiques effectuées à travers les mesures et la simulation ont révélé que le maintien de la température interne à un niveau constant ne résout pas directement les problèmes liés au maintien de l'humidité relative au niveau souhaité. L'abaissement de la température entraîne une légère augmentation de l'humidité relative basse pendant la saison de chauffage. Cependant, comme le montrent les résultats de la simulation, les fluctuations journalières de l'humidité relative sont au même niveau que dans le cas où le système de contrôle de la température n'était pas utilisé. Des systèmes d'humidification et de déshumidification supplémentaires sont nécessaires. À une température interne stable, l'humidité relative ne dépend que de l'humidité de l'air extérieur et des gains d'humidité des habitants. Cela simplifie grandement le contrôle des systèmes d'humidification et de déshumidification, en particulier en combinaison avec un système de ventilation mécanique, qui permet l'alimentation en air avec les paramètres souhaités.

Les résultats obtenus ont montré que les périodes de transition entre les saisons de chauffage et de refroidissement sont essentielles au maintien de conditions de conservation du microclimat et du confort à l'intérieur des maisons. Les simulations ont montré que pour assurer une température interne minimale de 20° C, il fallait chauffer davantage les pièces même les jours les plus froids de la période chaude.

Les résultats obtenus par simulation et par mesure *in-situ* attestent une concordance. On remarque toutefois une différence qui n'est pas stable et qui varie pendant la journée. L'écart reste perceptible entre les deux courbes (environ 2°C), surtout pendant la matinée et ceci est expliqué par le comportement des usagers. L'enquête *in-situ* a démontré que le comportement influe considérablement sur le microclimat thermique de la maison, puisque dans certains cas de maisons, les occupants ne se réveillent pas assez tôt, et les travaux de ménages s'étalant généralement jusqu'à midi. Durant cette période les espaces intérieurs reçoivent des apports solaires directs, engendrant ainsi la surchauffe de la maison dès les premières heures de la journée. On note aussi que la pierre connaît avec le temps le vieillissement, ce qui diminue son efficacité en termes d'inertie thermique.

Ce travail de corrélation et de comparaison entre les six cas étudiés, dans leurs états originels et transformés nous a permis d'émettre certaines remarques :

Concernant les températures, au niveau de toutes les habitations, elles s'élèvent progressivement depuis le lever du soleil jusqu'à atteindre le maximum à 15 h ou bien à 16 h, puis diminuent vers le soir. De ce fait, on peut diviser notre analyse en deux parties : une partie qui correspond à la période nocturne et l'autre à la période diurne. Pendant la période diurne, les températures les plus basses sont remarquées au niveau de la maison A.1 avec une valeur moyenne de 30°C, alors que les plus élevées sont observées dans la maison B.2 de 38.1°C à la même heure.

Pendant la période nocturne, on remarque que les maisons A.1, B.1 et C.1 connaissent des températures moins élevées, vers environ 6 h du matin, alors que les températures les plus importantes sont signalées dans la maison C.3. Nous expliquons ces observations par le fait que l'étage possède la capacité de dégager la chaleur pendant la nuit. Dans la maison A.1, la température n'augmente pas beaucoup pendant la nuit. Au vu de sa typologie et des minimales transformations subies, celle-ci a la capacité de libérer l'énergie absorbée.

Nous observons aussi que les pièces qui se trouvent au RDC sont moins chaudes en été et plus froides en hiver. Ces dernières dégagent un taux d'humidité moyen par rapport à celles situées à l'étage. De même, l'air à l'intérieur des espaces du RDC est plus au moins stable par rapport aux autres étages, où un déséquilibre semble plutôt dominer. Nous remarquons aussi que les pièces qui s'orientent vers le nord ou qui possèdent une surface de contact petite avec l'extérieur sont les plus fraîches.

Le nombre des occupants influe sur la température, l'humidité et la ventilation de l'air, et cela clairement noté avec la maison B.2 où logent 18 personnes. La cuisine est parmi les espaces les plus chauds, surtout aux heures de préparation des repas, en raison des appareils électroménagers (appareil de cuisson et réfrigérateur). Si la cuisine se situe au RDC (le cas de la maison A « A.1 » et « A.2 »), le phénomène est peu perceptible et les fluctuations de température sont plus stables. Les moyens mécaniques d'aide à la régularisation thermique dans notre étude se réduisent à l'utilisation d'un nombre considérable de climatiseurs et de ventilateurs en été ou chauffage en hiver.

Les résultats obtenus à la fois par simulation et à partir de mesures *in situ* montrent que certaines maisons souffrent de surchauffe telle qu'A.2, B.2 et C.2 : la température interne est supérieure à la température externe. Cela est dû aux différentes modifications exécutées par les résidents sans l'avis d'experts, notamment l'installation de toilettes, l'ouverture de nouvelles fenêtres et l'obstruction d'ouverture qui sont soit liées à l'aération ou l'éclairage. L'utilisation de nouveaux matériaux (béton, peinture glycérophtalique, plastique) a entraîné une différence de température remarquable, qui a influencé la circulation de l'air, créant une déstabilisation et entraînant un taux d'humidité élevé. Il s'agit donc de cas de transformations négatives sur le climat intérieur de la maison.

D'autres maisons, en revanche, telles qu'A.1, B.1 et C.1, laissent voir des transformations positives en termes de conditions climatiques intérieures. Cette fois-ci, les modifications qui sont minimales et bien établies n'ont pas affecté le confort intérieur de la maison. Et il a été constaté qu'en été, l'inertie quotidienne permet de lisser les flux thermiques et les températures extrêmes. Elle évite les surchauffes et favorise une plus grande stabilité des températures, dépendant essentiellement des matériaux de construction utilisés.

A cet effet, la recherche a démontré que d'autres paramètres propres aux maisons traditionnelles ottomanes qui influent positivement sur leurs performances thermiques, tels que le mode constructif, où les éléments architecturaux omniprésents dans l'architecture de l'époque, et en particulier dans les maisons testées telles que le patio ou les niches à l'intérieur des pièces et les petites ouvertures destinées à l'aération, permettant une bonne régulation thermique. Sans oublier les matériaux situés à l'intérieur (planchers, cloisons et meubles) qui agissent aussi sur les températures intérieures. Ceci en introduisant une inertie par absorption réduisant les oscillations de la température considérée. Mais aussi la hauteur importante sous plafond, permettant de larges surfaces effusives des cloisons intérieures

garantissant cette inertie par absorption. E.Shaviv¹⁶⁴, Ben Habib et al¹⁶⁵ et Brejon et al¹⁶⁶ ont confirmé l'importance de larges surfaces effusives à l'intérieur, dont l'inertie par absorption réduit la variation de la température intérieure.

Par contre durant la nuit, il se produit un gain à l'intérieur après la dissipation de la chaleur stockée. Et du coup une inertie par transmission se produit et qui augmente au fur et à mesure avec l'épaisseur et diminue avec la diffusivité du mur. Par conséquent l'inertie thermique réduit l'écart entre les températures maximales et minimales intérieures, en diminuant les températures maximales surtout le jour et en relevant légèrement les températures minimales pendant la nuit. Ces résultats viennent confirmer ceux de l'A.F.M. E 1988¹⁶⁷ et de Cheng, Givoni 2005¹⁶⁸.

Nous avons constaté que l'équilibre hygrothermique à l'intérieur des maisons traditionnelles de la Casbah d'Alger (A.1, B.1 et C.1) est assuré d'une part par l'inertie des parois tout en gardant une faible amplitude de l'humidité, mais aussi par l'uniformité de la température ambiante, et c'est grâce à l'utilisation des matériaux locaux, qui permettent à la température et l'humidité relative un équilibre et une constante proches des conditions de confort hygrothermique intérieur.

En comparant les six cas de maisons, nous remarquons que même au niveau des transformations positives, la maison a typologie *wast-ed-dar* (A.1) est celle qui a été la mieux entretenue en termes de mécanisme de maintien du microclimat et du confort idéal à l'intérieur de la maison. La typologie *chebek* (B.1) est classée ensuite à la deuxième position et ce par rapport aux modifications qu'elle a subi et son impact sur le confort hygrothermique, c'est-à-dire la fluctuation de température, le taux d'humidité et le système aéraluque. La typologie *ulwi* (C.1) vient enfin en dernière. Le confort est maintenu dans les

¹⁶⁴ E.Shaviv 1984, the performance of a passive solar house with window sunspace systems, Energy and buildings, volume 7, issue 4, 315-334pp, [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(84\)90078-1](https://doi.org/10.1016/0378-7788(84)90078-1).

¹⁶⁵ Benhabib, Jess & Spiegel, Mark M., 1994. "The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data," Journal of Monetary Economics, Elsevier, vol. 34(2), pages 143-173, October.

¹⁶⁶ Brejon Paul, Pierre Lavigne, Pierre Fernandez, Architecture climatique : Une contribution au développement durable: Bases physiques, 1994, Edisud, France, 190pp.

¹⁶⁷ l'A.F.M.E , Agence française pour la maîtrise de l'énergie, est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle des ministres chargés de l'énergie, de l'environnement et de la recherche, elle couvre la maîtrise de l'énergie, à savoir les économies d'énergie et le développement des énergies renouvelables, ainsi que les économies de matières premières.

¹⁶⁸ Cheng, V., Nag, E. and Givoni, B. (2005) Effect of Envelope Colour and Thermal Mass on Indoor Temperatures in Hot Humid Climate. Solar Energy, 78, 528-534.

trois cas de maisons. Néanmoins, il est fait constat de quelques perturbations au niveau du transfert de température qui a influencé sur l'augmentation du niveau d'humidité.

Nous remarquons aussi qu'à travers, les six cas étudiés et après une investigation sur site et une enquête approfondie (une enquête sociale), qu'il n'existe pas une maison ayant gardé son état originel. Des transformations ont souvent été nécessaires de la part de l'utilisateur pour répondre aux exigences du confort actuel et pour que les habitants puissent s'adapter à ces nouveaux mécanismes tout en essayant de garder l'authenticité de ce riche patrimoine que renferme la vieille ville d'Alger.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Les bâtiments historiques constituent une part considérable de notre parc immobilier. Ils sont la marque de nombreuses villes et ne survivront que s'ils sont maintenus en tant qu'espace de vie. Cela signifie que pour préserver ce patrimoine pour les générations futures, nous devons trouver des approches et des solutions de modernisation énergétique compatibles avec les principes et doctrines de restauration et de mise en valeur. On est appelé à préserver les valeurs historiques et esthétiques des bâtiments historiques tout en augmentant le confort, en réduisant les factures d'énergie et en minimisant l'impact sur l'environnement.

Au cours de ces dix dernières années, un changement de paradigme a pu être observé : alors qu'au début, les conservateurs et les architectes s'opposaient fortement en criant haut et fort ; « ne touchez pas à ces bâtiments ». Une nouvelle ouverture se fait de plus en plus sentir actuellement qui est une approche plus constructive, et qui s'énonce comme ; « trouvons ensemble les bonnes solutions, afin d'améliorer les performances énergétiques des bâtiments historiques ».

Les intervenants, les chercheurs et les concepteurs appliquent des paramètres différents parce qu'ils suivent des théories de confort différentes ou ils se conforment à des règlements et des normes différentes. Par conséquent, il n'y a pas de terrain d'entente pour la généralisation, la comparaison et la concordance finale de leurs conclusions. La corrélation des indices pour maîtriser le confort simplifie seulement l'analyse effectuée pendant la phase de conception (processus d'optimisation) ou d'exploitation (évaluation du confort) des bâtiments. Cette recherche a comparé et a établi une corrélation entre six cas de maisons traditionnelles de la vieille ville d'Alger afin de mesurer l'impact des transformations subies pendant des siècles sur le microclimat intérieur et d'aboutir à un modèle ayant subi cette hybridation en introduisant des mécanismes de confort actuel tout en ne portant pas atteinte au confort hygrothermique de l'habitation.

Maîtriser naturellement les confort d'été et d'hiver, en privilégiant des solutions adéquates et de bon sens est en fait une nécessité pour réduire les besoins énergétiques du bâti avec l'adaptation de la construction traditionnelle aux paramètres climatiques. Ainsi, les divers besoins domestiques sont considérablement minimisés d'autant plus que la mauvaise conception thermique induit un surdimensionnement des équipements et une

surconsommation d'énergie. Ce qui influe certainement sur le microclimat généré à l'intérieur des maisons de la Casbah d'Alger.

Choisir un sujet d'actualité est périlleux, car ce sera forcément un sujet très débattu où il n'est pas simple de faire entendre une voix originale. Si, justement, la singularité du point de notre projet de recherche réside justement dans les résultats que nous apportons et qui ouvrira sûrement l'horizon vers d'autres projets qui permettront de sauver ce patrimoine résidentiel qui a suscité tant d'études, tant de recherches et tant de projets. Nous avons justement essayé d'être pratiques en vue d'agir rapidement et de mettre en pratique cette idée d'actions.

D. Lesbet dit lors d'une interview qu'il a donnée « je suis conscient de tous les problèmes qui se posent à la Casbah, mais je ne me résous pas à baisser les bras. Il y a énormément de choses à faire »¹⁶⁹.

Cette étude nous a permis de proposer des stratégies architecturales et des outils pour contribuer à assurer son présent et garantir son futur, offrant ainsi les conditions suffisantes pour assurer le confort sans avoir une connaissance « experte » de leur habitation et des pratiques à mettre en place. Par contre, pour que les solutions proposées puissent être bien acceptées et appropriées de chacun, il nous semble nécessaire qu'un accompagnement des locataires soit proposé avant, pendant et après la phase des travaux. D. Lesbet explique lors d'un débat cette vision de collectivité sociale : « Apprendre à regarder la Casbah avec les yeux des habitants avant d'entreprendre des actions sur son cadre bâti »¹⁷⁰. En l'absence de l'implication des habitants, « le problème de la Casbah est devenu une question d'Etat pour laquelle on n'a aucune solution et pas même un début de réponse »¹⁷¹.

Rappelons que cette recherche avait pour objectif principal d'évaluer la qualité de l'environnement, reflétée par le niveau de confort enregistré dans les maisons traditionnelles de la médina d'Alger. Elle visait aussi la mise en valeur des diverses techniques de conception anciennes qui participent à ce jour à un certain degré de confort et de qualité environnementale dans les espaces habités. Elle se proposait enfin d'identifier les types et

¹⁶⁹ Dans la casbah, une réédition du livre de Lucienne Favre qui nous décrit l'ambiance de la Casbah des années 1930, la préface et la postface sont signées par Djaffar Lesebet « enfant de la Casbah », 16 novembre 2012.

¹⁷⁰ Lesbet Djaffar., 1985. La casbah d'Alger : gestion urbaine et vide social, Office des publications universitaires, p140, Alger.

¹⁷¹ Idem, p 148.

natures de transformations qu'a subies ce bâti et d'analyser les modes de réappropriation en tant que solutions applicables dans les nouvelles typologies engendrées.

Dans la vieille ville d'Alger, les maisons traditionnelles représentent un lieu d'identité, de saveurs particulières. Au moment où les modes de vie contemporains transforment le bâti ancien, il faut que les deux nécessités simultanées, « préserver et améliorer », soient comprises et conduisent à de bonnes solutions architecturales, culturellement satisfaisantes pour un bâti traditionnel de qualité qui perdurera dans le temps et qui apportera un savoir-faire aux générations futures.

Par ailleurs, ce travail de recherche a pour autre finalité l'élaboration d'une somme de recommandations que l'on souhaite proposer à l'intention des décideurs, législateurs architectes et tous ce qui ont le pouvoir de promouvoir le cadre bâti résidentiel, et d'assurer les bonnes conditions pour préserver le bâti résidentiel et assurer un confort souhaité aux occupants.

Cette recherche a permis d'identifier les transformations que les maisons de la Casbah d'Alger ont subies. De ce fait nous remarquons que trois cas de maisons (A.1, B.1 et C.1) représentent des transformations positives. Nous pouvons donc nous en inspirer pour proposer des solutions et des recommandations afin de corriger le niveau du confort intérieur. Quant aux trois autres cas (B.1, B.2 et C.2), ils représentent des transformations négatives, ayant subi diverses transformations et ayant surtout engendré un impact négatif sur le microclimat intérieur.

Eventuellement, nous proposerons des solutions a deux niveaux, vu que la première partie traite plus sur l'aspect socioculturel, nous avons jugé bon de proposer des revendications sur ce premier axe et puis de passer à des solutions basées plus précisément sur l'aspect technique- thermique.

La réutilisation adaptative est un phénomène qui revêt une grande importance, non seulement parce qu'une utilisation fonctionnelle symbiotique dans les maisons traditionnelles à la Casbah d'Alger, accélère l'entretien de la structure et retarde ainsi sa dégradation, mais aussi parce que la surveillance qui en résulte permet d'éviter les cas de vandalisme et de pillage du patrimoine matériel, comme on le voit dans les certaines bâtisses désertées et désaffectées.

Nous pensons aussi qu'une zone historique peut sembler une bonne idée pour revitaliser et faire revivre la zone pour assurer sa durabilité. Le patrimoine culturel étant une ressource non renouvelable, sa conservation consiste donc en une réutilisation adaptative permanente

en fonction des besoins de la population. De plus, il s'agit d'un processus basé sur une part égale de services urbains et sur la régénération des traditions et pratiques culturelles de la communauté locale¹⁷². Ceci influe également sur la compacité urbaine, donc sur le confort thermique extérieur (outdoor) pouvant agir directement sur le confort intérieur et par ailleurs le (indoor).

Le logement est un autre élément clé pour revitaliser et redonner vie à la Casbah d'Alger. Toute approche de conservation devrait envisager le maintien d'une population résidente permanente. Cela peut être réalisé en réhabilitant des logements existants et en fournissant des services publics et de sécurité.

Après avoir obtenus des résultats probants, nous pouvons recommander une série de solutions de rénovation, illustrées à travers les cas étudiés, qui répondent aux exigences de confort actuelles des occupants sans risque de condensation (détérioration du cadre bâti) ou d'autres problèmes :

- L'entretien périodique des maisons mauresques de la Casbah d'Alger prolongera leur durée de vie de plusieurs années, et évitera ainsi aux occupants d'éventuelles opérations de restauration lourdes et coûteuses.
- Afin de permettre à l'air de circuler et aux rayons du soleil de pénétrer dans le bâti, il est important de ne pas couvrir le *chebak* ou le patio, ou de le couvrir partiellement avec des ouvrants, évitant ainsi l'humidité sur les sols et les murs.
- La ventilation naturelle de la maison peut être améliorée en évitant l'obstruction des ouvertures ou l'ouverture de nouvelles. Interdiction de fermer les claustras parce qu'elles servent à la ventilation et le changement d'air. De ce que nous avons étudié, l'obstruction d'une ouverture influe plus que si on en ouvrait une autre.
- L'installation d'appareils de ventilation modernes doit être effectuée de manière calculée, d'après le besoin en énergie, sa fonctionnalité et sa position dans la pièce (près d'une ouverture ou pas).
- L'eau représente une vraie menace pour le plancher en bois, des désordres peuvent apparaître allant du pourrissement des bouts de bois encastrés dans les murs, passants par l'attaque des insectes et des champignons telles que les mérules, jusqu'à la rupture des rondins du thuya, des solives ou des voliges en bois. Le meilleur moyen d'éviter ces derniers est de contrôler les éléments en bois en les brossant soigneusement pour les

¹⁷² Zancheti, S. M., & Jokillehto, J. 1997. "Values and Urban Conservation Planning: Some Reflections on Principles & Definitions". *Journal of Architectural Conservation*: 37-51, p 47.

débarrasser des saletés et des vieilles peintures et les vernir à l'aide de l'huile de lin pour les protéger, mais aussi s'assurer d'une bonne ventilation pour tous les espaces.

- Les techniques de construction traditionnelles devraient être adoptées et les matériaux locaux utilisés pour prévenir la dégradation et améliorer la durabilité du bâtiment. Ceux-ci devraient inclure des briques de terre cuite et de la chaux. On peut également utiliser des produits hydrofuges, tels que « peintures hydrofuges ou revêtements imperméables » qui permettent aux murs de respirer et réduisent les niveaux d'humidité.
- Les toilettes, la salle de bain et les points d'eau doivent être installés dans le même axe que l'évacuation des eaux usées, afin d'éviter les remontées capillaires et les dégradations au niveau du taux d'humidité et les odeurs nauséabondes causant ainsi une situation d'inconfort.
- L'installation des appareils de cuisine, des ordinateurs ainsi que des équipements de climatisation et de chauffage doit être effectuée non seulement en fonction des besoins, mais également en tenant compte de leur position stratégique, de manière à éviter toute surchauffe qui entraîne inévitablement un taux d'humidité plus élevé et une circulation d'air déstabilisée. Dans certaines maisons de la Casbah, nous citerons les cas (A.1, B.1 et C.1), une climatisation n'est pas nécessaire.
- Pour le revêtement du sol, l'une des causes de sa dégradation est l'eau et l'usure due aux activités domestiques, pour pouvoir corriger ses dégâts remarquer dans les cas de maisons (A.2, B.2 et C.2), il faut contrôler l'humidité par l'utilisation rationnelle de l'eau (cas B.1), mais aussi protéger et conserver les carreaux de céramique originaux (cas A.1) et faire attention en faisant des activités domestiques à ne pas déplacer brusquement les meubles.
- Concernant les enduits, faut éviter les enduits de ciment, de plastique ou de crépis modernes mais favoriser l'utilisation de chaux et sable ou les badigeons à base de lait et de chaux.
- Les appareils d'éclairage artificiel constituent les principales sources de gains internes de bâtiment, pour y remédier il faut optimiser l'éclairage naturel afin de minimiser les gains internes par l'éclairage artificiel.
- Veiller à ce que les professionnels de l'exécution possèdent une culture technique traditionnelle du bâti ancien et parallèlement connaisseurs des technologies de la construction moderne. C'est-à-dire qu'ils connaissent les vertus et défauts des techniques traditionnelles comme contemporaines, qu'ils les considèrent au même niveau, qu'ils les emploient sans exclusivité mais dans les situations respectives appropriées.

- Renforcer le rôle social des usagers, seniors et juniors, pour qu'ils portent une revendication de qualité du traitement de l'architecture traditionnelle. L'habitant est le premier acteur de la réhabilitation de ce bâti résidentiel, Il est pertinent de faire ce travail de sensibilisation sur ce bâti résidentiel de la vieille ville d'Alger, car il joue le rôle d'un urbanisme participatif. Son implication est essentielle pour la conservation et la revitalisation de la Casbah
- Veillez à partager l'information avec de larges sources, des réseaux d'expérience utiles à leur travail et leur rôle de porteurs/diffuseurs d'ambitions pour l'architecture traditionnelle.
- Créer des textes règlementaires et des unités spéciales pouvant assurer le suivi des travaux de mesure d'urgence par des spécialistes dans le domaine, mais aussi punir les actes des habitants qui peuvent nuire au patrimoine d'une manière illicite par des amendes.

Limites de l'étude et Perspectives

Durant ce travail de recherche nous avons rencontré des difficultés et des contraintes qui nous ont parfois limités dans notre étude et qui ont engendré des problèmes de réalisation ou de temps.

Nous tenons à en parler dans cette partie, non seulement pour que le chercheur puisse s'attendre à cet aspect qui est réel et permanent, mais aussi pour pouvoir éviter certains problèmes, engendrés par des organismes qui n'ont pas voulu attribuer leur aide, et qui ont causé un retard considérable quant à l'achèvement de l'étude. Nous les résumons comme suit :

- La première difficulté était par rapport à l'accès aux documents d'archives qui était très difficile, et ce malgré l'établissement d'une convention, signée et approuvée, les responsables des organismes n'ont pas été coopératifs, plus précisément des contraintes rencontrées par rapport aux documents des travaux de mesures d'urgence.
- La deuxième difficulté consistait à l'acquisition des outils nécessaires pour la campagne de mesures in-situ, les organismes concernés (CDER, CNERIB) n'ont pas été coopératifs, malgré l'établissement de plusieurs lettres d'introduction, d'où la nécessité d'achat personnel de ces instruments pour pouvoir réaliser ces mesures lors des périodes sélectionnées pour chaque saison et chaque cas d'étude.

- Les difficultés par rapport aux relevés et à la réalisation des mesures in-situ pour la période estivale et hivernale, elles se résument ainsi :
 1. Les contraintes d'accès aux habitations.
 2. Les obstacles rencontrés par rapport à l'hébergement pendant 24h pour chaque maison étudiée (6 cas de maison) et pour chaque saison.
 3. Les aspects liés à la réalisation des mesures.
 4. Les dangers de la vie sociale à la Casbah.
- Les contraintes météorologiques, le choix des journées devaient être choisies pour effectuer les mesures en de bonnes conditions.

Notre travail de recherche s'est basé sur l'analyse des transformations que le patrimoine résidentiel de la Casbah a subi et d'étudier l'impact de ces dernières sur le confort hygrothermique afin de proposer des solutions pratiques pour corriger les dégâts engendrés, lors de cette étude nous avons négligé un point important et qui nous semble une bonne piste de recherche pour justement assurer un confort optimal à l'intérieur des maisons traditionnelles qui est l'optimisation des matériaux de construction. En effet, l'évolution des sciences, des techniques et des modes de production ont multiplié les innovations qui ont considérablement fait accroître le nombre de matériaux anciens tels que : L'utilisation de l'ardoise, de la brique, de la pierre, de la terre, du bois, de la chaux, etc. À l'apparition de l'emploi massif de nouveaux matériaux comme : le ciment, le plâtre, l'acier, l'aluminium, PVC, verre, etc. Devant cette multitude de choix, nous nous retrouvons face à une situation où les informations sont nombreuses, où règne la confusion au sein des différents critères de sélection. Toutefois aucun matériau n'arrive à satisfaire la totalité de ces critères. Il n'existe pas de matériau qui soit à la fois très performant sur le plan technique, peu coûteux à l'investissement et à l'entretien et très respectueux de l'environnement et de la santé.

Par rapport à tous ces constats cités antérieurement, notre future travail consisterait principalement à l'élaboration d'une méthode d'évaluation de la durabilité des bâtisses traditionnelles de la Casbah d'Alger à travers ses matériaux de construction originels .En s'appuyant sur une quête de connaissance et de données liées à la construction, en se basant sur différents outils et méthodes d'évaluation de la durabilité les plus utilisés à l'échelle internationale, et pourquoi pas proposer ou créer un matériau de construction résidentiel innovant dans une perspective durable, pouvant combiner entre la tradition et la nouveauté tout en assurant un confort optimal.

REFERENCES :

1. Abdou. Saliha, Investigation sur l'intégration climatique dans l'habitation traditionnelle en régions arides et semi arides d'Algérie : Cas du Ksar d'Ouargla et de la médina de Constantine. Thèse de doctorat U : Cons 2004.
2. Adolphe L., Maïzia M., Izard J.L., Lehtihet K., Boussoualim A., Aït-Ameur K., Châtelet A, "Le bâtiment et la ville". In : " SAGACités : Vers un système d'aide à la gestion des ambiances urbaines. Rapport final". Laboratoire : GRECO. M.E.N.R.T.- Direction de la Technologie N° 99 V0532, 2002, France.
3. A.F.M.E , Agence française pour la maîtrise de l'énergie, est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle des ministres chargés de l'énergie, de l'environnement et de la recherche, elle couvre la maîtrise de l'énergie, à savoir les économies d'énergie et le développement des énergies renouvelables, ainsi que les économies de matières premières.
4. A.K.A.A, the expanding metropolis. Case of Cairo. Proceedings of Seminar 9 in the series Architectural transformations in the islamic world, Cairo, 11 -15/ 11/ 84. Ed. A.K.A.A, 1986.
5. Alexandroff. J. M, Du bon usage de l'énergie, Techniques et architecture N°315 Juin – Juillet, 1977.
6. Amphoux. P, « La Notion d'Ambiance. Une Mutation de la Pensée Urbaine et de la Pratique Architecturale ». Ed. Plan Urbanisme, Construction, Architecture, 1998, Paris.
7. Acquier Françoise, Third International Congress on Ambiances "Ambiances, tomorrow", 21-24 September 2016, Volos (Grèce).
8. Atelier Casbah. Projet de revalorisation de la Casbah d'Alger, Plan d'aménagement préliminaire : ETAU-UNESCO. PNUD, 1981, Alger.
9. ASHRAE, 'ASHRAE Handbook of Fundamentals', SI Edition, pp. 8.1-8.29, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, 2005.
10. Baraudon. F, « Algérie et Tunisie. Récits de Voyage et Etudes ». Imprimerie Flon, p.32, 1893, Alger.
11. Belakehal Azeddine, Les ambiances de la Casbah d'Alger. Les révélations des textes. Ambiances, tomorrow. Proceedings of third International Congress on Ambiances, Volos, Greece, Sep 2016, Volos, Greece. International Network Ambiances; University of Thessaly, vol. 2, p. 993 - 998, 2016.

12. Belmont Joseph, les quatre fondements de l'architecture, Edition du Moniteur, 1987, paris.
13. Benchekroun. M and Chergui. S, Innovation and sustainability in traditional architecture and technology in the residential building of the old ottoman Algiers, urbanistica online dossier. 13 : 154-158, 2017.
14. Benhabib, Jess & Spiegel, Mark M, "The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data," Journal of Monetary Economics, Elsevier, vol. 34(2), pages 143-173, October, 1994.
15. Bilocq. F, « Conception et évaluation de questionnaire », in « Enquêtes et sondages, modèles, applications, nouvelles approches », Brossier et Dussaix éditeurs scientifiques, Dunod, 1999, France.
16. Bowler, C. and P. Brimblecombe, "Environmental Pressures on Building Design and Manchester's John Ryland's Library." Journal of Design History 13(3): 175–91, 2000.
17. Boyer. M, Herzlich. G. et Maresca. B, L'environnement, question sociale – Dix ans de recherches pour le Ministère de l'Environnement, Éd. Odile Jacob, 2001, 305 p, Paris.
18. Brejon Paul, Pierre Lavigne, Pierre Fernandez, Architecture climatique : Une contribution au développement durable: Bases physiques, Edisud, 190.p, 1994, France.
19. Camous Roger, Watson Donald, L'habitat bioclimatique, Éd. L'Étincelle, 1979, Canada.
20. Cantin, R. et al. « Complexité du confort thermique dans les bâtiments » in actes du 6 - ème, congrès européen de science des systèmes, tenu à Paris du 19 au 22 septembre 2005.
21. Casanova Xavier, CORPUS EUROMED, méthode RehabiMed, architecture traditionnelle méditerranéenne, réhabilitation ville et territoire, programme financé par l'union européenne, 30 juin 2017, Barcelone. Pour plus de détails: <http://openarchive.icomos.org/1397/1/Methode%20Rehabimed.%20I%20Rehabilitatio%20Ville%20et%20territoire.pdf>, consulté en Avril 2018.
22. Cardinal T, L'alliance symbiotique entre architecture-nature-énergie dans les environnements méditerranéens. Techniques de construction et savoirs locaux en Italie et en Espagne entre tradition et innovation, Université de Basilicate, p. 11-12, 2014.
23. Courgey Samuel, Oliva Jean-Pierre, La conception bioclimatique. Des maisons confortables et économes, Edition terre vivante, 2006/2007. (Cote : AV4/99), Mens.

24. Chatelet. A, Fernandez. P, Lavigne. P, Architecture climatique, une contribution au développement durable, Tome 2 : concepts et dispositifs, édition EDISUD, p. 133, 1998, Aix de Provence, France.
25. Cheng. V, Nag. E. and Givoni, B, Effect of Envelope Colour and Thermal Mass on Indoor Temperatures in Hot Humid Climate. *Solar Energy*, 78, 528-534, 2005.
26. Chergui Samia, Les mosquées d'Alger. Construire, gérer et conserver (XVIe–XIXe siècles). Ed. Pups, 371p, 2011, Paris.
27. Cherif-Seffadj Nabila, Chergui Samia, Messikh Safia, Bougdal Kamel, Righi Kamel, CNEPRU, Contribution au PPSMVSS du Secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger : Elaboration d'un tableau-corpus de l'habitat traditionnel, projet de recherche, financé par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.
28. Claude Bernard, introduction à étude de la médecine expérimentale, paris. Garnier Flammarion. 1966.
29. Corbusier, le Corbusier et le mirage de l'orient. L'influence supposée de l'Algérie sur son œuvre architecturale, revue des mondes musulmans et de la méditerranée. 73 : 363-378, Paris.
30. Courgey Samuel , Jean-Pierre Oliva, La conception bioclimatique. Des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation, - Collection L'écologie pratique, 204pp, 2006.
31. C.R.A. (Les Cahiers de la Recherche Architecturale), « Ambiances Architecturales et Urbaines ». N° 42-43, 3ème trimestre, 1998.
32. Croiset Maurice, l'Hygrothermique dans le bâtiment, confort thermique d'hiver et d'été, condensations, Eyrolles, 1968.
33. Crowley. J, The Invention of Comfort: Sensibilities and Design in Early Modern Britain and Early America. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 2001.
34. Dajoz. R, La Biodiversité – l'avenir de la planète et de l'homme. Paris, éditions Ellipses, 275 p, 2008.
35. Delache Xavier, Les indicateurs environnementaux : contexte, pratiques et questions soulevées pour l'évaluation des politiques publiques, Revue d'économie financière Année 2002 66 pp. 269-282.
36. Depecker loic, Les Mots de la francophonie, Belin, 1ere édition 1988 (Préface d'Alain Rey, prix Saintour 1989 de l'Académie française) ; 2° édition 1990, Thermal comfort is that condition of mind that expresses satisfaction with the thermal environment.

37. Desogus. G, Dibenedetto. S, Ricciu. R, The use of adaptive thermal comfort performance models to evaluate the summer of Mediterranean earth building, *Energy and Buildings* 104 (2015) 350–359, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.020>.
38. Di Turi S., Garcia-Pulido L.J., Ruggiero F., Stefanizzi P. Recovery of ancient bioclimatic strategies for energy retrofit in historical buildings: the case of the Infants' Tower in the Alhambra, *Energy Procedia* 133:300-311, October 2017. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.09.391.2018.
39. Dris Nassima, *La ville mouvementée. Espace public, centralité, mémoire urbaine à Alger*, Anep, 436 p. (ISBN 978-2747518123), 2002, Alger.
40. Dr. Shaw, *voyage dans la régence d'Alger*, chez merlin editeur, p 474, 1983, paris.
41. Ebru Karabag.N, Fellahi Nadjla, learning from Casbah of Algiers for more sustainable environment, *Climamed 2017-Mediterranean conference of HVAC; Historical buildings retrofit in the Mediterranean area*, 12-12 May 2017, Matera, Italy, *Energy Procedia* 133 (2017) 95-108.
42. Evans M, *Housing climate and comfort architectural press*, 1980, London.
43. Fanger, P.O. 'Thermal Comfort'. Danish Technical Press, 1970, Copenhagen.
44. Ferdyn-Grygierek. J, Indoor environment quality in the museum building and its effect on heating and cooling demand, *Energy and Buildings*. 85: 32–44, 2014.
45. Fernandez Pierre, Pierre Lavigne, « Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondements et méthodes », éditions du Moniteur, p. 93, Paris, 2009.
46. Gauzin-müller Dominique, *L'architecture écologique, 29 exemples européens*, Éditions du Moniteur, 2001, Paris.
47. Gauzin-müller Dominique, *L'architecture écologique du Vorarlberg*, Éditions du Moniteur, Paris, 2009. (Cote : AR8/618).
48. Gauzin-muller. Dominique, *L'architecture écologique*, Paris : Edition LE MONITEUR, p 270, Novembre 2002.
49. Giuffrè. R, Préface de FOTI G, *Les lieux de la transformation. Méthodologies cognitives et technologies de conception pour l'environnement*, Rubbettino Ed. Catanzaro, 2004, pp. 7-10, Italie.
50. Givoni. Baruch, *L'homme, l'architecture et le climat* : Edition LE MONITEUR, p 249, 1978, Paris.
51. Glovin. L, *Palais et demeures d'Alger à l'époque ottomane* : Edisud, 1988, Alger.
52. Griffiths, I.D. and McIntyre, D.A, a 'Sensitivity to Temporal Variations in Thermal Conditions'. Electricity Council Research Centre ECRC M601o, 1973.

53. Guyot. Gérard, Climatologie de l'environnement Cours et exercices corrigés Paris : ED DUNOD, p287, 1999.
54. Habid Becerra-Santacruz, Randal Lawrence, Evaluation of the thermal performance of an industrialized housing construction system in a warm-temperature climate: Morelia, Mexico, Building and Environment 107 (2016) 135-153, <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.07.029>.
55. Hadjilah Asma, L'architecture des premières maisons européennes d'Alger, 1830-1865, Atlas bulletin, volume 5, issue1 south-north-south, article 02.
56. Hadjri. K. Vernacular Housing Forms in North Algeria. D S R. Vol v. No1. 6 5 -7 4. 1993.
57. Haedo.D, topographie et histoire générale d'Alger, la vie à Alger au seizième siècle, 3eme éditions, Alger livres éditions, collection histoire, 2004, Alger.
58. Hawkes. D, The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment. London : E. & F. N. Spon. 1996.
59. Hawkes. D, J. Mcdonald and K. Steemers, The Selective Environment: An Approach to Environmentally Responsive Architecture, 2002, London: Spon Press.
60. Hawkes. D, Architecture and Climate: An Environmental History of British Architecture 1600-2000, 2012, London: Routledge.
61. Heating, ventilation, and air conditioning (HVAC) is the technology of indoor and vehicular environmental comfort. Its goal is to provide thermal comfort and acceptable indoor air quality. HVAC system design is a subdiscipline of mechanical engineering, based on the principles of thermodynamics, fluid mechanics and heat transfer. "HVAC". Merriam–Webster Dictionary.
62. Hoffmann J. B. « ambiances climatisées et confort thermique » les actes du C.O.S.T.I.C. P110.
63. Humphreys, M.A. and Nicol, J.F, 'Theoretical and Practical Aspects of Thermal Comfort'. BRS CP 14/17, Building Research Establishment, 1971, Watford, England.
64. Huijbregtsa. Z et al, Modelling of heat and moisture induced strain to assess the impact of present and historical indoor climate conditions on mechanical degradation of a wooden cabinet, Journal of Cultural Heritage. 16: 419-427, 2015.
65. http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/
66. <http://www.simbio.fr/wacom.aspx?idarchitecture=1&Country=>
67. [http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2\[CODE\]=ANR-10-HABI-0004](http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2[CODE]=ANR-10-HABI-0004)

68. <http://casbahalgerlesbet.blogspot.com>, consulté en septembre 2019.
69. Icheboudene Larbi et NACIB Youcef, La Casbah d'Alger et l'Architecte Paul GUION, Publisud, 2003, Paris.
70. ISO 7730, 'Ambiances Thermiques Modérées – Détermination des Indices PMV et PPD et Spécifications des Conditions de Confort Thermique', AFNOR, Paris, 1994.
71. ISO 7730, Thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal consideration, International Organization Standardization, 2005.
72. Izard, J.L, Guyot. A. Archi Bio, Edition Parentheses, 1979, Paris.
73. Izard, J.L, Guyot. A. Archi Bio, Edition Parentheses, 1979, Paris.
74. Izard.J.L, Architectures d'été- Construire pour le confort d'été, Edi sud, la calade, 1993, Aix-en-Provence.
75. Jing Zhao, Kate Carter, Perceived Comfort and Adaptive Process of Passivhaus 'Participants', 7th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings, Energy Procedia 83 (2015) 121 – 129, <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.
76. JORA (Journal Officiel de la république Algérienne), « Journal n°40 », 1998.
77. Kacher Sabrina, The identification of the environment disposal of the traditional Algerian houses, Energy Procedia 42 (2013) 473 – 482.
78. Kalaora. B, 1998, Au-delà de la nature, l'environnement – L'observation sociale de l'environnement, L'Harmattan, coll. Environnement, 199 p.
79. Kendrew (W. G.), The climates of the continents, fifth ed. Oxford, Clarendon press, 608 p, 1961.
80. Khelifa, A. Alger, histoire et patrimoine, Edition Anep, p10, 2010, Alger.
81. Larousse, « Petit Larousse en Couleurs ». Librairie Larousse, 1986, Paris.
82. Lassance. G, « Analyse du Rôle des Références dans la Conception : Eléments pour une Dynamique des Représentations du Projet d'Ambiance Lumineuse en Architecture ». Thèse de Doctorat, 1998, Université de Nantes.
83. La Gennusa M et al, Control of indoor environments in heritage buildings: experimental measurements in an Old Italian museum and proposal of a methodology. Journal of Cultural Heritage. 6: 147–155, 2005.
84. Lesbet Djaffar. La casbah d'Alger : gestion urbaine et vide social, Office des publications universitaires, 1985, 235p, Alger.
85. Lesbet Djaffar, Dar'na en fête, citadinité Algéroise, passer en devenir, colloque international « image et citadinité », Alger du 29 au 30 nov. 1 déc. 2005.

86. Lesbet. D, VIE DES VILLES. Num 10 Nov. 2008, patrimoine national : entre accommodements idéologiques et perception sélective (2eme partie).
87. Lesebet Djaffar, Dans la casbah, une réédition du livre de Lucienne Favre qui nous décrit l'ambiance de la Casbah des années 1930, la préface et la postface sont signées par Djaffar Lesebet « enfant de la Casbah », 16 novembre 2012.
88. Lespes. R, Alger, Étude de géographie et d'histoire urbaines, Alcan, 1930, Paris.
89. Liebard A. et De Herde A, Guide de l'architecture bioclimatique, Edition Systèmes solaires, 2002, Paris.
90. Liebard Alain, Andre De Herde – Guide de l'architecture bioclimatique-tomme 3 : construire en climat chaud- édition LEARNET « Observer », p.1, 2003, Paris.
91. Liébard A. et De Herde A, Traité d'Architecture et d'Urbanisme Bioclimatiques, Obser'ER, 2005, Paris.
92. Lucchi E. 2016. Multidisciplinary risk-based analysis for supporting the decision-making process on conservation, energy efficiency, and human comfort in museum buildings. *Journal of Cultural Heritage*. 22: 1079–1089.
93. Mady Mohamed, Anna Klingmann, Haitham Samir, Examining the thermal performance of vernacular houses in Asir Region of Saudi Arabia, *Alexandria Engineering Journal*, March 2019, 58, 419-428. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2019.03.004>.
94. Massimo A., Coppola F and Seccia L, Investigation on the interaction between the outdoor environment and the indoor microclimate of a historical library. *Journal of Cultural Heritage*. 17: 75-86, 2016.
95. Masoumi H R., Nejati N and alah Ahadi A, learning from the Heritage Architecture: Developing Natural Ventilation in Compact Urban Form in Hot-Humid Climate: Case Study of Bushehr, Iran. *International Journal of Architectural Heritage Conservation, Analysis, and Restoration*. 11: 415-432, 2017.
96. McIntyre, D.A. and Griffiths, I.D, *Environmental Res* 5.4, 471 ET seq Subjective responses to radiant and convective environments, 1972.
97. McNali, P.E., Ryan, P. and Jaax, J, *ASHRAE Trans* 74 Seasonal variations in comfort conditions for college age persons in the Middle West, 1968.
98. Mebtouche Ali, le président de la fondation Casbah lors d'une interview, recensement de 300 bâtisses menaçant ruine, 18 novembre 2019, Alger.
99. Mekhlef Abderrahmane, Un brin de menthe à l'oreille. Une saga de la Casbah », Éditions APIC, p33, 2013.

100. Missoum, S. Alger à l'époque ottomane, la médina et la maison traditionnelle. INAS, 2003, Alger.
101. Mumford Lewis, les transformations de l'homme, Edition Encyclopédie des nuisances, 245, 2008, Paris.
102. Moser. G, Psychologie environnementale, les relations homme-environnement. Bruxelles: de Boeck, 2009.
103. Nazhatulzalkis Jamaludin, Mohd Faris Khamidi, Nurul Izma Mohammed, Suriani Ngah Abdul Wahab, Thermal Comfort of Residential Building in Malaysia at Different Micro-Climates, Asian Conference on Environment Behaviour Studies Chung-Ang University, Seoul, S. Korea, 25-27 August 2014 "Environmental Settings in the Era of Urban Regeneration", Procedia - Social and Behavioral Sciences 170 (2015) 613 – 623. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.
104. Nevins, R.G., Rohles, F.H., Springer, W., and Feyerherm, A.M, ASHRAEJ April, 55 - 60. A temperature humidity chart for thermal comfort of seated persons, 1966.
105. Nevins, R.G. and Feyerherm, A.M, ASHRAE Trans 73 2 III 2.1-8. The effect of floor surface temperature on comfort. Pt IV – cold floors. McIntyre, D.A. and Griffiths, I.D. 1973 'Subjective Responses to Atmospheric Humidity Electricity Council Research Centre ECRC M600, 1967.
106. Newburgh, L.H, 'Physiology of Human Heat Regulation and the Science of Clothing' Hafner, 1968, New York.
107. Nicol, J.F., Humphreys, M.A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. Journal Energy and Buildings. 34 (2002) 563–572.
108. Nicol. F, M. Humphrey and S. Roaf (eds), Adaptive Thermal Comfort: Principles and Practice, 2012, London: Routledge.
109. Norme NF X 35 202 : ambiance thermique appareils et méthodes de mesure NF EN 27726 ISO 7726.
110. OGEBC, Organisme de Gestion des Biens Culturels, c'est un établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du ministère de la Culture, l'Office gère les biens culturels dans le domaine de l'exploitation, de la mise en valeur et de l'animation de ses biens, la protection et l'entretien ainsi que la mise en œuvre de mesures de conservation des sites, musées et monuments gérés par l'Office.
111. Olgay. V, design with climate, Princeton university press, 1963.
112. Oliver John E, Climate and Man's Environment, Library of Congress, 1973, USA.

113. Oulebsir. N, Les usages du patrimoine. Monuments, musées et politique coloniale en Algérie (1830-1930), 2004, Paris : MSH.
114. Parson. K, "Human thermal environments". London: 2nd edition, 2003 cite in Thellier, F. « Modélisation du comportement thermique de l'homme et de son habitat, une approche de l'étude du confort », étude réalisée à l'université Paul Sabatier de Toulouse, P.163, France, 1989.
115. Pasquali E., La Casbah d'Alger, 215 p, 1951.
116. Petrone. G et al, Indoor microclimatic study for Cultural Heritage protection and preventive conservation in the Palatina Library, Journal of Cultural Heritage. 22: 956–967, 2016.
117. Pigliautile. I et al, on an innovative approach for microclimate enhancement and retrofit of historic buildings and artworks preservation by means of innovative thin envelope materials. Journal of Cultural Heritage. In Press, Corrected Proof. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.04.017>. 2018.
118. Pisello Anna Laura, Francesco Asdrubali, Human-based energy retrofits in residential buildings : A cost-effective alternative to traditional physical strategies, Applied Energy 133 (2014) 224–235, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.07.049>.
119. PPSMVSS. 2017. plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur des secteurs sauvegardés, OGEBC, consulté en juin 2019, Alger.
120. PREBAT : Programme de Recherche et d'Expérimentation sur l'Energie dans le Bâtiment.
121. Rapoport. A, Gustavo Gili, House, form and culture, Vivenda y cultura, p.23, 1969, Barcelona.
122. Rapoport Amos, pour une anthropologie de la maison, édition Dunod, p 27, 1972, Paris.
123. Ravéreau André, La Casbah d'Alger, et le site créa la ville, Sindbad, 1989, Paris.
124. REBAT, ADEME et CSTB. Comparaison internationale bâtiment et énergie. Rapport final, p. A19, December, 2007.
125. Roulet Claude Alain, Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), p.362, 2008. Paris.
126. Schreiber, L. Normes sur les conditions d'ambiances thermiques acceptables pour le confort, 33 p, 1985.
127. Shafqat. H and Oosthuizen. P, Validation of numerical modelling of conditions in an atrium space with a hybrid ventilation system, Building and Environment. 52: 152-161, 2012.

128. Shaviv, E, the performance of a passive solar house with window sunspace systems, *Energy and buildings*, volume 7, issue 4, 315-334pp, [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(84\)90078-1](https://doi.org/10.1016/0378-7788(84)90078-1). 1984.
129. Shove, E, "Converging Conventions of Comfort, Cleanliness and Convenience." *Journal of Consumer Policy* 26 : 395–418, 2003.
130. Stefanizzi, P, Fato, I and Di Turi, S, Energy and Environmental Performance of Trullo Stone Building. An Experimental and Numerical Survey. *International Journal of Heat and Technology*. 34 : 396-402, 2016.
131. Suzanne et Pierre Déoux, *Le guide de l'habitat sain, Les effets sur la santé de chaque élément du bâtiment*, Medieco Editions, p. 287, 2004.
132. Syed Ihtsham ul Haq Gilani and all, Thermal comfort analysis of PMV model Prediction in Air conditioned and Naturally Ventilated Buildings. *Energy Procedia*. 75: 1373 – 1379, 2015.
133. Szocolay S V, Passive and low energy design for thermal and visual comfort, *Proc. Conf. PLEA Pergamon*, 1985.
134. Tal Shuval : la ville d'Alger vers la fin du XVIII e siècle. *Population et cadre urbain*, CNRS éditions, 282p 1998, Paris.
135. Thellier, Françoise. « L'homme et son environnement thermique – Modélisation ». *Université de Paul Sabatier de Toulouse*, p 65, 1999.
136. Trombetta, C, *L'actualité de la pensée de Hassan Fathy dans la culture technologique contemporaine. Le lieu, l'environnement et la qualité de l'architecture*, edition Rubbettino, Catanzaro, 2002.
137. Twarowski Mieczyslaw, *Soleil et architecture*, Dunod éditeur, 1967, p175, Paris.
138. Vitruve, les dix livres d'architecture de Vitruve, *Bibliothèque de l'image*, 1995, 330p.
139. Vitruve Marcus pollione, de l'architecture, *Edition minor*, 776 pp, 2015, Paris.
140. www.unesco.org/criteresd'inscriptionsurlalistedupatrimoinemondialdel'humanite
141. Zancheti, S. M, & Jokillehto, J, "Values and Urban Conservation Planning: Some Reflections on Principles & Definitions". *Journal of Architectural Conservation*: 37-51, p 47, 1997.

Liste des figures et des tableaux

LISTE DES FIGURES

PARTIE I :

| | |
|---|----|
| Figure I.1 : Une vue sur la topographie d'un site | 37 |
| Figure I.2 : L'impact de l'orientation et la position sur le système aéraulique de la maison | 38 |
| Figure I.3 : Schéma montrant la compacité urbaine | 39 |
| Figure I.4 : L'utilisation des matériaux locaux | 39 |
| Figure I.5 : Vue sur la vieille ville d'Alger | 41 |
| Figure I.6 : Une rare illustration d'Alger la blanche | 43 |
| Figure I.7 : une vue sur EL DJEZAIR et ses maisons traditionnelles | 44 |
| Figure I.8 : Une vue sur le site de la médina d'Alger | 45 |
| Figure I.9 : Morphologie et topographie du site de la médina d'Alger | 46 |
| Figure I.10 : L'organisation et la hiérarchisation du site de la médina d'Alger | 47 |
| Figure I.11 : L'architecture résidentielle de la vieille ville d'Alger | 48 |
| Figure I.12 : Schéma de la ventilation naturelle dans la maison casbah d'Alger | 49 |
| Figure I.13 : Coupe sur une maison a patio dans la Casbah d'Alger | 50 |
| Figure I.14 : Les caractéristiques architecturales des maisons de la Casbah d'Alger | 51 |
| Figure I.15 : Détail constructif d'un mur à la Casbah d'Alger | 53 |
| Figure I.16 : Typologie de maison wast-al-dar (à patio) | 54 |
| Figure I.17 : Typologie de maison avec chebek | 55 |
| Figure I.18 : Typologie de maison avec ulwi | 56 |
| Figure II.1 : Modalités d'un phénomène d'ambiance in-situ | 59 |
| Figure II.2 : Le modèle conceptuel de l'ambiance : Une interaction complexe d'influences entre : contexte, espace architectural, environnement physique et usager | 60 |
| Figure II.3 : Un aperçu sur le milieu urbain et l'espace public à la Casbah d'Alger | 62 |
| Figure II.4 : Le patio, l'espace de communication et d'échanges de rapport sociaux | 62 |
| Figure II.5 : La vie sociale à l'intérieur des maisons traditionnelles de la casbah d'Alger | 63 |
| Figure II.6 : Le vécu et les ambiances engendrées à l'intérieur des maisons traditionnelles de la casbah | 64 |
| Figure II.7 : les transformations subies par la casbah d'Alger | 65 |
| Figure II.8 : L'état de dégradation du bâti résidentiel ottoman d'Alger | 68 |
| Figure II.9 : Un exemple de démolition d'une maison à la Casbah d'Alger | 71 |
| Figure II.10 : Les différentes transformations qu'a subi une maison traditionnelle à la Casbah | 74 |
| Figure II.11 : Exemple de maison ayant subi la modification des ouvertures | 75 |

| | |
|---|-----|
| Figure II.12 : Un aperçu sur la modification des textures des matériaux | 77 |
| Figure II.13 : Un exemple de transformation au niveau des cloisonnements | 78 |
| Figure II.14 : Un exemple de transformation au niveau tridimensionnel | 79 |
| Figure II.15 : L'utilisation de nouveaux matériaux et le manque d'entretien des matériaux originaux | 81 |
| Figure III.1 : Une vue sur l'aire d'étude | 84 |
| Figure III.2 : Les documents d'archives de l'OGEBEC | 85 |
| Figure III.3 : Une vue modélisée de la haute Casbah d'Alger avec SketchUp | 91 |
| Figure III.4 : Aperçu du corpus d'étude choisi à la haute Casbah | 93 |
| Figure III.5 : Les transformations subies par la maison A.1 | 117 |
| Figure III.6 : Les transformations subies par la maison A.2 | 119 |
| Figure III.7 : Les transformations subies par la maison B.1 | 121 |
| Figure III.8 : Les transformations subies par la maison B.2 | 123 |
| Figure III.9 : Les transformations subies par la maison C.1 | 125 |
| Figure III.10 : Les transformations subies par la maison C.2 | 127 |

PARTIE II :

| | |
|--|-----|
| Figure I.1 : Mécanismes et échanges thermiques | 139 |
| Figure I.2 : Paramètres influant sur le confort thermique | 140 |
| Figure I.3 : Évaluation du confort thermique par le diagramme d'Olgay | 142 |
| Figure I.4 : Évaluation du confort thermique par le diagramme bioclimatique de Givoni dans configuration Initiale | 143 |
| Figure I.5 : Valeurs exprimées en Clo des tenues vestimentaires | 150 |
| Figure I.6 : Interface du logiciel Design Builder | 155 |
| Figure II.1 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'été typique | 161 |
| Figure II.2 : Les différentes températures mesurées par Fluke Hydra 2635A du cas "A.1" lors d'une journée d'été typique | 162 |
| Figure II.3 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'hiver typique | 162 |
| Figure II.4 : Les différentes températures mesurées par TMA5 du cas "A.1" lors d'une journée d'hiver typique | 163 |
| Figure II.5 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'été typique | 163 |

| | |
|--|-----|
| Figure II.6 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'hiver typique | 164 |
| Figure II.7 : Les différents résultats de ventilation mesurés manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'été typique | 164 |
| Figure II.8 : Les différents résultats de ventilation mesurés manuellement du cas "A.1" lors d'une journée d'hiver typique | 165 |
| Figure II.9 : Les différentes températures mesurées par Fluke Hydra 2635A du cas "A.2" lors d'une journée d'été typique | 165 |
| Figure II.10 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'été typique | 166 |
| Figure II.11 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique | 166 |
| Figure II.12 : Les différentes températures mesurées par TMA5 du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique | 167 |
| Figure II.13 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'été typique | 167 |
| Figure II.14 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique | 168 |
| Figure II.15 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique | 168 |
| Figure II.16 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement du cas "A.2" lors d'une journée d'hiver typique | 169 |
| Figure II.17 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.1.O" pendant la saison estivale | 170 |
| Figure II.18 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.1.T" pendant la saison estivale | 170 |
| Figure II.19 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.1.O" pendant la saison hivernale | 171 |
| Figure II.20 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.1.T" pendant la saison hivernale | 171 |
| Figure II.21 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.1.O" pendant la saison estivale | 172 |
| Figure II.22 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.1.T" pendant la saison estivale | 172 |
| Figure II.23 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.1.O" pendant la saison hivernale | 173 |
| Figure II.24 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.1.T" pendant la saison hivernale | 173 |
| Figure II.25 : L'indice PMV pour le cas A.1.O pendant la période estivale | 174 |
| Figure II.26 : L'indice PMV pour le cas A.1.T pendant la période estivale | 174 |
| Figure II.27 : L'indice PMV pour le cas A.1.O pendant la période hivernale | 174 |
| Figure II.28 : L'indice PMV pour le cas A.1.T pendant la période hivernale | 175 |

| | |
|---|-----|
| Figure II.29 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.2.O" pendant la saison estivale | 176 |
| Figure II.30 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.2.T" pendant la saison estivale | 176 |
| Figure II.31 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.2.O" pendant la saison hivernale | 177 |
| Figure II.32 : Les différentes températures simulées pour le cas "A.2.T" pendant la saison hivernale | 177 |
| Figure II.33 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.2.O" pendant la saison estivale | 178 |
| Figure II.34 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.2.T" pendant la saison estivale | 178 |
| Figure II.35 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.2.O" pendant la saison hivernale | 179 |
| Figure II.36 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "A.2.T" pendant la saison hivernale | 179 |
| Figure II.37 : L'indice PMV pour le cas A.2.O pendant la période estivale | 180 |
| Figure II.38 : L'indice PMV pour le cas A.2.T pendant la période estivale | 180 |
| Figure II.39 : L'indice PMV pour le cas A.2.O pendant la période hivernale | 180 |
| Figure II.40 : L'indice PMV pour le cas A.2.T pendant la période hivernale | 181 |
| Figure II.41 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.1" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique | 183 |
| Figure II.42 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.1" pendant la période estivale pour la ventilation de l'air lors d'une journée d'été typique | 183 |
| Figure II.43 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.1" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique | 184 |
| Figure II.44 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.1" pendant la période hivernale pour la ventilation de l'air lors d'une journée d'hiver typique | 184 |
| Figure II.45 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.2" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique | 186 |
| Figure II.46 : comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "A.2" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique | 187 |
| Figure III.1 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "B.1" lors d'une journée d'été typique | 189 |
| Figure III.2 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 du cas "B.1" lors d'une journée d'été typique | 189 |
| Figure III.3 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique | 190 |
| Figure III.4 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 du cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique | 190 |
| Figure III.5 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "B.1" lors d'une journée d'été typique | 191 |

| | |
|---|-----|
| Figure III.6 : Les différents taux d'humidité mesurés à l'aide d'un TMA5 du cas "B.1" lors d'une journée d'été typique | 191 |
| Figure III.7 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique | 192 |
| Figure III.8 : Les différents taux d'humidité mesurés à l'aide de TMA5 du cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique | 192 |
| Figure III.9 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "B.1" lors d'une journée d'été typique | 193 |
| Figure III.10 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "B.1" lors d'une journée d'hiver typique | 193 |
| Figure III.11 : Les différentes températures mesurées manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique | 194 |
| Figure III.12 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5et pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique | 194 |
| Figure III.13 : Les différentes températures mesurées manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique | 195 |
| Figure III.14 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique | 195 |
| Figure III.15 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique | 196 |
| Figure III.16 : Les différents taux d'humidité mesurés à l'aide d'un TMA5 pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique | 196 |
| Figure III.17 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique | 197 |
| Figure III.18 : Les différents taux d'humidité mesurés à l'aide du TMA5pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique | 197 |
| Figure III.19 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'été typique | 198 |
| Figure III.20 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "B.2" lors d'une journée d'hiver typique | 198 |
| Figure III.21 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.O" pendant la saison estivale | 199 |
| Figure III.22 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.T" pendant la saison estivale | 200 |
| Figure III.23 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.O" pendant la saison hivernale | 200 |
| Figure III.24 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.1.T" pendant la saison hivernale | 201 |

| | |
|---|-----|
| Figure III.25 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.1.O" pendant la saison estivale | 201 |
| Figure III.26 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.1.T" pendant la saison estivale | 202 |
| Figure III.27 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.1.O" pendant la saison hivernale | 202 |
| Figure III.28 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.1.T" pendant la saison hivernale | 202 |
| Figure III.29 : L'indice PMV pour le cas B.1.O pendant la période estivale | 203 |
| Figure III.30 : L'indice PMV pour le cas B.1.T pendant la période estivale | 203 |
| Figure III.31 : L'indice PMV pour le cas B.1.O pendant la période hivernale | 204 |
| Figure III.32 : L'indice PMV pour le cas B.1.T pendant la période hivernale | 204 |
| Figure III.33 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.O" pendant la saison estivale | 205 |
| Figure III.34 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.T" pendant la saison estivale | 206 |
| Figure III.35 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.O" pendant la saison hivernale | 206 |
| Figure III.36 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.T" pendant la saison hivernale | 207 |
| Figure III.37 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.2.O" pendant la saison estivale | 208 |
| Figure III.38 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.2.T" pendant la saison estivale | 208 |
| Figure III.39 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "B.2.O" pendant la saison hivernale | 208 |
| Figure III.40 : Les différentes températures simulées pour le cas "B.2.T" pendant la saison hivernale | 209 |
| Figure III.41 : L'indice PMV pour le cas B.2.O pendant la période estivale | 209 |
| Figure III.42 : L'indice PMV pour le cas B.2.T pendant la période estivale | 210 |
| Figure III.43 : L'indice PMV pour le cas B.2.O pendant la période hivernale | 210 |
| Figure III.44 : L'indice PMV pour le cas B.2.T pendant la période hivernale | 210 |
| Figure III.45 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "B.1" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique | 212 |
| Figure III.46 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "B.1" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique | 213 |
| Figure III.47 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "B.2" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique | 214 |
| Figure III.48 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "B.2" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique | 216 |
| Figure IV.1 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "C.1" lors d'une journée d'été typique | 217 |
| Figure IV.2 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 du cas "C.1" lors d'une journée d'été typique | 218 |

| | |
|--|-----|
| Figure IV.3 : Les différentes températures mesurées manuellement du cas "C.1" lors d'une journée d'hiver typique | 218 |
| Figure IV.4 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 du cas "C.1" lors d'une journée d'hiver typique | 219 |
| Figure IV.5 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "C.1" lors d'une journée d'été typique | 219 |
| Figure IV.6 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement du cas "C.1" lors d'une journée d'hiver typique | 220 |
| Figure IV.7 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "C.1" lors d'une journée d'été typique | 220 |
| Figure IV.8 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "C.1" lors d'une journée d'hiver typique | 221 |
| Figure IV.9 : Les différentes températures mesurées à l'aide de Fluke Hydra 2635A pour le cas "C.2" lors d'une journée d'été typique | 221 |
| Figure IV.10 : Les différentes températures mesurées manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'été typique | 222 |
| Figure IV.11 : Les différentes températures mesurées manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'hiver typique | 222 |
| Figure IV.12 : Les différentes températures mesurées à l'aide d'un TMA5 pour le cas "C.2" lors d'une journée d'hiver typique | 223 |
| Figure IV.13 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'été typique | 223 |
| Figure IV.14 : Les différents taux d'humidité mesurés manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'hiver typique | 224 |
| Figure IV.15 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'été typique | 224 |
| Figure IV.16 : Les différents taux de ventilation mesurés manuellement pour le cas "C.2" lors d'une journée d'hiver typique | 225 |
| Figure IV.17 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.1.O" pendant la saison estivale | 226 |
| Figure IV.18 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.1.T" pendant la saison estivale | 226 |
| Figure IV.19 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.1.O" pendant la saison hivernale | 227 |
| Figure IV.20 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.1.T" pendant la saison hivernale | 227 |
| Figure IV.21 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.1.O" pendant la saison estivale | 228 |
| Figure IV.22 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.1.T" pendant la saison estivale | 228 |

| | |
|--|-----|
| Figure IV.23 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.1.O" pendant la saison hivernale | 228 |
| Figure IV.24 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.1.T" pendant la saison hivernale | 229 |
| Figure IV.25 : L'indice PMV pour le cas C.1.O pendant la période estivale | 229 |
| Figure IV.26 : L'indice PMV pour le cas C.1.T pendant la période estivale | 230 |
| Figure IV.27 : L'indice PMV pour le cas C.1.O pendant la période hivernale | 230 |
| Figure IV.28 : L'indice PMV pour le cas C.1.T pendant la période hivernale | 230 |
| Figure IV.29 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.2.O" pendant la saison estivale | 231 |
| Figure IV.30 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.2.T" pendant la saison estivale | 231 |
| Figure IV.31 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.2.O" pendant la saison hivernale | 232 |
| Figure IV.32 : Les différentes températures simulées pour le cas "C.2.T" pendant la saison hivernale | 232 |
| Figure IV.33 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.2.O" pendant la saison estivale | 233 |
| Figure IV.34 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.2.T" pendant la saison estivale | 233 |
| Figure IV.35 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.2.O" pendant la saison hivernale | 234 |
| Figure IV.36 : Les différents taux de ventilation simulés pour le cas "C.2.T" pendant la saison hivernale | 234 |
| Figure IV.37 : L'indice PMV pour le cas C.2.O pendant la période estivale | 235 |
| Figure IV.38 : L'indice PMV pour le cas C.2.T pendant la période estivale | 235 |
| Figure IV.39 : L'indice PMV pour le cas C.2.O pendant la période hivernale | 236 |
| Figure IV.40 : L'indice PMV pour le cas C.2.T pendant la période hivernale | 236 |
| Figure IV.41 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "C.1" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique | 238 |
| Figure IV.42 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "C.1" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique | 239 |
| Figure IV.43 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "C.2" pendant la période estivale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'été typique | 241 |
| Figure IV.44 : Comparaison entre les résultats mesurés et simulés du cas "C.2" pendant la période hivernale pour la température et l'humidité lors d'une journée d'hiver typique | 242 |

LISTE DES TABLEAUX

PARTIE I :

| | |
|---|-----|
| Tableau III.1 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « A-U-J », Ilot « A »), partie 01 | 94 |
| Tableau III.2 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « A-U-J », Ilot « A-U »), partie 02 | 95 |
| Tableau III.3 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « A-U-J », Ilot « U-J »), partie 03 | 96 |
| Tableau III.4 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « A-U-J », Ilot « J »), partie 04 | 97 |
| Tableau III.5 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « B-C-H », Ilot « B-C »), partie 01 | 98 |
| Tableau III.6 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « B-C-H », Ilot « C-H »), partie 02 | 99 |
| Tableau III.7 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « D-E-F », Ilot « D-E »), partie 01 | 100 |
| Tableau III.8 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « D-E-F », Ilot « E »), partie 02 | 101 |
| Tableau III.9 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « D-E-F », Ilot « F »), partie 03 | 102 |
| Tableau III.10 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « L-M-Q », Ilot « L »), partie 01 | 103 |
| Tableau III.11 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « L-M-Q », Ilot « L-M »), partie 02 | 104 |
| Tableau III.12 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « L-M-Q », Ilot « M »), partie 03 | 105 |
| Tableau III.13 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « L-M-Q », Ilot « Q »), partie 04 | 106 |
| Tableau III.14 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « N-O-K », Ilot « N-O »), partie 01 | 107 |
| Tableau III.15 : La première sélection réalisée suite à l’investigation <i>in-situ</i> (zone « N-O-K », Ilot « O-K »), partie 02 | 108 |

| | |
|--|-----|
| Tableau III.16 : La première sélection réalisée suite à l'investigation <i>in-situ</i> (zone « P-R-S », Ilot « P »), partie 01 | 109 |
| Tableau III.17 : La première sélection réalisée suite à l'investigation <i>in-situ</i> (zone « P-R-S », Ilot « R »), partie 02 | 110 |
| Tableau III.18 : La première sélection réalisée suite à l'investigation <i>in-situ</i> (zone « P-R-S », Ilot « S »), partie 03 | 111 |
| Tableau III.19 : La première sélection réalisée suite à l'investigation <i>in-situ</i> (zone « T », Ilot « T1-T2 »), partie 01 | 112 |
| Tableau III.20 : La première sélection réalisée suite à l'investigation <i>in-situ</i> (zone « T », Ilot « T2-T3-T4 »), partie 02 | 113 |
| Tableau III.21 : La première sélection réalisée suite à l'investigation <i>in-situ</i> (zone « T », Ilot « T4 »), partie 03 | 114 |
| Tableau III.22 : Echantillonnage finale suite au classement effectué pour toutes les zones étudiées | 115 |

PARTIE II :

| | |
|--|-----|
| Tableau I.1 : Principales valeurs du métabolisme | 149 |
| Tableau I.2 : Valeurs de résistance des vêtements en clo | 150 |
| Tableau I.3 : Caractéristiques thermiques des matériaux de construction | 157 |
| Tableau II.1 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "A.1" pendant la période estivale | 182 |
| Tableau II.2 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "A.1" pendant la période hivernale | 183 |
| Tableau II.3 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "A.2" pendant la période estivale | 185 |
| Tableau II.4 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "A.2" pendant la période hivernale | 186 |
| Tableau III.1 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "B.1" pendant la période estivale | 211 |
| Tableau III.2 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "B.1" pendant la période hivernale | 212 |
| Tableau III.3 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "B.2" pendant la période estivale | 214 |

| | |
|---|-----|
| Tableau III.4 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "B.2" pendant la période hivernale | 215 |
| Tableau IV.1 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "C.1" pendant la période estivale | 237 |
| Tableau IV.2 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "C.1" pendant la période hivernale | 239 |
| Tableau IV.3 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "C.2" pendant la période estivale | 240 |
| Tableau IV.4 : Comparaison des résultats mesurés et simulés pour la température et l'humidité pour le cas "C.2" pendant la période hivernale | 241 |

APPENDICES :

a) Questionnaire

Fiche de questionnaire :

INFORMATION GENERALES :

- **Ilot :**
- **Quartier :**
- **Maison N° :**
- **Nombre de niveau dans la maison :**
- **Type de maçonnerie :**
- **Degré de transformation de la maison :**
- **Famille :**
- **Date d'occupation :**
- **Type d'occupation :** location propriété privée squattée autres
- **Nombre d'occupants :**

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE LA MAISON :

- **Typologie de maison :**
- Maison à patio Maison à Chebek Maison à Ulwi
- **Surface totale de la maison :**
- **Nombre de façade donnant sur l'extérieur (rue, impasse) :**
- **Nombre de façade donnant sur l'intérieur (patio, chebek)**
- **Espaces donnant vers l'extérieur par des ouvertures de petites dimensions :**
- Bit Ghorfa Menzah Kheyama Bit al-Ma' Bit al-saboun
- **Espaces donnant vers l'extérieur par de grandes ouvertures :**
- Bit Ghorfa Menzah Kheyama Bit al-Ma' Bit al-saboun

○ **Dimension des fenêtres :**

Petites fenêtres situées :

- Bit Ghorfa Menzah Kheyama Bit al-Ma' Bit al-saboun

Grandes fenêtres situées :

- Bit Ghorfa Menzah Kheyama Bit al-Ma' Bit al-saboun

○ **Orientation :**

Petites fenêtres :

- NORD SUD EST OUEST

Grandes fenêtres :

- NORD SUD EST OUEST

○ **Présence de djeb/ bir :**

- **Type de murs extérieurs :** Banché Maçonnerie Béton

- **Type de murs intérieurs :** Maçonnerie Béton

○ **Etat des murs :**

- En bon état
 Détérioré
 Infiltration des eaux
 Humidité
 Fissuré
 Perte de la matière
 Autres dégradations :

○ **Type de planché utilisé :**

○ **Etat du planché utilisé :**

- En bon état
 Détérioré
 Infiltration des eaux
 Moisissure
 Fissuré
 Perte de la matière
 Autres dégradations :

TRANSFORMATIONS APPORTES SUR LA MAISON :

- **Type de travaux effectués dans la maison :**
- **Période des travaux :**
- **Nombre d'obstruction d'ouvertures :**
- **Nombre de rajout d'ouverture :**
- **Nombre de fermeture des ouvertures d'aération :**
- **Installation de nouveaux espaces humides :**
 - OUI NON
- **Installation de point d'eau :**
 - OUI NON
- **Utilisation de nouveaux matériaux :**
 - BETON CIMENT ZINC PEINTURE (vinylique et laque) GRANITE
- **Obstruction de djeb/ bir :**
- **Rajout d'une surélévation :**
 - OUI NON
- **Parties concernées par les interventions :**
 - MURS PLANCHER SOL AUTRES
- **Raisons de l'intervention :**
 - Travaux mesures d'urgence Intention de l'utilisateur Autres
- **Equipements de confort installé dans la maison :**
 - CLIMATISEUR (Nombre ...)
 - EQUIPEMENT DE CHAUFFAGE (Nombre ...)
 - VENTILATEUR
 - APPAREILS D'ELECTROMENAGERS :
 - Réfrigérateur (nombre ...) Machine à Laver (nombre ...) Four (nombre ...)
 - Cuisinière (nombre ...) Micro-onde (nombre ...) Chauffe bain (nombre ...)
- **AUTRES APPAREILS :**
 - PC TV PLASMA

○ **Maladies dues aux conditions d'habitation :**

- Maladies respiratoires Allergies Autres

○ **Est-ce que l'augmentation du nombre de personne a influencé le confort intérieur de la maison de façon :**

- POSITIVE
 NEGATIVE

○ **Est-ce que vous sentez que votre maison est confortable par rapport aux conditions d'hygiène :**

- OUI
 NON

○ **Est-ce que vous considérez que votre maison est confortable par rapport aux conditions thermiques :**

- OUI
 NON

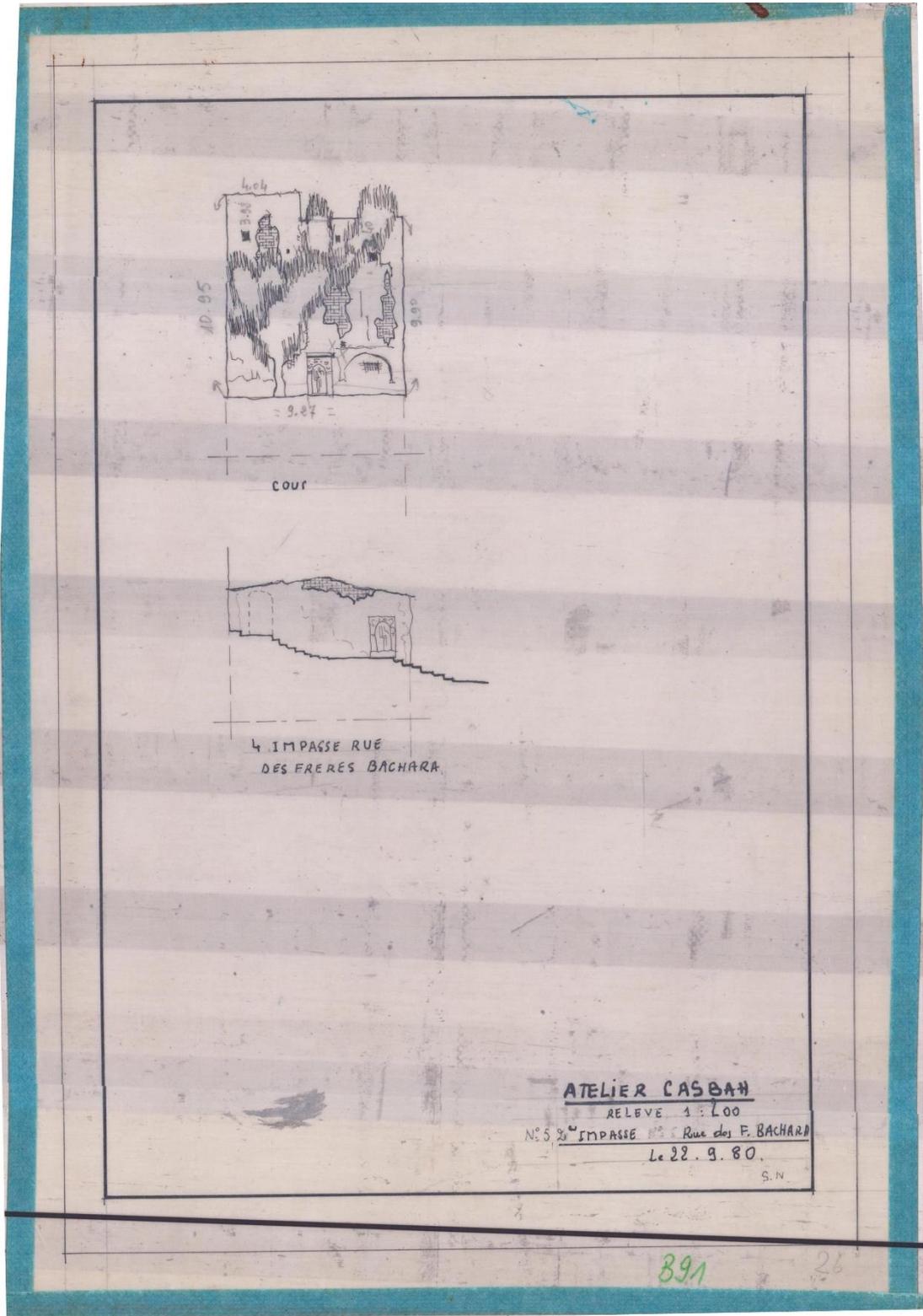
○ **Les transformations sur la maison ont-ils apporté du :**

- Confort Inconfort

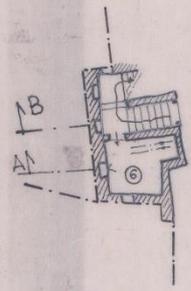
○ **S'il y a inconfort, il est dû à quoi :**

- A la conception initiale
 Aux transformations subies sur la maison
 Au manque d'entretien
 A la vétusté de la construction
 A l'action de l'habitant en vue d'obtenir un logement

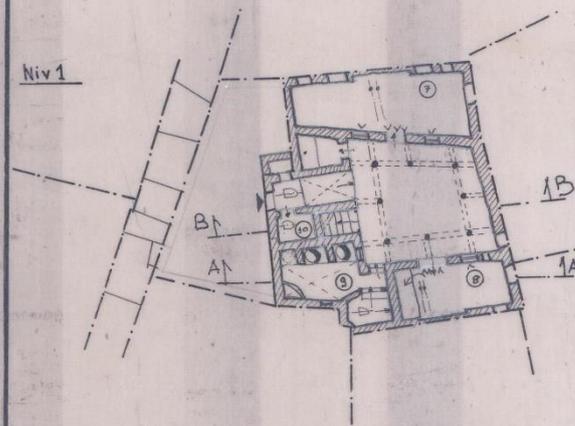
b) Archives



Niv 1 Bis

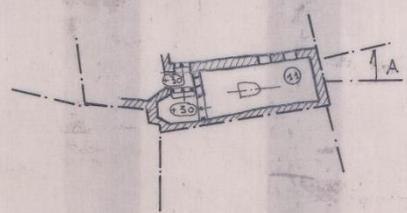


Niv 1



⑨ Dans cette pièce on retrouve un puits (encore ouvert) et un Djeb, c'est aussi un espace où à l'époque on préparait la chaux. cet espace est très humide

Niv 1 SP



⑪ - es pièce de cave avec soupiraux qui donnent sur le patio. inoccupée actuellement

occupation.
 ⑥ cuisine ⑦ ⑧ vieillat & enfants
 ③ buanderie ⑩ débarras

ATELIER CASBAH
 Relevé 1:200
 N°52 IMPASSE Rue des Frères Brocheux
 Le 22.9.80. S.N

897

24

COUPE AA

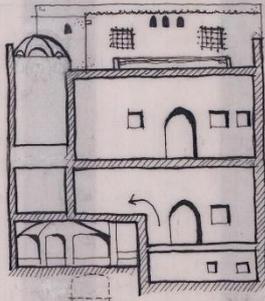
Niv 3

Niv 2

Niv 1 Bic

Niv 1
ENTRÉE

Niv 1 SP

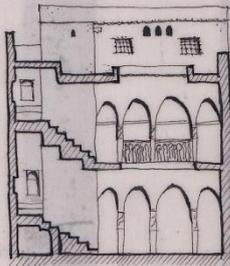


COUPE BB

Niv 3

Niv 2

Niv 1
ENTRÉE



ATELIER CASBAH

Relevé 1:200

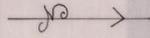
N°59 IMPASSE 5 Rue du F. Bachelard

Le 22.9.80.
S.N.

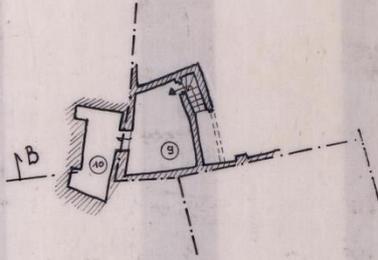
392

25

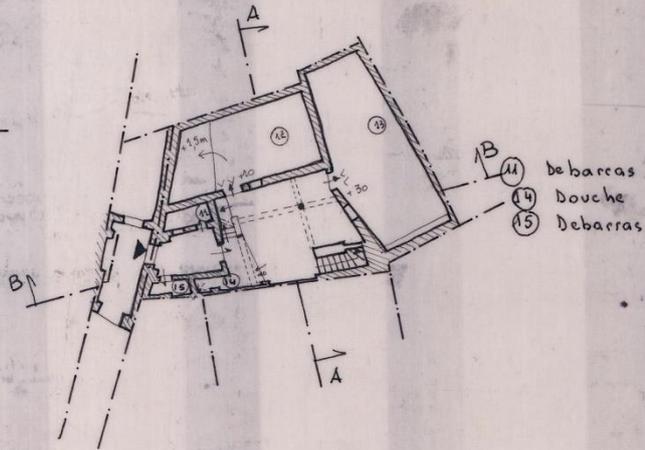
Ilot "L"



Niv 1 Bis



Niv 1



occupation:

9 10 12 13 une même famille

ATELIER CASBAH

Relevé 1:200

N°78 IMPASSE 13 Rue des F. BACHARA

le 1.10.80

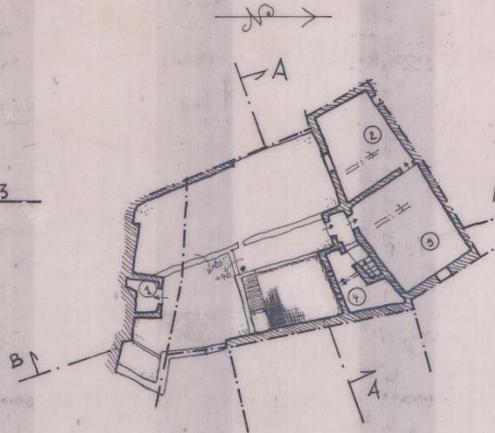
SAHED

891

3/

Ilot L

Niv 3

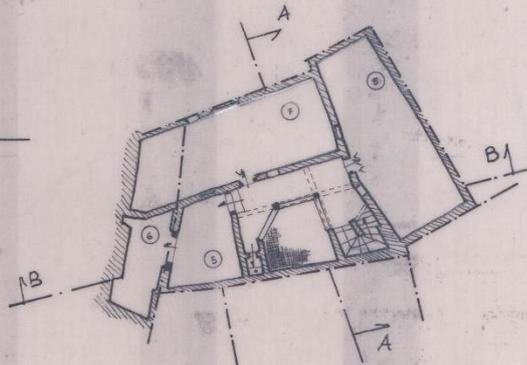


Maison traditionnelle.
remaniée pas de
surrelevation.

- ① Debarras
- ④ cuisine.

Tout les plafonds
sauf ④ ② ③ ont été
refait.
maison très bien conservée
par les occupants.

Niv 2



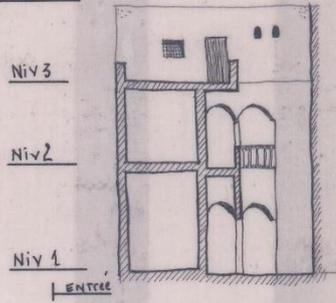
OCCUPATION: bien privé. Les
propriétaires habitent la maison.
② ③ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ une même famille

ATELIER CASBAH

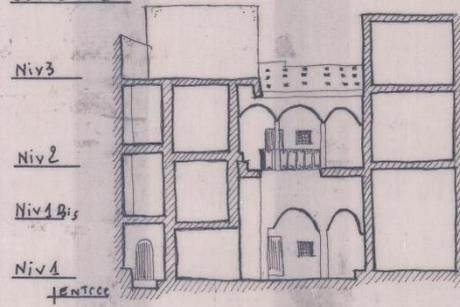
Relevé 1:200
N°7, 2 IMPASSE Rue d'f. Baïlou
Le 1 - 10 - 80
SAHED

891

COUPE AA



COUPE BB



ATELIER CASBAH

Releve 1:200

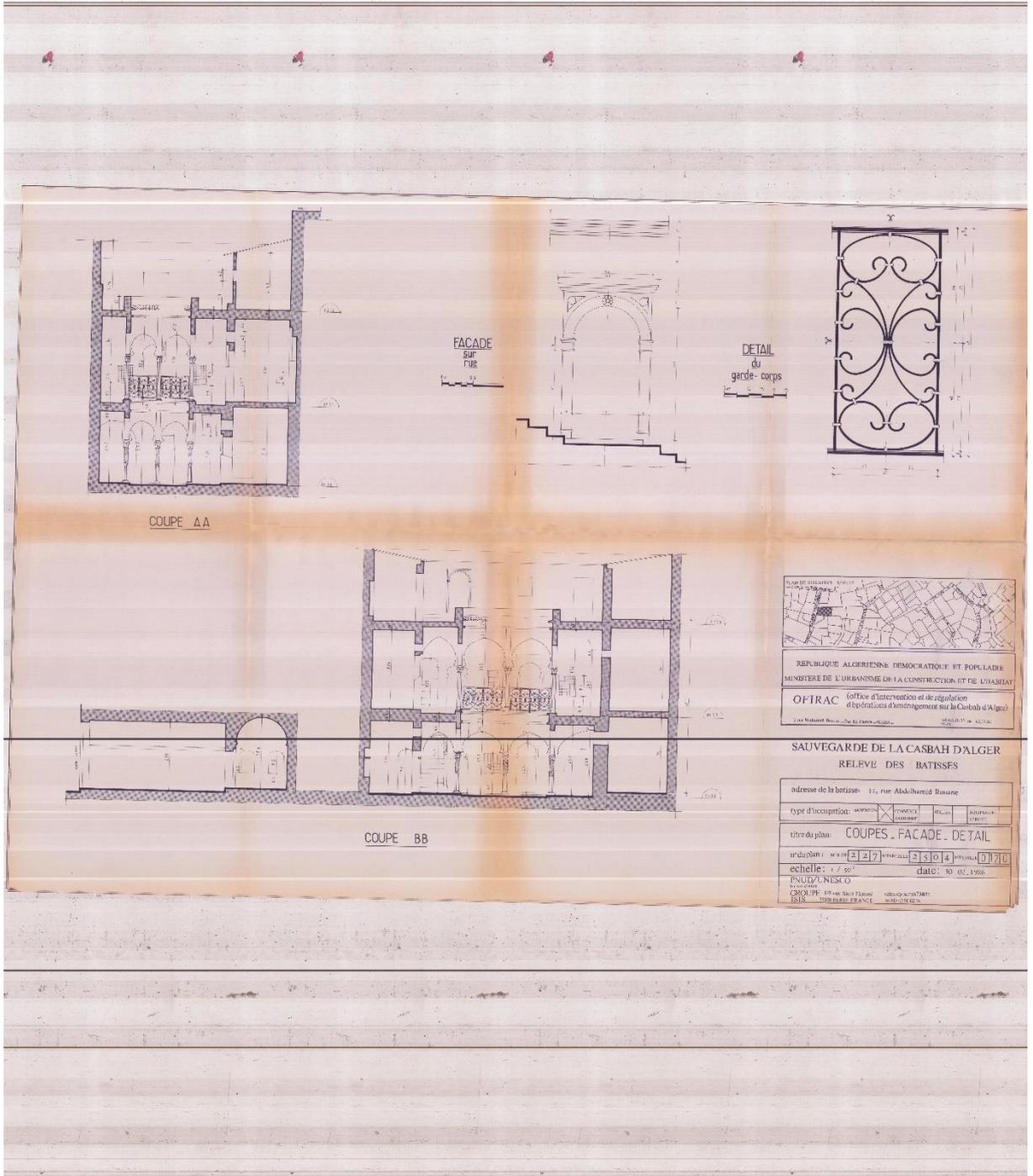
N° 72 IMPASSE Rue des F. BACHATA

Le 1.10.80.

SAHED

891

34



Plan de situation

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DE L'URBANISME DE LA CONSTRUCTION ET DE L'HABITAT
OFIRAC (office d'intervention et de régulation
 d'opérations d'aménagement sur la Casbah d'Alger)
 1 rue Mohamed El-Bachir el-Rai - ALGER - ALGERIE

SAUVEGARDE DE LA CASBAH D'ALGER
RELEVÉ DES BATISSES

adresse de la bâtisse: 11, rue Abd-elhamid Bouane

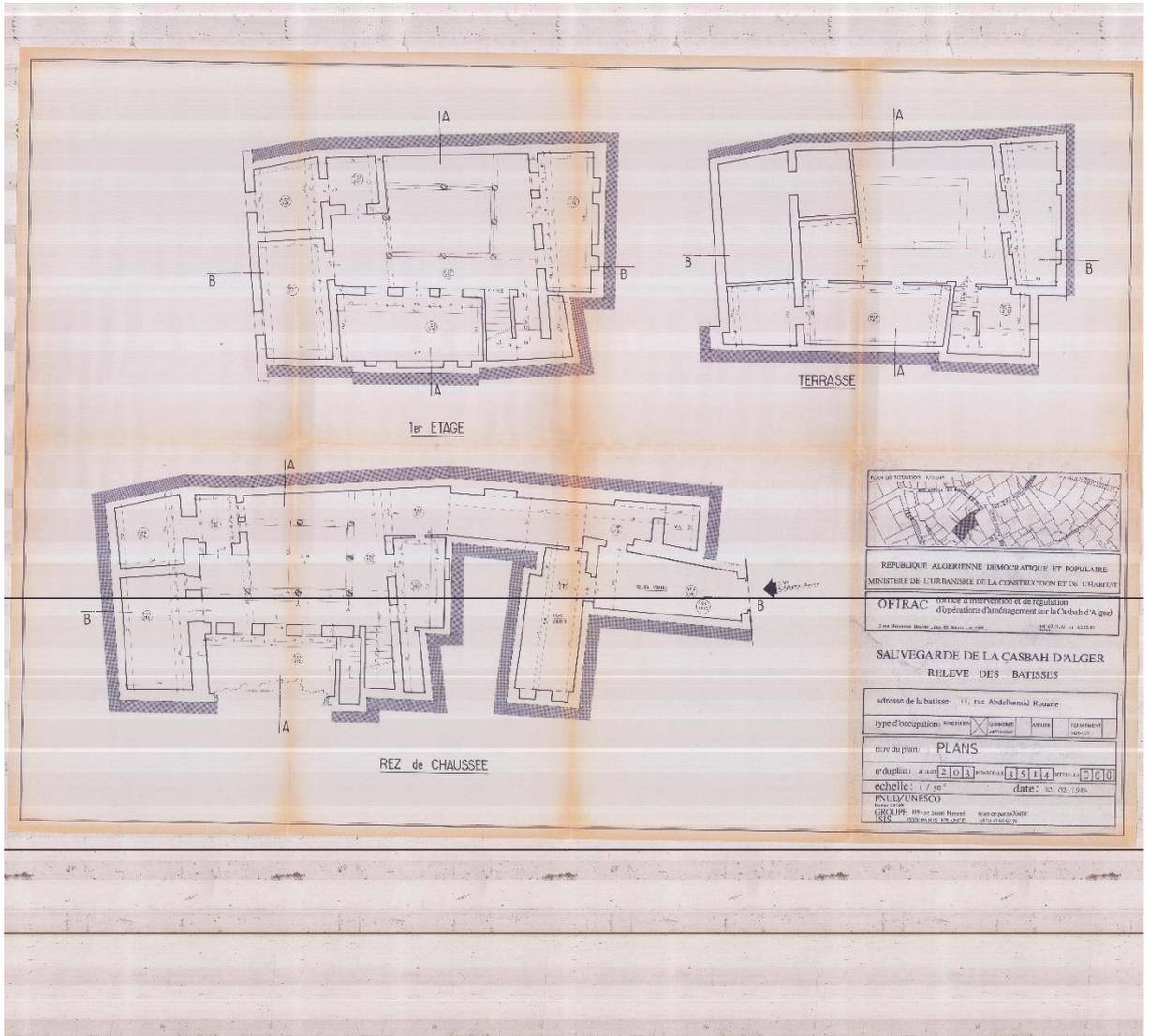
type d'occupation: résidentiel commercial industriel agricole

titre du plan: **COUPES - FACADE - DETAIL**

nr du plan: 2127 / nr de l'acte: 21504 / nr de l'acte: 0070

echelle: 1/500 date: 30.01.1986

INSU/L.N.S.O.
 CASBAH D'ALGER
 BSR - 100 rue Saint-Etienne - ALGER - ALGERIE



PLAN DE SITUATION

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DE L'URBANISME DE LA CONSTRUCTION ET DE L'HABITAT

OFIRAC Office d'intervention et de régulation
 d'opérations d'aménagement sur la Casbah d'Alger

SAUVEGARDE DE LA CASBAH D'ALGER
 RELEVÉ DES BATISSUS

adresse de la bâtisse: 11, rue Abdchamid Rouane

Type d'occupation: HABITAT COMMERCE SERVICES EQUIPEMENTS

titre du plan: PLANS

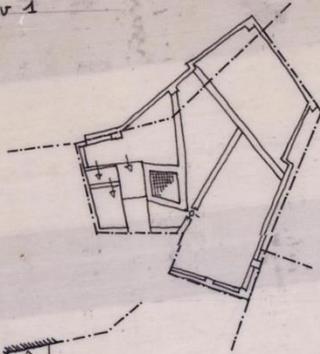
triple plan: 2013 / 2014 / 2014

échelle: 1 / 50^m date: 02.02.1996

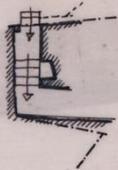
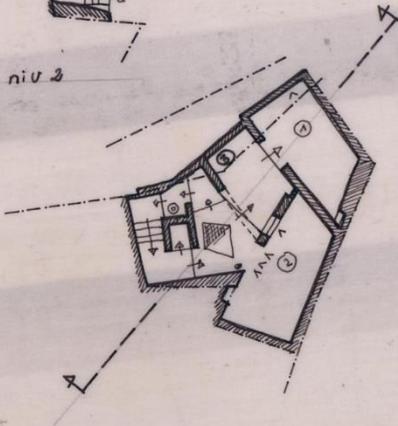
PSUL/UNESCO
 GROUPE DES BÂTIMENTS
 1300, BORDJ EL BAÏT

Lot M

niv. 1



niv. 2

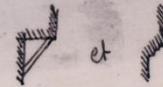


ESPACE: DOUERA
 maison typologie traditionnelle
 remaniée.
 terrasse bon état accessible
 par les w.c.
 revêtement en ciment.

construction: plancher en
 rondins (mouvais état)
 ② est très mal éclairée
 escalier récent.

peinture: chaux hydraulique
 menuiserie: aucune.

en façade



carreaux: tomettes



occupation: maison privée (le propriétaire n'habite pas ici)

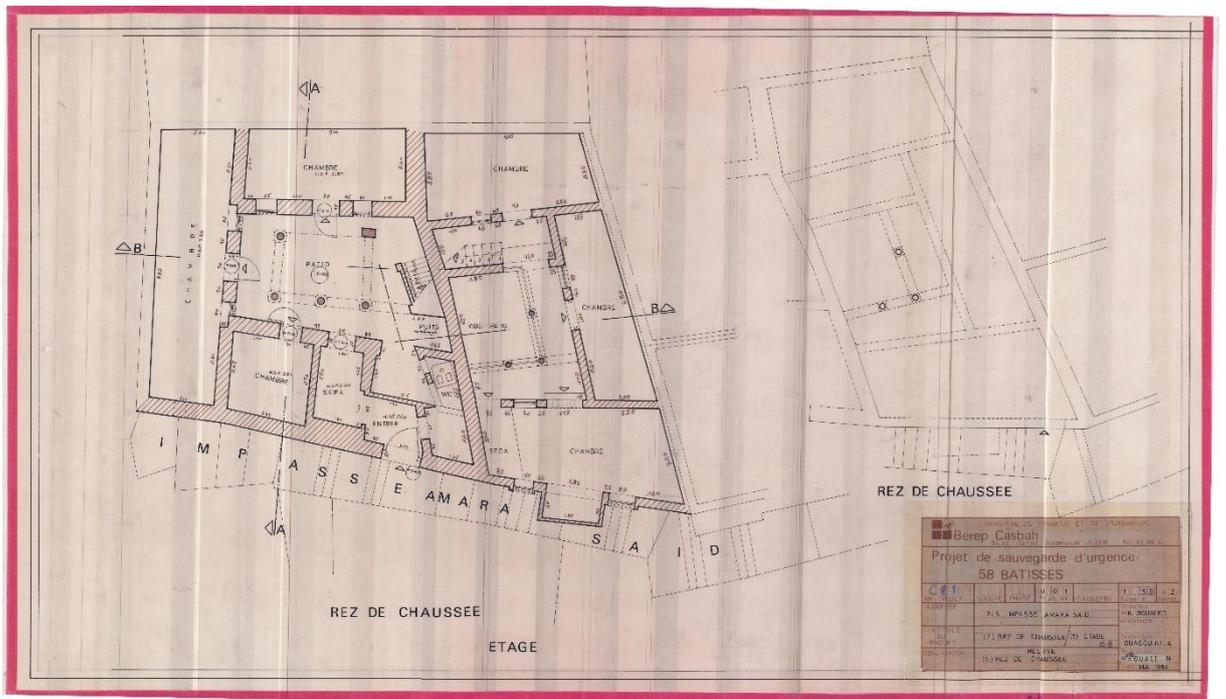
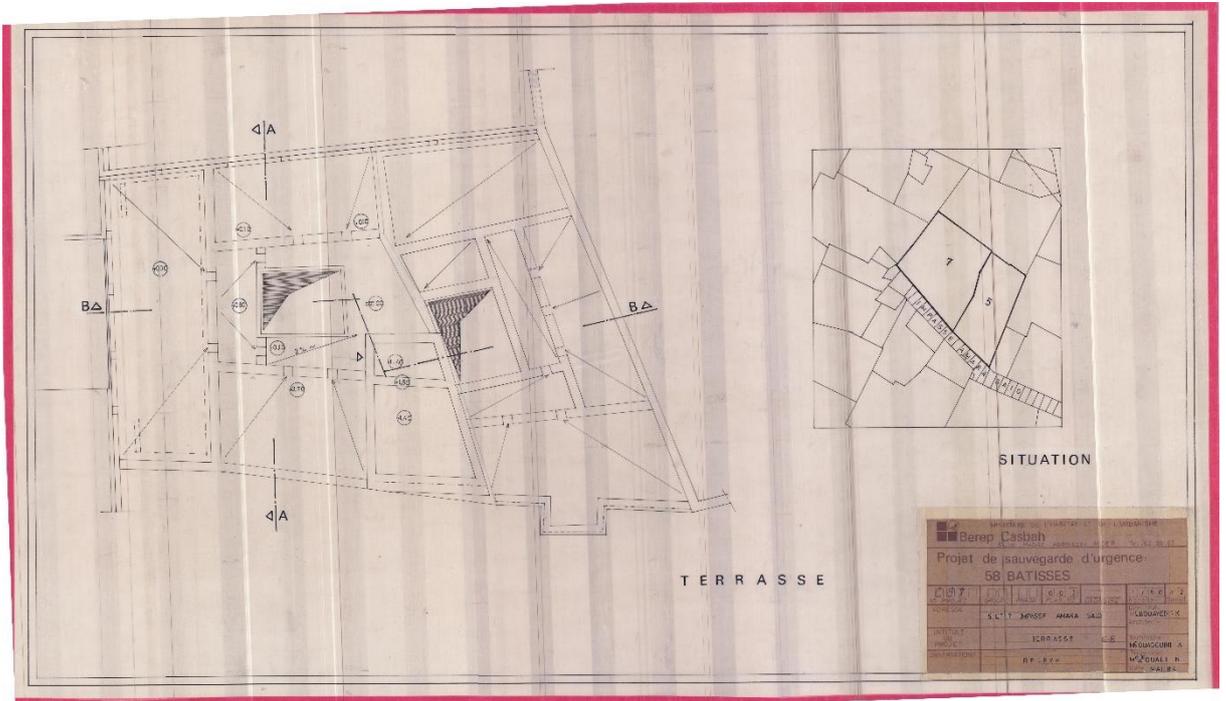
①, ②: 1 mae

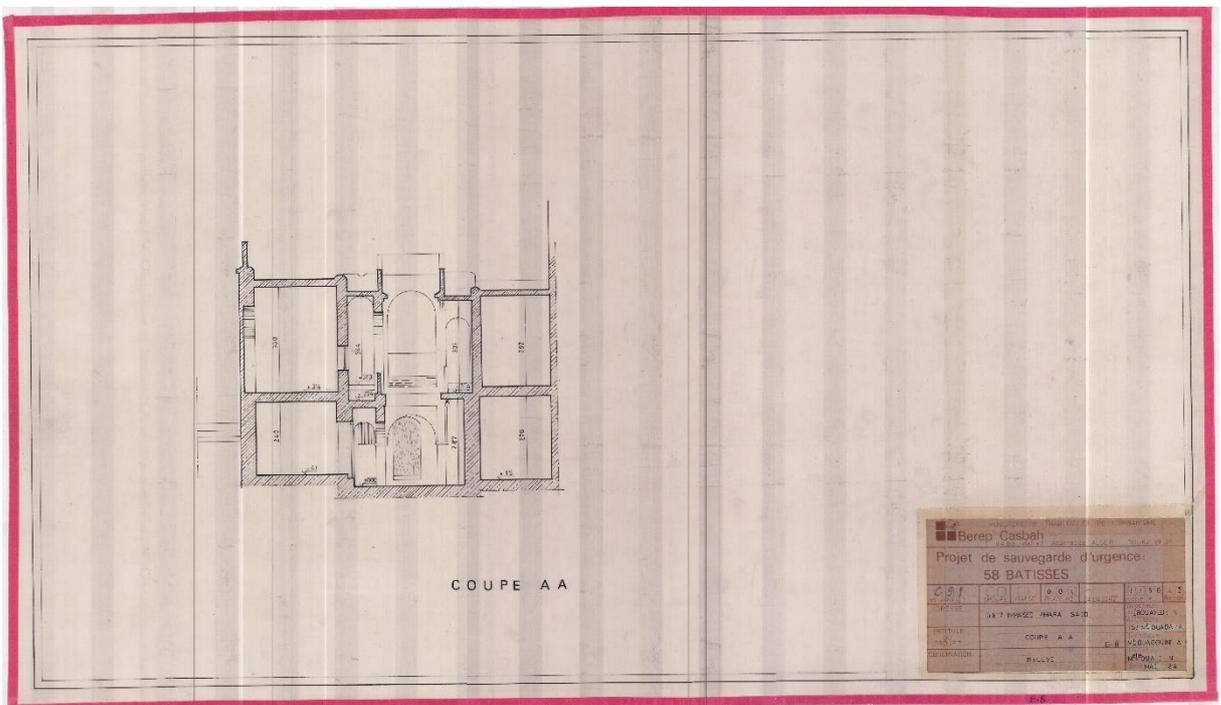
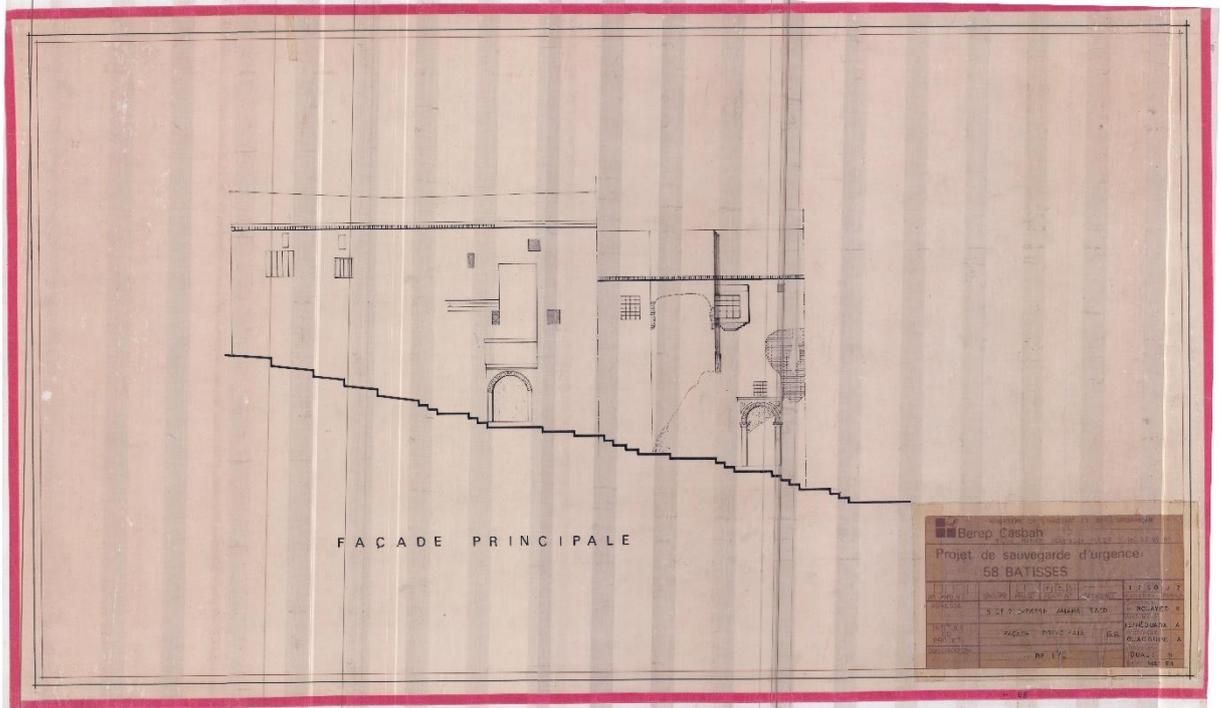
③: coin cuisine

ATELIER CASBAH

Relevé 1: 200

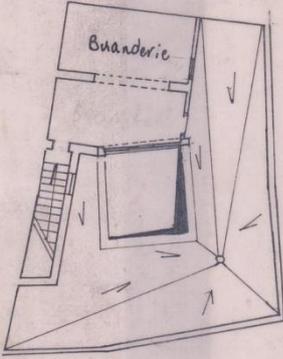
11 rue des frères Bachagha
 27. 9. 80



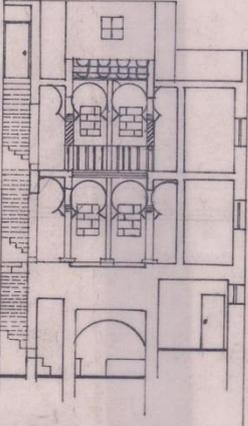


| | | |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|
| REFERENCE 8F34 | ATELIER CASBAH BEREPA | Proposition Aménagement |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|

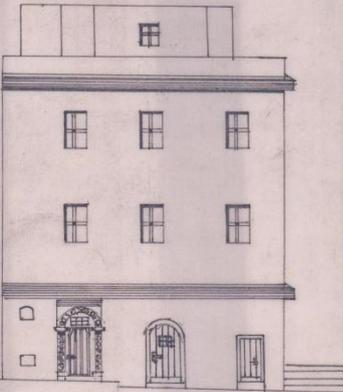
21



NIVEAU TERRASSE



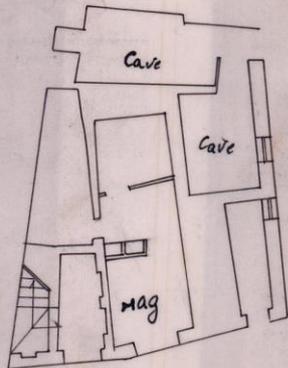
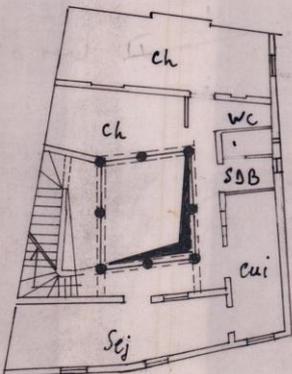
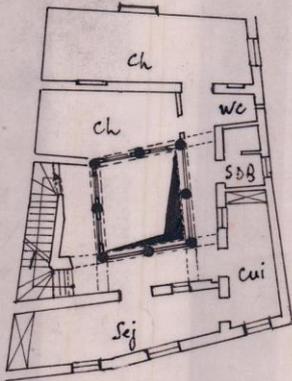
COUPE AB



FAÇADE

Rue des Frères Bachara

| | | | |
|--------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| ORDRE | Phase | Cardastre | Echelle |
| 0 6 | 0 -1 | M ^S ROGOWSKI | 1:200 |
| Architecture | M ^S FERANTA | | Format A 4 |
| Rechnique | M ^S PAVELESCU | | Date Novembre 83 |
| Dessinateur | M ^S DUADA | | |

| | | | | |
|---|---|-------------------------|---|--|
| REFERENCE 8F34 | ATELIER CASBAH/BEREP | | Proposition Aménagement | 19 |
|  | | NIVEAU I | <p>B/ LA NOUVELLE STRUCTURE - CONFORTEMENT : -----</p> | |
|  | | NIVEAU II | <p>B/ LA NOUVELLE STRUCTURE - CONFORTEMENT : -----</p> <p>Sur tous les niveaux, les planchers seront réalisés en béton armé (Dalles avec poutres et chaînages). Pour garder l'aspect d'origine les plafonds seront réalisés en planchers et rondins (ou madriers coupés) sans avoir un rôle porteur.</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'escalier sera aussi refait en béton armé. - Les murs porteurs intérieurs ainsi que les arcades seront refaits en maçonnerie de briques (format ancien) en accord avec la proposition de restauration. - Les anciennes colonnes seront réutilisées. | |
|  | | NIVEAU III | <p>Des interventions des réparations locales pour les murs existants qui sont gardés, seront prévues dans le projet (rejointements, refections de tous les enduits, réparation des lézardes, chaînages locaux).</p> | |
| Ordre <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | Phase <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 | Cardastre | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Format <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> |
| Architecture | M ^S FERHATA | M ^S ROGOWSKI | Date | |
| Technique | M ^S PAVELESCU | | | |
| Dessinateur | M ^S OUADA | | | |

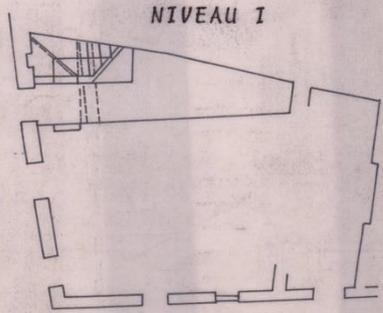
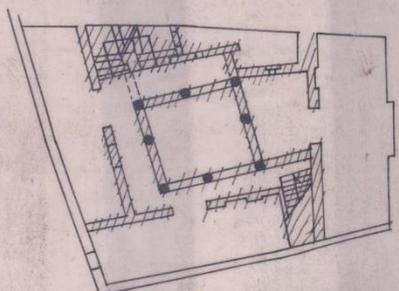
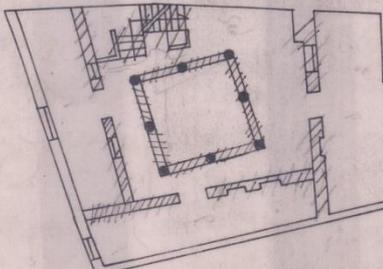
| REFERENCE 8F34 | | ATELIER CASBAH / BEREP | | ÉTAT DES LIEUX | | 16 |
|--|--------------------------|--|-----|-------------------------|---------|------------------|
| <p>NIVEAU I</p>  | | <p>A/ <u>L'ÉTAT ACTUEL</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'état de dégradation des planchers haut du 1er niveau impose la démolition totale et la réfection intégrale. - Les murs porteurs intérieurs et extérieurs pourront être gardés avec des mesures locales de réparation, rejointoiement, réfection des enduits. | | | | |
| <p>NIVEAUX II (PATIO)</p>  | | <ul style="list-style-type: none"> - Le 2^{ème} et le 3^{ème} niveau, les éléments intérieurs porteurs (murs, arcades, planchers) sont dans un état de dégradation très avancé, (zone avec planchers déjà écroulés). - La démolition intégrale des planchers et des murs porteurs intérieurs au 2^{ème} et au 3^{ème} niveau est obligatoire. - Les colonnes seront démontées et réutilisées pour la restauration de la bâtisse. - L'escalier existant qui est dans un état vétuste, sera démolie. | | | | |
| <p>NIVEAU III</p>  | | | | | | |
| ordre | 0 1 | Phase | 0 1 | Cadastre | Echelle | Format |
| Architecture | M ^r FERAHTA | | | M ^r ROGOWSKI | 1:2000 | A 4 |
| Technique | M ^r PAVELESCU | | | | | Date Novembre 83 |
| Dessinateur | M ^r OUBA | | | | | |

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|----|
| RESUME | 1 |
| ABSTRACT | 3 |
| ملخص | 5 |
| REMERCIEMENTS | 6 |
| SOMMAIRE | 8 |
| INTRODUCTION GENERALE | 10 |
| 6. CONTEXTE DE LA RECHERCHE | 11 |
| 7. INTERET DE LA RECHERCHE | 15 |
| 8. FORMULATION DE LA PROBLEMATIQUE | 17 |
| 9. HYPOTHESES ET OBJECTIFS DE L'ETUDE | 20 |
| 10. METHODOLOGIE ET STRUCTURE DE LA RECHERCHE | 24 |
| PREMIERE PARTIE : ETUDE DU PROCESSUS DE TRANSFORMATION DU BATI RESIDENTIEL OTTOMAN D'ALGER | 27 |
| INTRODUCTION | 28 |
| CHAPITRE 01 : ASPECTS BIOCLIMATIQUES A LA CASBAH D'ALGER | 30 |
| 1.1.Données introductives sur l'architecture bioclimatique et la question de l'énergie dans le bâtiment | 31 |
| 1.2.Les principes de l'architecture bioclimatique | 36 |
| 1.2.1. Topographie | 37 |
| 1.2.2. Orientation et implantation | 37 |
| 1.2.3. Compacité | 38 |
| 1.2.4. Matériaux de construction locaux | 39 |
| 1.3.Approche bioclimatique du vieille Alger ottoman | 41 |
| 1.3.1. Site, localisation et orientation | 44 |
| 1.3.2. Morphologie et topographie | 45 |
| 1.3.3. L'architecture résidentielle de la vieille ville d'Alger | 47 |
| 1.3.4. Les typologies des maisons de la Casbah d'Alger | 53 |
| a) Maison wast-al-dar (avec patio) | 54 |
| b) Maison avec chebak | 55 |
| c) Maison avec ulwi | 56 |

| | |
|--|-----|
| CHAPITRE 02 : LE PROCESSUS DE TRANSFORMATION ET SON IMPACT SUR LE CONFORT INTERIEUR DES MAISONS DE LA CASBAH D'ALGER | 57 |
| 2.1. Le vécu dans les maisons de la Casbah d'Alger | 58 |
| 2.2. Processus d'adaptation et de transformation du bâti résidentiel ottoman d'Alger | 67 |
| 2.2.1. Phénomène de transformation/modification | 67 |
| 2.2.2. Type et la nature des transformations | 73 |
| A. Les transformations formelles | 74 |
| A.1. Modification du profil volumétrique | 74 |
| A.2. Modification des ouvertures | 75 |
| A.3. Modification des textures (Matériaux) | 76 |
| B. Les transformations fonctionnelles | 78 |
| B.1. Au niveau des cloisonnements | 78 |
| B.2. Au niveau tridimensionnel | 79 |
| C. Matériaux et savoir-faire traditionnel versus modernité et nouvelles techniques constructives, deux univers bouleversés | 80 |
| CHAPITRE 03 : PRESENTATION DU CORPUS D'ETUDE | 83 |
| 3.1. Le choix de la zone d'étude | 84 |
| 3.2. La méthodologie adoptée | 85 |
| 3.2.1. Les archives de l'OGEBEC | 85 |
| 3.2.2. Investigation In-Situ | 86 |
| a) Enquête et étude de cas | 86 |
| b) Fiches descriptives pour l'identification des transformations | 86 |
| c) Questionnaire | 87 |
| 3.3. Le choix des maisons | 91 |
| 3.4. Le corpus d'étude | 92 |
| 3.4.1. Choix du corpus | 92 |
| 3.4.2. Identification des transformations de manière globale pour chaque cas d'étude | 116 |
| CONCLUSION | 128 |

| | |
|--|-----|
| DEUXIME PARTIE : LE CONFORT HYGROTHERMIQUE DANS LE BATI RESIDENTIEL OTTOMAN D'ALGER | 131 |
| INTRODUCTION | 132 |
| CHAPITRE 01 : DU CONFORT HYGROTHERMIQUE EN GENERAL | 134 |
| 1.1. La notion du confort hygrothermique | 134 |
| 1.2. Evaluation du confort | 141 |
| 1.3. Les paramètres influant sur le confort hygrothermique | 144 |
| 1.3.1. Variables physiques | 144 |
| 1.3.1.1. Température de l'air T_a (° C) | 145 |
| 1.3.1.2. Vitesse de l'air V (m / s) | 145 |
| 1.3.1.3. Humidité RH (%) | 146 |
| 1.3.2. Variables personnelles | 147 |
| 1.3.2.1. Activités et métabolisme M_s (W / m ²) | 148 |
| 1.3.2.2. Vêtue | 149 |
| 1.3.2.3. Âge et sexe | 151 |
| 1.4. La méthodologie adoptée au protocole de mesure | 153 |
| 1.4.1. Mesures in-situ | 153 |
| 1.4.2. Simulation thermodynamique | 154 |
| 1.4.3. Validation des modèles | 158 |
| CHAPITRE 02 : DISCUSSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE PATIO | 160 |
| 2.4. Mesures in-situ | 161 |
| 2.5. Simulation numérique | 169 |
| 2.6. Validation des modèles | 181 |
| CHAPITRE 03 : DISCUSSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE A CHEBAK | 188 |
| 2.1. Mesures in-situ | 188 |
| 2.2. Simulation numérique | 199 |
| 2.3. Validation des modèles | 211 |

| | |
|---|-----|
| CHAPITRE 04 : DISCUSSION DES RESULTATS POUR LA TYPOLOGIE ULWI | 217 |
| 2.1. Mesures in-situ | 217 |
| 2.2. Simulation numérique | 225 |
| 2.3. Validation des modèles | 237 |
| CONCLUSION : SYNTHÈSE COMPARATIVE A PROPOS DU CONFORT HYGROTHERMIQUE DANS LES TROIS TYPOLOGIES DE MAISONS A PATIO, A CHEBEK ET A ULWI | 243 |
| CONCLUSION GÉNÉRALE | 249 |
| REFERENCES | 257 |
| LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX | 267 |
| APPENDICE | 279 |
| a) Questionnaire | 279 |
| b) Archives | 284 |
| TABLE DES MATIÈRES | 298 |



Laboratoire ETAP

THESE DE DOCTORAT
 Architecture, Patrimoine, Bâti et Environnement

**L'IMPACT DES TRANSFORMATIONS COLONIALES ET POST COLONIALES SUR LE
 CONFORT HYGROTHERMIQUE DU PATRIMOINE RÉSIDENTIEL OTTOMAN D'ALGER**

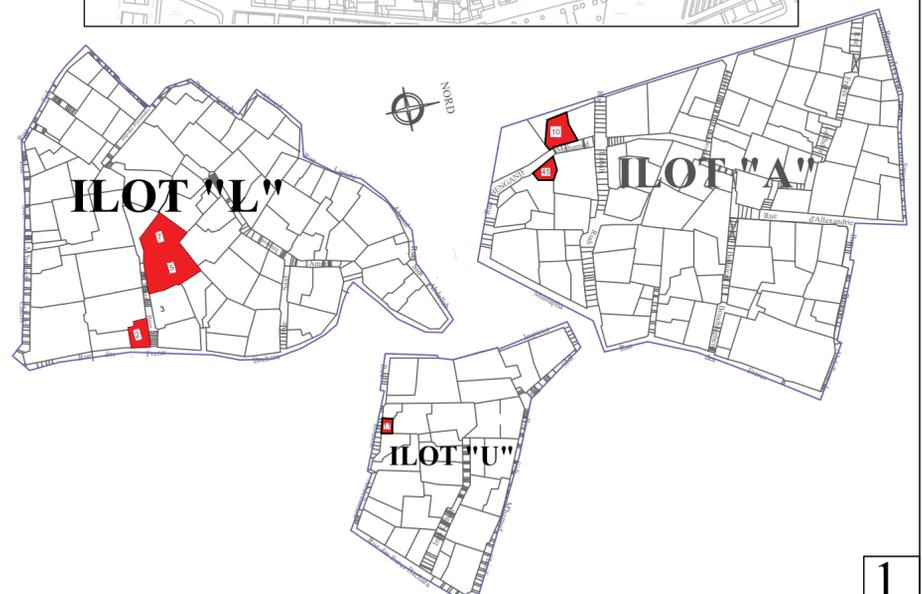
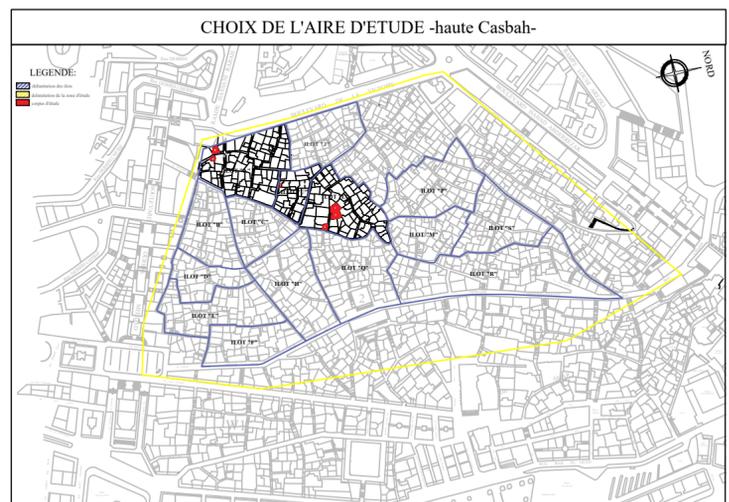
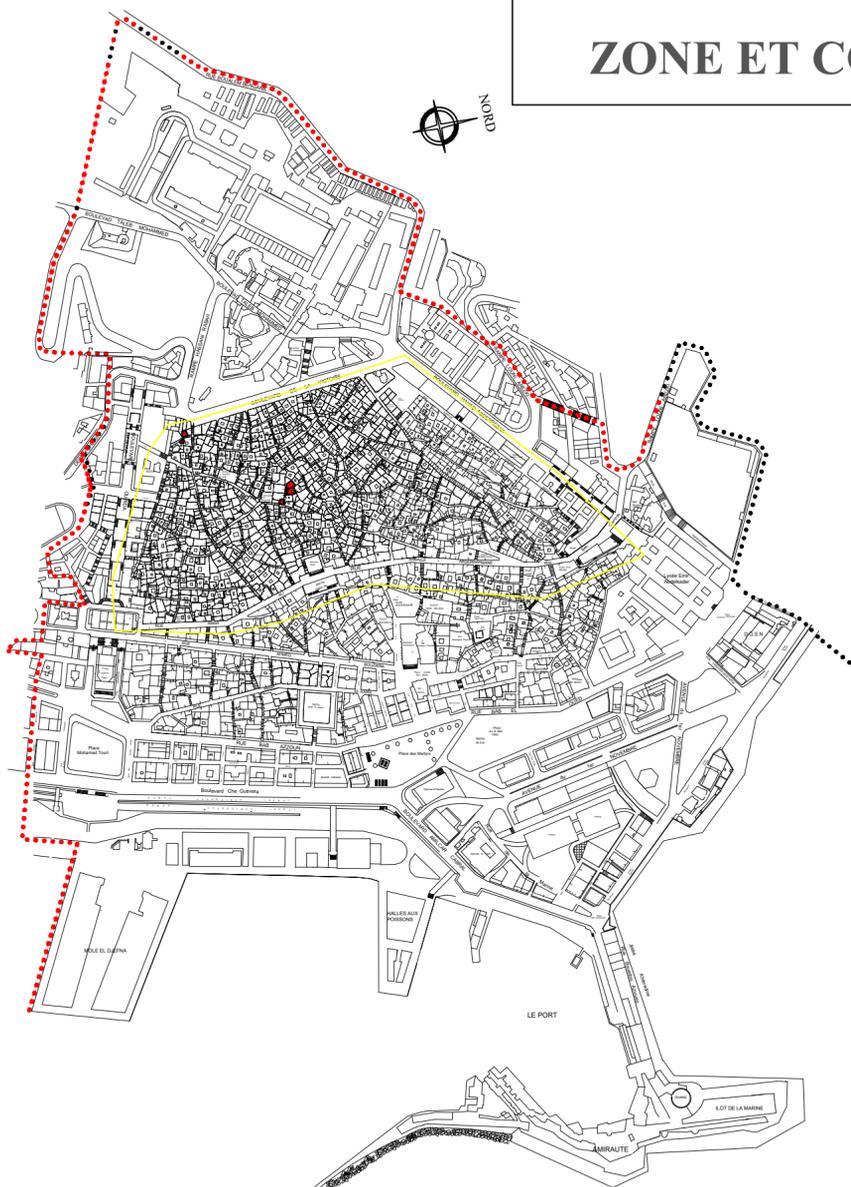
VOLUME II: FICHES DESCRIPTIVES

Présenté par
 BENCHEKROUN Marwa
 Sous la direction:
 CHERGUI Samia
 RUGGIERO Francesco

| Noms et prénoms | Jury | Grade | Institutions |
|------------------------|------------|-------|-------------------------------|
| ABDESSEMED FOUFA Amina | Président | Pr. | Université de Blida 1 |
| ZEMOURI Noureddine | Examineur | Pr. | Université de Biskra |
| HAMID Abdelkader | Examineur | Pr. | Université de Blida 1 |
| NAIMI Meriem | Examineur | Dr. | Université de Blida 1 |
| CHERGUI Samia | Rapporteur | Pr. | Université de Blida 1 |
| RUGGIERO Francesco | Rapporteur | Pr. | Polytechnique de Bari, Italie |

Année universitaire : 2019/2020

PLANCHE N°1
ZONE ET CORPUS D'ETUDE

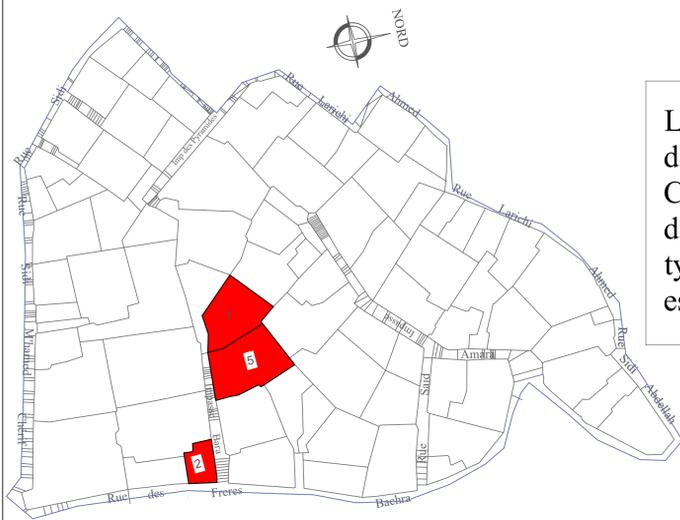


PARTIE I:

FICHES DESCRIPTIVES

2

ILOT "L"



L'ilot "L" contient trois cas de maison; faisant partie du Corpus d'étude choisi, deux d'entre elles sont de typologie patio et la dernière est de typologie "ulwi"

3

Planche N°2 Fiche descriptive MAISON A.1

ELEMENTS PHYSIQUES DE LA MAISON

SITE ET SITUATION

Zone d'étude : secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger.
Ilots : l'ilot "L", d'après le morcellement du PPSMVSS.
Topographie du site : implantation en bord de mer dans la situation la plus favorable de la baie d'Alger, vaste amphithéâtre sur un mamelon recevant les vents d'Est rafraichissants d'été et à l'abri des vents d'hiver.
Configuration de la parcelle : parcelle intermédiaire de forme trapézoïdale, couvrant une superficie de 105 m². La parcelle de droite est en bon état, quant à celle de gauche, elle est en état de dégradation moyenne.
Typologie : cette maison correspond au type connu sous la dénomination "maison à patio"

ETAT DES LIEUX

Position de la maison : La maison est située sur l'impasse rue des frères Bachara, portant le numéro 7 et possède deux cotés mitoyens.
Nombre de façades ouvertes sur rue/impasse : la maison a une seule façade libre donnant sur l'impasse des frères Bachara.
Configuration du wast-ed-dar : il est de forme rectangulaire, de 3.40m de longueur sur 2.50m de largeur et a une seule travée dans chaque arcade.
Nombre de niveaux originaux : la maison a trois niveaux originaux (RDC+2) et une terrasse.
Hauteur Total : 9.80m
Hauteur du 1er niveau : 3.20m
Hauteur du 2ème niveau : 3m
Hauteur du 3ème niveau : 3.40m

ELEMENTS D'ETUDE SOCIALE

Nombre de logements : grande maison unifamiliale abritant plusieurs ménages logeant chacun dans une grande pièce.
Nombre de familles originelles/actuelles : à l'origine deux familles avec des liens familiaux, aujourd'hui trois familles avec des liens familiaux.
Nombre moyen de membres par famille : 2 à 4 personnes par famille.
Type d'occupation : la famille est originelle et propriétaire.



4

Planche N°3 Fiche descriptive MAISON A.1

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

NIVEAU REZ-DE-CHAUSSEE

Changement d'usage des espaces : aucun réaménagement n'a été établi. Cependant, un changement fonctionnel a été opéré; deux anciennes chambres transformées en deux cuisines et "bit el-sabun" a été transformé en salle de bain avec douche.
Etat de bit-el-sabun (buanderie) : elle donne sur wast-ed-dar, de forme rectangulaire, de 1m² de superficie, le système d'évacuation a été réadapté, actuellement elle sert de douche.
Présence de sedda originelle : au niveau d'une des anciennes chambres transformée en cuisine se trouve une sedda, actuellement utilisée en tant que débarras. Une autre sedda existe en demi hauteur, on y accède par quatre marches depuis le wast-ed-dar, à l'origine elle était utilisée comme chambre mais actuellement elle est inhabitable et en mauvais état. On y détecte un taux d'humidité très élevé ainsi qu'une perte de matière.
Puit/djeb : à l'origine existait un puit au niveau de bit-el-sabun, qui a été obstrué. Actuellement il n'est plus fonctionnel.
Nombre de cuisines aménagées : deux cuisines de grandes dimensions ont été aménagées au niveau du RDC (une de 7m² de superficie et l'autre de 14m²). Toutes deux donnent sur wast-ed-dar. On remarque l'installation des cuisinières au niveau des deux cuisines et celle ayant une sedda aménagée a un taux d'humidité moindre que la seconde.
obstruction d'ouvertures originelles : toutes les ouvertures liées à la ventilation au niveau du patio ont été obstruées.
Introduction et utilisation de nouveaux matériaux : l'utilisation d'enduit contemporain (ciment et plâtre), le changement du revêtement du sol (granito) et du marbre au pourtour du wast-ed-dar, mais aussi la peinture sur les colonnes de la galerie, remploi de la céramique dans certaines parties du wast-ed-dar.
Introduction des appareils électroniques : au niveau du RDC, l'utilisation de 2 cuisinières, 2 frigidaires, 2 machines à laver, 1 micro-onde et une chaudière.

FIGURES



5

Planche N°4 Fiche descriptive MAISON A.1

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

PREMIER NIVEAU

Nombre de salles d'eaux aménagées (SDB+WC) : au niveau du premier étage aménagement d'une toilette qui n'existait pas à l'origine, de forme rectangulaire, de 1m² de superficie.
présence de points d'eau au niveau du patio : l'aménagement de deux points d'eau au niveau de la galerie (deux lavabos).
époque d'ouverture coloniale : le rajout de deux ouvertures datant de l'époque coloniale, chacune dans l'une des chambres du premier étage.
Introduction de plancher contemporain : le plancher dans toute la maison a été changé avec introduction de plancher contemporain à hourdis.
Céramique originelle : le remploi de la céramique originelle au niveau des cadres des ouvertures donnant sur le patio.
Type d'enduit sur mur : l'utilisation d'enduit contemporain (plâtre) et utilisation de la peinture glycérophthalique dans les chambres. L'utilisation de la faïence au niveau de la galerie a causé un taux d'humidité élevé engendrant une perte de matière plus importante au niveau du plafond.
revêtement du sol : la réutilisation de l'ancien revêtement, ce qui a créé un désordre dans l'ensemble de la bâtisse.
Introduction et utilisation de nouveaux matériaux : utilisation du béton, du plâtre et du ciment, l'introduction de la faïence, le remploi de l'ancienne céramique surtout au niveau du cadre des ouvertures. Au niveau de la galerie a eu le changement du plancher en bois.
Introduction des appareils électroniques : au niveau du 1er étage, l'utilisation d'un PC portable, 1 TV plasma, un ventilateur et un climatiseur.

FIGURES



Planche N°6

Fiche descriptive
MAISON A.2

ELEMENTS PHYSIQUES DE LA MAISON

SITE ET SITUATION

Zone d'étude : secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger.

Ilots : l'ilot "L", d'après le morcellement du PPSMVSS.

Topographie du site : implantation en bord de mer dans la situation la plus favorable de la baie d'Alger, vaste amphithéâtre sur un mamelon recevant les vents d'Est rafraichissants d'été et à l'abri des vents d'hiver.

Configuration de la parcelle : parcelle intermédiaire de forme rectangulaire couvrant une superficie de 120 m². La parcelle de droite est en bon état et celle de gauche est en dégradation extrême (état de ruine).

Typologie : cette maison correspond au type connu sous la dénomination "maison à patio", maison à wast-ed-dar, connue sous le nom de "dar-el-karma", en rapport avec un figuier à l'entrée de la maison.

ETAT DES LIEUX

Position de la maison : la maison est située sur l'impasse rue des frères Bachara et porte le numéro 5, elle possède deux cotés mitoyens.

Nombre de façades ouvertes sur rue/impasse : la maison a une seule façade libre donnant sur l'impasse des frères Bachara.

Configuration du wast-ed-dar : il est de forme rectangulaire, de 3.60m de longueur sur 3m de largeur, compte une superficie de 10.8m² et a deux travées dans chaque arcade.

Nombre de niveaux originels : la maison a deux niveaux originels (RDC+2) et une terrasse dont une partie est aménagée en Menzah.

Hauteur Total : 10.40m

Hauteur du 1er niveau : 3.60m

Hauteur du 2ème niveau : 3.80m

Hauteur du 3ème niveau : 3m

ELEMENTS D'ETUDE SOCIALE

Nombre de logements : grande maison unifamiliale abritant plusieurs ménages logeant chacun dans une ou plusieurs pièces.

Nombre de familles originelles/actuelles : à l'origine deux familles avec liens familiaux, aujourd'hui quatre familles sans aucun liens familiaux.

Nombre moyen de membres par famille : 2 à 5 personnes par famille.

Type d'occupation : squatteurs

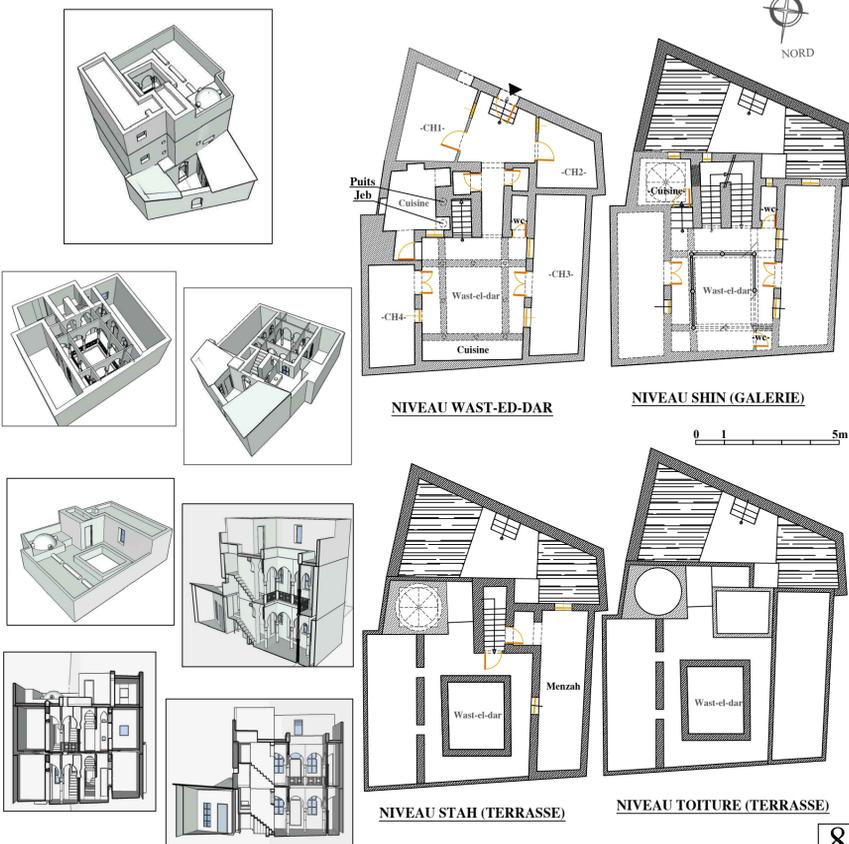


Planche N°7

Fiche descriptive
MAISON A.2

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

NIVEAU REZ-DE-CHAUSSEE

- Changement d'usage des espaces :** le changement fonctionnel de l'ancienne buanderie en cuisine et de l'ancienne cuisine en chambre à coucher.
- Etat de bit-el-sabun (buanderie) :** elle donne sur wast-ed-dar; de forme irrégulière, on y accède en descendant deux marches par rapport au niveau du wast-ed-dar, de 9m² de superficie, elle contenait un jeb et un puits. Le système d'évacuation a été réadapté, actuellement elle est transformée en cuisine.
- Présence de sedda originelle :** au niveau d'une des grandes pièces donnant sur wast-ed-dar, se trouve une grande sedda faisant la moitié de la superficie de la pièce, actuellement utilisée à titre de grenier ou une chambre a été aménagée.
- Puit/djeb :** présence d'un puit et d'un jeb au niveau de l'ancienne buanderie qui ne sont plus fonctionnels, le puit est obstrué et rempli de gravats.
- Nombre de cuisines aménagées :** deux cuisines ont été aménagées au niveau du RDC, une ancienne buanderie a été transformée en une cuisine de 9m² de superficie et l'aménagement d'une autre par la fermeture d'une partie de la galerie, toutes deux donnent sur wast-el-dar. On note l'installation des cuisinières dans les deux cuisines.
- Aménagement de nouveaux espaces :** la construction de deux nouvelles pièces à l'entrée de la maison, servant de cour à l'origine. Cette transformation a engendré le changement de la position de l'accès de la maison.
- Nombre d'ouvertures récentes :** l'ouverture d'une fenêtre dans les deux pièces construites à l'entrée de la maison, une autre ouverture au niveau de la cuisine aménagée au niveau de la galerie du wast-ed-dar.
- présence de points d'eau :** l'aménagement d'un point d'eau au niveau de l'entrée de la maison.
- Type de couverture récente :** la couverture pour les deux pièces rajoutées est précaire, il s'agit d'une couverture en tole et eternite.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux :** l'utilisation d'enduit contemporain (ciment et plâtre) et de peinture. Tous les enduits sont déteriorés et les revêtements vieillissants ont disparu ou sont en très mauvais état.
- Introduction des appareils électroniques :** l'utilisation de 2 cuisinières, 2 frigidaires, 2 machines à laver, une chaudière, 1 micro-onde, 1 PC, 2 TV et 2 climatiseurs.

FIGURES

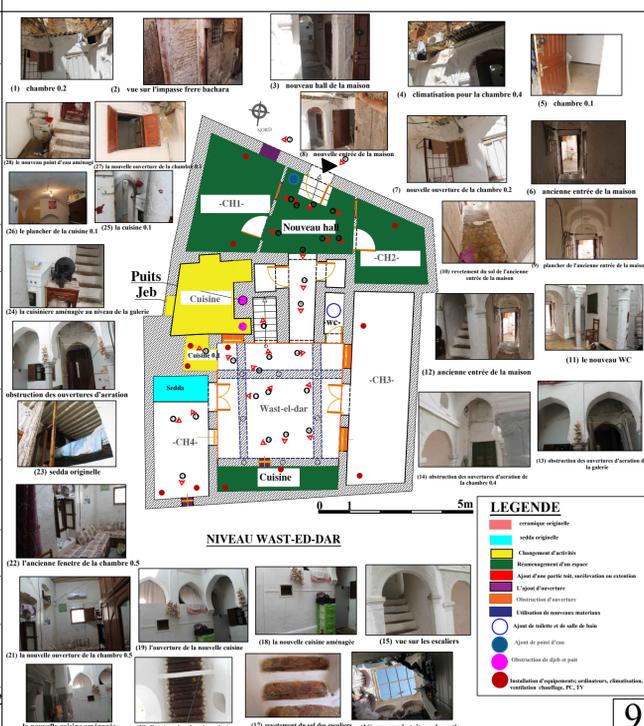


Planche N°8

Fiche descriptive
MAISON A.2

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

PREMIER NIVEAU

- partage des espaces originels :** chaque chambre a été privatisée pour une famille de 4 personnes avec fermeture des deux galeries latérales ou on y accède par une porte.
- Aménagement de nouveaux espaces :** la fermeture des deux galeries a engendré l'aménagement d'une cuisine au niveau de la galerie avec installation d'une cuisinière.
- Etat de la cuisine originelle :** l'ancienne cuisine est toujours fonctionnelle, on y accède par trois marches. Le plancher est une coupole en bon état, contrairement à la cheminée conçue pour dégager l'air vers l'extérieur, qui a été obstruée. Elle couvre une superficie de 5m².
- présence de points d'eau au niveau du patio :** l'aménagement de deux points d'eau au niveau de la galerie (deux lavabos)
- Etat des sanitaires originelles :** le WC est toujours fonctionnel, de forme rectangulaire et de 2m² de superficie.
- Type de plancher originel :** le plancher originel de la maison est en état de dégradation totale. On remarque la présence de moisissure et de champignons au niveau du bois.
- revetement du sol :** le revêtement du sol dans toute la maison est d'origine, il est dans un état de dégradation totale, y compris l'ardoise des escaliers.
- Système d'aération :** au niveau de la cuisine originelle, le système d'aération était une cheminée, actuellement obstruée. Les sorties au niveau des terrasses ont été fermées.
- Obstruction d'ouverture originelles :** la fermeture de certaines ouvertures d'aération situées au niveau du wast-ed-dar et des galeries du 1er étage à l'aide de planches en bois très fines.
- Type d'enduit sur mur :** l'utilisation d'enduit contemporain (plâtre) et l'utilisation de la peinture glycérophtalique dans les chambres. Ceci a causé un taux d'humidité élevé engendrant une perte de matière.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux :** l'utilisation du béton, du plâtre, du ciment et de la peinture.
- Introduction des appareils électroniques :** l'utilisation de 2 cuisinières, 2 frigidaires, 1 PC portable, 2 TV plasma, 2 climatiseurs.

FIGURES



Planche N°9

Fiche descriptive
MAISON A.2

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

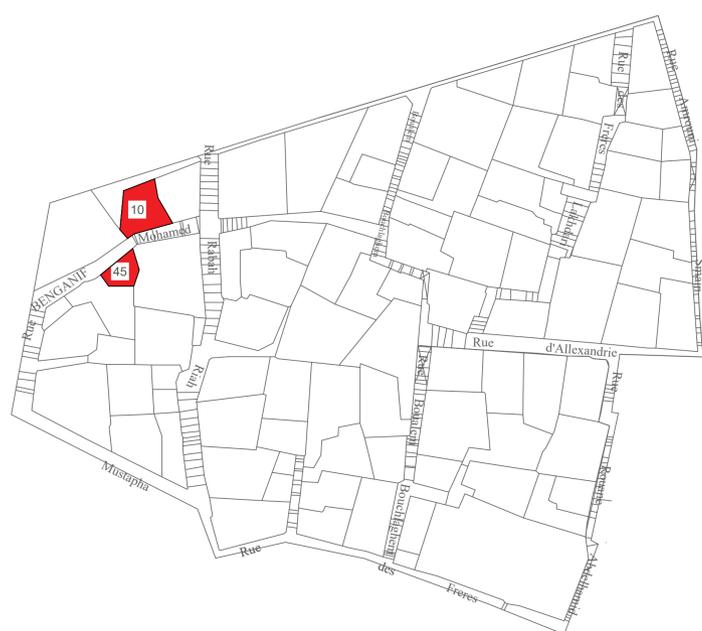
NIVEAU MENZAH/ TERRASSE

- Réaménagement du Menzah en pièces :** l'ancien Menzah a été réaménagé en deux grandes pièces, actuellement réaménagé en une seule pièce.
- Nombre d'ouverture récentes :** au niveau du Menzah, l'espace a été réaménagé avec ouverture d'une grande fenêtre au milieu de la pièce.
- Obstruction d'ouverture originelle :** au niveau du Menzah les deux grandes ouvertures originelles ont été fermées.
- Type de couverture du patio :** le patio a été couvert par des barres en fer, qui, à cause de la pluie, souffrent de corrosion, lequel est couvert par une bâche en plastique pendant la période hivernale et retirée en été,
- revetement du sol :** l'utilisation du granito au niveau du menzah et conservation d'un revêtement originel au niveau des escaliers.
- Le plancher originel :** le plancher est en rondins de bois et plâtre. L'ensemble des planchers de la terrasse connaissent des infiltrations d'eaux pluviales.
- Type d'enduit sur mur :** l'utilisation d'enduit contemporain (plâtre) et de la peinture au niveau du menzah. Dans certaines parties du mur on remarque une perte de matière.
- Les évacuations/raccordements :** les raccordements de l'ensemble des pièces d'eau ainsi que les descentes présentent de nombreuses ruptures causant des fuites permanentes.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux :** l'utilisation du béton, du plâtre, du ciment et de la peinture pour le menzah, la cuisine originelle et au niveau des galeries. Utilisation du plastique pour la couverture du patio.
- Introduction des appareils électroniques :** l'utilisation d'un climatiseur; TV intra et un PC.

FIGURES



ILOT "A"



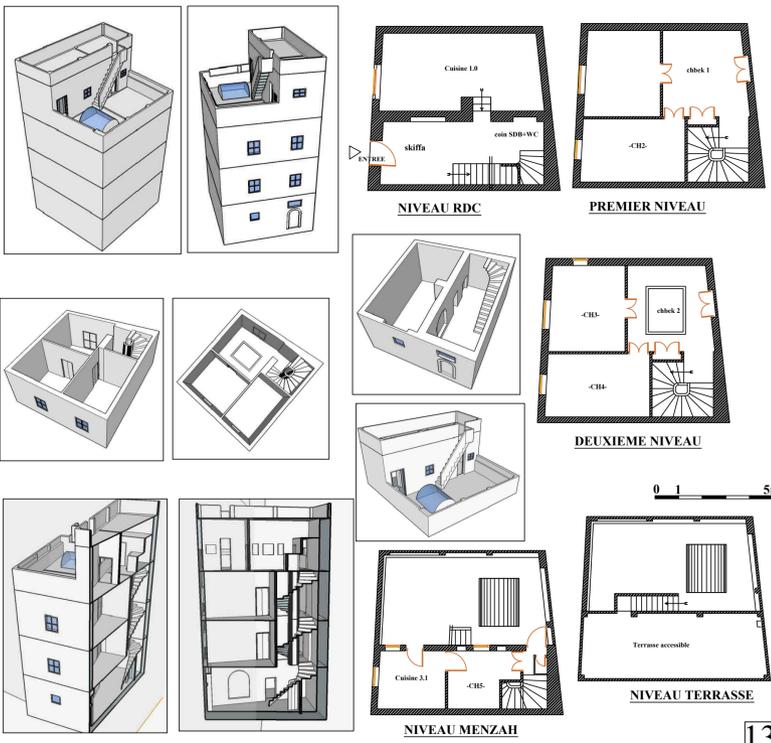
L'ilot "A" contient deux cas de maison; faisant partie du corpus d'étude choisi. Les deux maisons sont de typologie "chebek".

12

Planche N°10 Fiche descriptive MAISON B.1

ELEMENTS PHYSIQUES DE LA MAISON

| SITE ET SITUATION | |
|--|--|
| Zone d'étude : secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger. | |
| Ilots : l'ilot "A", d'après le morcellement du PPSMVSS. | |
| Topographie du site : implantation en bord de mer dans la situation la plus favorable de la baie d'Alger, vaste amphithéâtre sur un mamelon recevant les vents d'Est rafraichissants d'été et à l'abri des vents d'hiver. | |
| Configuration de la parcelle : parcelle intermédiaire de forme irrégulière, couvre une superficie de 54 m ² . Cette dernière était accolée à celle de droite avec un puit en commun. La maison a un problème d'infiltration et de remontées capillaires influant sur notre spécimen d'étude. C'était une "dar" devenue "dwira". Le dos de la maison est délimité par des baraques. | |
| Typologie : cette maison correspond au type connu sous la dénomination "maison à chebek" | |
| ETAT DES LIEUX | |
| Position de la maison : la maison est située sur la rue Mohamed Benghanif portant un numéro 10 avec trois cotés mitoyens ; deux maisons traditionnelles en état moyen et des baraques. | |
| Nombre de façades ouvertes sur rue/impasse : la maison a une seule façade libre donnant sur la rue Mohamed Benghanif. | |
| Configuration du chebek : il est de forme rectangulaire, de 2.05m de longueur sur 1.70m de largeur et couvre une superficie de 3.50m ² . | |
| Nombre de niveaux originaux : la maison a trois niveaux originaux (RDC+2) et une terrasse. | |
| Hauteur Total : 14.40m | |
| Hauteur du 1er niveau : 3.80m | |
| Hauteur du 2ème niveau : 3.20 m | |
| Hauteur du 3ème niveau : 3.20m | |
| ELEMENTS D'ETUDE SOCIALE | |
| Nombre de logements : trois logements abritant plusieurs ménages logeant chacun dans une ou plusieurs pièces. | |
| Nombre de familles originelles/actuelles : à l'origine une famille avec des liens familiaux, aujourd'hui trois familles avec des liens familiaux. | |
| Nombre moyen de membres par famille : 1 à 5 personnes par famille. | |
| Type d'occupation : la famille est originelle et elle est propriétaire | |

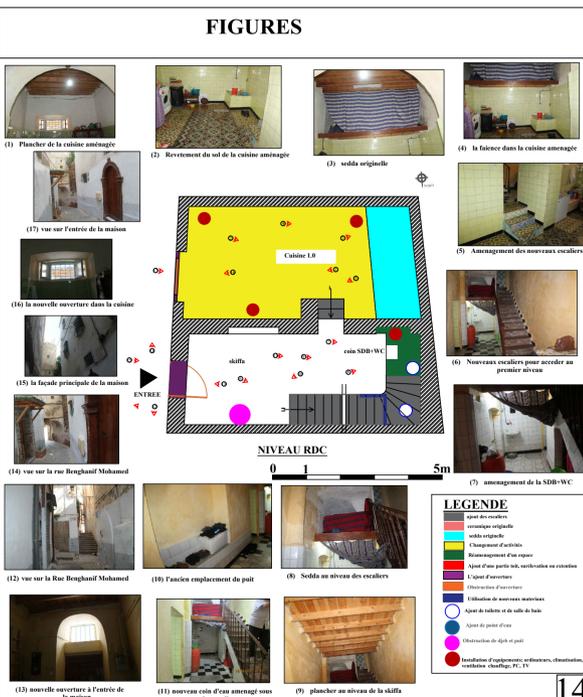


13

Planche N°11 Fiche descriptive MAISON B.1

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

| NIVEAU REZ-DE-CHAUSSEE | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Changement d'usage des espaces : le changement fonctionnel de l'ancienne production de café en une cuisine et de l'ancienne cuisine en chambre à coucher. Présence de sedda originelle : dans l'actuelle cuisine, présence d'une sedda utilisée actuellement en tant que débarras. Etat de bit-el-sabun (buanderie) : c'est un espace ouvert avec un coin sous les escaliers, ou la lessive et la douche étaient effectuées. Puit/djeb : présence d'un puit en commun entre cette maison et celle d'à côté, par la suite les deux maisons ont été séparées. Actuellement, ce puit a été obstrué et n'est plus fonctionnel. Nombre de cuisines aménagées : une nouvelle cuisine a été aménagée à la place de l'ancienne production de café avec changement de position de l'entrée. Nombre de salles d'eaux aménagées : une salle de bain et un WC ont été aménagés dans le coin situé sous les escaliers. Nombre d'ouvertures récentes : l'ouverture d'une grande fenêtre au niveau de l'actuelle cuisine prenant la place de l'ancienne porte. position des escaliers : les escaliers menant au premier niveau ont été rajoutés après le changement fonctionnel de l'ancienne production de café avec transformation de la position de l'entrée. revêtement du sol : le revêtement du sol n'est pas originel et a été remplacé par du granito, y compris au niveau des escaliers. Type d'enduit sur mur : c'est la seule maison qui utilise de la chaux batard contemporain (chaux et ciment) pour chauler la maison chaque année. Type de plancher (chaux et ciment) : l'ancien planché a été substitué par un bois contemporain pour garder l'authenticité et la pérennité de la maison. Introduction des appareils électroniques : l'utilisation d'une cuisinière, un frigidaire, une machines à laver et une chaudière. | |

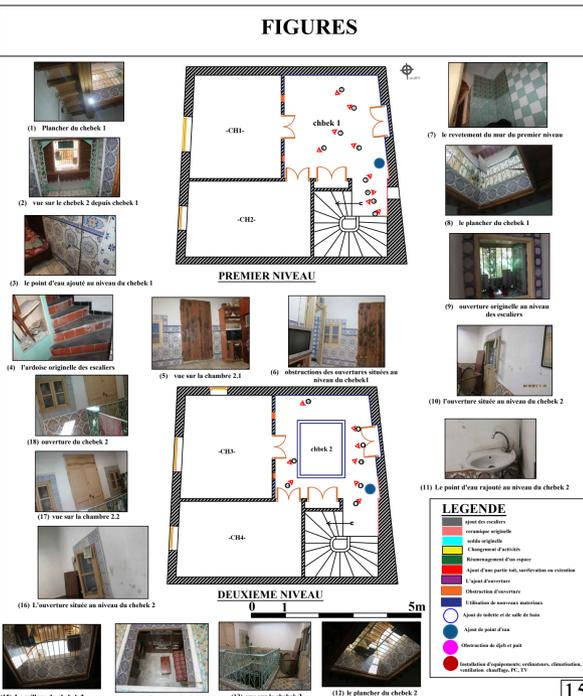


14

Planche N°12 Fiche descriptive MAISON B.1

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

| PREMIER ET DEUXIEME NIVEAU | |
|--|--|
| Comme les deux niveaux sont identiques nous allons étudier leurs transformations en meme temps. | |
| <ul style="list-style-type: none"> présence de points d'eau au niveau du chebek : l'aménagement de deux points d'eau au niveau du chebek sur les deux niveaux (deux robinets). Type de plancher : le plancher originel en bois a été remplacé par le plancher contemporain (faux plafond) Utilisation de la céramique originelle : le remploi de la céramique parties du mur avec un revêtement contemporain (ciment) dans certaines parties du mur et au niveau des cadres des portes . Nombre d'ouvertures récentes : l'ouverture d'une fenêtre au niveau d'une des grandes chambres à coucher donnant sur la façade principale. revêtement du sol : le revêtement du sol n'est pas d'origine, il a été remplacé par la dalle de sol avec présence d'ardoise originelle en très bon état au niveau des escaliers . Type d'enduit sur mur : introduction de la faillence sur les murs du chebek, utilisée à demi hauteur du mur avec un mortier de pose contemporain (ciment) et utilisation de la peinture au niveau des murs des chambres . Introduction et utilisation de nouveaux matériaux : l'utilisation du bois hetre au niveau du plancher, du ciment, de la peinture et de la faïence. Introduction des appareils électroniques : l'utilisation de 2 cuisinières, 2 frigidaire, 1 pc portable, 2 TV plasma, 2 climatiseurs. | |

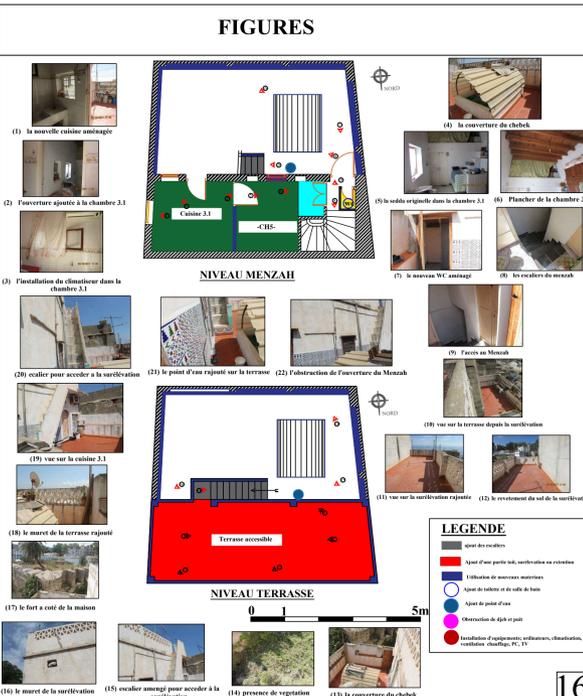


15

Planche N°13 Fiche descriptive MAISON B.1

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

| NIVEAU MENZAH/ TERRASSE | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Réaménagement du Menzah en pièces : une extension a été rajoutée au Menzah favorisant plus d'espace et aménagement d'une chambre à coucher. partage des pièces originelles : au niveau du Menzah, une chambre à coucher et une cuisine ont été aménagées. Nombre de salles d'eaux aménagées : un WC a été aménagé au niveau des escaliers. Type de couverture du chebek : un grillage avec du plastique vouté a été utilisé pour couvrir le chebek . présence de points d'eau : un point d'eau a été rajouté au niveau de la terrasse (un robinet). Nombre d'ouvertures récentes : une fenêtre a été rajoutée dans la cuisine au niveau du menzah. Le type de surélévation : le plancher utilisé est celui datant de l'époque coloniale, composé de solives métalliques fixées à une voute en briques en très bon état. Nombre de surélévation : une surélévation a été rajoutée datant de l'époque post-coloniale, on y accède depuis la terrasse avec des escaliers. Système d'aération : une cheminée était installée en période de production du café, après transformation, celle-ci a été obstruée. sedda originelle : présence d'une sedda originelle au niveau du menzah, actuellement utilisée à titre de débarras. Aménagement des escaliers : des escaliers ont été construits pour accéder à la surélévation rajoutée. Introduction et utilisation de nouveaux matériaux : l'utilisation du béton, du plâtre, du ciment, de la peinture et de plastique pour la couverture du chebek. Introduction des appareils électroniques : l'utilisation d'un climatiseur; TV plasma et un PC, une cuisinière et un frigidaire. Présence de végétations : la maison accolée à des arbres dont les racines affectent la stabilité de la maison causant parfois des remontées capillaires. | |



16

Planche N°14

Fiche descriptive MAISON B.2

SITE ET SITUATION

Zone d'étude : secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger.

Ilots : l'ilot "A", d'après le morcellement du PPSMVSS.

Topographie du site : implantation en bord de mer dans la situation la plus favorable de la baie d'Alger, vaste amphithéâtre sur un mamelon recevant les vents d'Est rafraichissants d'été et à l'abri des vents d'hiver.

Configuration de la parcelle : parcelle intermédiaire de forme irrégulière, couvre une superficie de 47 m², possédant deux cotés mitoyens; la maison de droite est en très bon état et celle de gauche est en mauvais état.

Typologie: cette maison correspond au type connu sous la dénomination "maison à chebek"

ETAT DES LIEUX

Position de la maison: la maison est située sur la rue Mohamed Benghanif, numéro 45, elle a deux cotés mitoyens; deux maisons traditionnelles.

Nombre de façades ouvertes sur rue/impasse: la maison a une seule façade principale qui donne sur la rue Mohamed Benghanif.

Configuration du chebek: il présente une forme irrégulière de petites dimensions, 0.75m de longueur sur 0.70m de largeur et couvre une superficie de 0.60 m².

Nombre de niveaux originaux: la maison a trois niveaux originaux (RDC+2) et une terrasse (menzah).

Hauteur Total: 7.05 m

Hauteur du 1er niveau: 1.70 m

Hauteur du 2ème niveau: 2.75 m

Hauteur du 3ème niveau: 2.60 m

ELEMENTS D'ETUDE SOCIALE

Nombre de logements: cinq logements abritant plusieurs ménages logeant chacun dans une ou plusieurs pièces.

Nombre de familles originelles/actuelles: à l'origine 2 familles avec des liens familiaux, aujourd'hui cinq familles avec des liens familiaux.

Nombre moyen de membres par famille: 2 à 5 personnes par famille.

Type d'occupation: la famille n'est pas originelle mais propriétaire

ELEMENTS PHYSIQUES DE LA MAISON

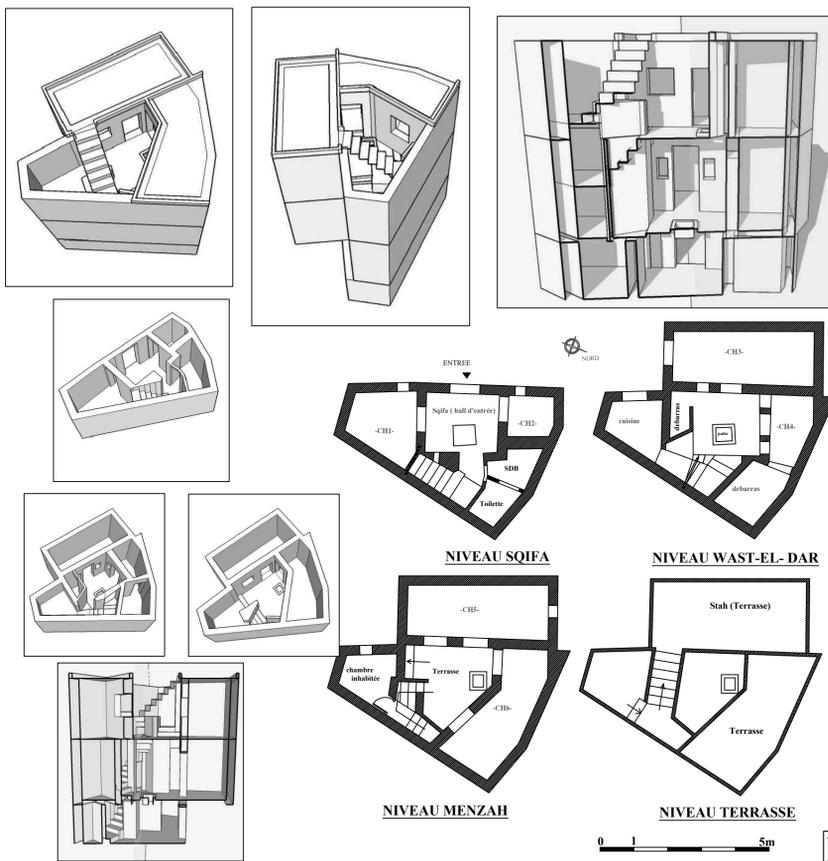


Planche N°15

Fiche descriptive MAISON B.2

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

NIVEAU REZ-DE-CHAUSSEE

- Changement d'usage des espaces**: le changement fonctionnel de deux magasins en deux chambres à coucher mal éclairées et mal ventilées avec transformation de l'ancien Makhzan (débaras) en SDB et WC.
- Présence de sedda originelle**: la sedda est située au dessus du Makhzan, de forme irrégulière en demi niveau et couvre une superficie de 5m², actuellement utilisée comme débarras.
- Puit/djeb**: le puit était situé au niveau de l'ancienne buanderie (Makhzan) et n'est plus fonctionnel, il a été obstrué et rempli de gravats.
- Aménagement de nouveaux espaces**: l'installation d'une salle de bain et d'une toilette à la place du Makhzan. La SDB couvre une superficie de 1m² et le WC de 2m². Elles sont réalisées de manière anarchique et sans l'avis d'un spécialiste engendrant un taux d'humidité très élevé.
- Nombre d'ouvertures récentes**: l'ouverture de deux petites fenêtres insuffisantes et pour l'aération et pour l'éclairage, chacune dans l'une des chambres aménagées à l'entrée de la maison. Au niveau du WC, on note l'ajout d'une ouverture pour l'aération.
- Type d'enduit sur mur**: les propriétaires n'utilisent pas d'enduit et préfèrent utiliser de la peinture glycérophatique, ceci a causé un taux d'humidité élevé engendrant une perte de matière au niveau des murs et du plancher.
- revêtement du sol**: le revêtement du sol n'est pas d'origine et a été substitué par du granito et la dalle de sol, il est en état de dégradation extrême. Nous remarquons des tassements de terrain au niveau de la skiffa.
- Type du plancher**: introduction du plancher contemporain, du faux plafond avec des problèmes d'infiltration, engendrant l'effondrement de certaines parties du plancher, perte de matière et présence de champignons.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux**: l'utilisation de la peinture, du béton, du ciment, de la dalle de sol et de la faïence.
- Introduction des appareils électroniques**: l'utilisation de deux TV plasma, un PC, un climatiseur et un ventilateur.

FIGURES



Planche N°16

Fiche descriptive MAISON B.2

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

PREMIER NIVEAU

- Changement d'usage des espaces**: le changement fonctionnel de bit-el-sabun en un débarras, d'une chambre en un dressing et une sedda en cuisine.
- Présence de sedda originelle**: la présence d'une sedda à demi-niveau ou actuellement une cuisine a été aménagée, elle couvre une superficie de 4m².
- Etat de bit-el-sabun(buanderie)**: c'est un petit espace ou on faisait la lessive, elle couvre une superficie de 2m², actuellement utilisée en tant que débarras.
- Type de plancher original**: l'ancien plancher en bois a été remplacé par le plancher contemporain, il s'agit du faux plafond qui souffre d'infiltration d'eau pluviale entraînant une perte de matière et effondrement de certaines parties du faux plafond.
- Nombre d'ouvertures récentes**: l'aménagement de la cuisine à la place du sedda a nécessité l'ouverture d'une nouvelle fenêtre au centre du mur donnant sur la façade principale.
- Etat du chebek**: au niveau du premier niveau le chebek a été réduit et actuellement utilisé comme salle à manger, son grillage du chebek est couvert par une table basse.
- revêtement du sol**: le revêtement du sol est en mauvais état avec utilisation du granito, de la dalle de sol et le emploi de l'ancien revêtement.
- Type d'enduit sur mur**: l'utilisation d'enduit contemporain (plâtre) et de la peinture glycérophatique, ceci a influé sur la respiration des murs engendrant un taux d'humidité très élevé, de la moisissure au niveau du sol et du plancher causant des odeurs nauséabondes.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux**: l'utilisation du béton, du plâtre, du ciment, de la peinture, de la faïence et la dalle de sol.
- Introduction des appareils électroniques**: l'utilisation d'une cuisinière, un frigidaire, un PC portable, une TV plasma et un ventilateur.

FIGURES



Planche N°17

Fiche descriptive MAISON B.2

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

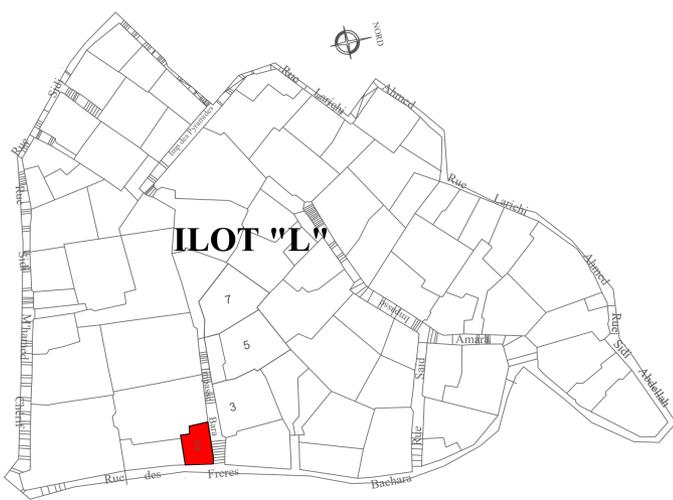
NIVEAU MENZAH/ TERRASSE

- Réaménagement du Menzah en pièces**: l'ancien Menzah était divisé avec aménagement de deux grandes pièces, chacune abritant une famille de trois personnes.
- Nombre d'ouvertures récentes**: au niveau du Menzah, le rajout de deux nouvelles ouverture, chacune dans une chambre.
- Obstruction d'ouverture originelle**: une fenêtre a été fermée suite au réaménagement du Menzah.
- Etat de la cuisine originelle**: l'ancienne cuisine n'est plus fonctionnelle et est en demi niveau, on y accède par les escaliers menant vers le niveau du Menzah, actuellement utilisée en tant que débarras.
- Type de couverture du chebek**: le chebek a été réduit en une toute petite ouverture au niveau du sol.
- Le type du plancher**: le plancher original du Menzah a été substitué par un plancher de solives métalliques datant de la période coloniale et souffre de corrosion.
- Type d'enduit sur mur**: l'utilisation de la peinture contemporaine au niveau des murs des deux chambres aménagées.
- Nombre de surélévation**: une surelevation a été rajoutée datant de l'époque post-coloniale, on y accède depuis la terrasse avec des escaliers aménagés.
- Les évacuations/raccordements**: les raccordements de l'ensemble des pièces d'eau et les descentes présentent de nombreuses ruptures causant des fuites permanentes et des odeurs nauséabondes.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux**: l'utilisation du béton, du plâtre, du ciment, de la peinture et du matériau.
- Introduction des appareils électroniques**: l'utilisation d'un climatiseur; TV plasma et un PC.

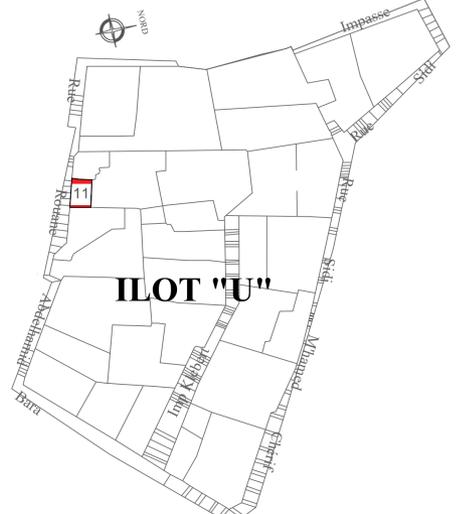
FIGURES



ILOT "A" & "U"



L'ilot "A" contient un cas de maison traditionnelle de typologie "ulwi"; 2 rue des frères Bachara



L'ilot "u" contient un cas de maison traditionnelle de typologie "ulwi"; 11 rue Rouane Abdelhamid

21

Planche N°18

Fiche descriptive
MAISON C.1

SITE ET SITUATION

Zone d'étude : secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger.
Ilots : l'ilot "L", d'après le morcellement du PPSMVSS.
Topographie du site : implantation en bord de mer dans la situation la plus favorable de la baie d'Alger, vaste amphithéâtre sur un mamelon recevant les vents d'Est rafraichissants d'été et à l'abri des vents d'hiver.
Configuration de la parcelle : parcelle d'angle de forme trapézoïdale, couvre une superficie de 50 m². Celle gauche est en état de dégradation moyen.
Typologie : cette maison correspond au type connu sous la dénomination "maison à ulwi", l'espace habitable commence à l'étage, au dessus du sous-bassement qui est généralement réservé à un dépôt ou un local de commerce

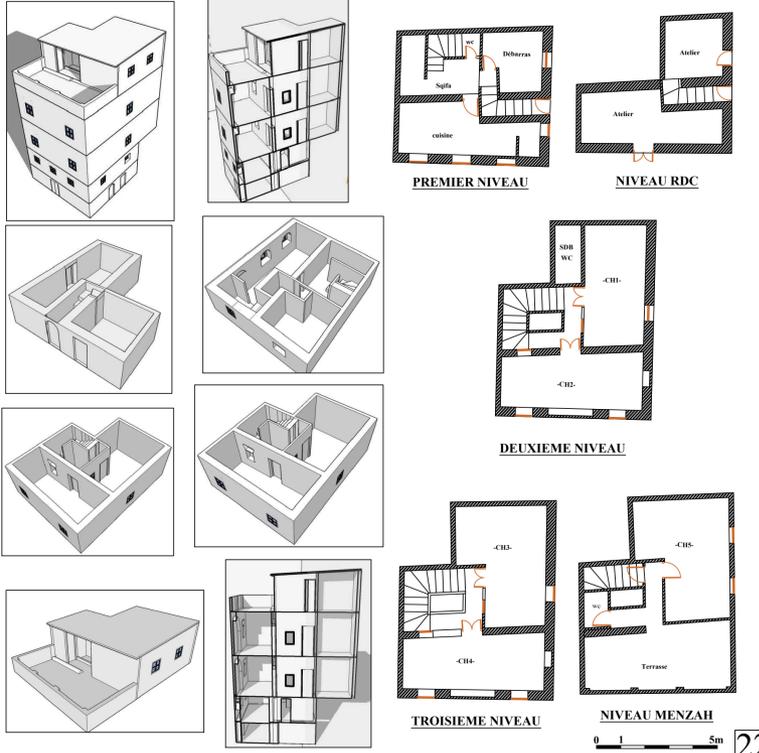
ETAT DES LIEUX

Position de la maison : l'accès à maison se fait par l'impasse des frères Bachara, numéro 2, elle a un seul coté mitoyen.
Nombre de façades ouvertes sur rue/impasse : la maison a deux façades libres qui donnent sur l'impasse des frères Bachara et l'autre sur la rue des frères Bachara.
Nombre de niveaux originaux : la maison a quatre niveaux originaux (Sous-sol+ RDC+2) et une terrasse.
Hauteur Total : 12.50 m
Hauteur du 1er niveau : 2 m
Hauteur du 2ème niveau : 3.06 m
Hauteur du 3ème niveau : 3.06m

ELEMENTS D'ETUDE SOCIALE

Nombre de logements : grande maison unifamiliale, constituée de trois logements abritant plusieurs ménages logeant chacun dans une grande pièce.
Nombre de familles originelles/actuelles : à l'origine 2 familles avec des liens familiaux, aujourd'hui une seule famille avec des liens familiaux.
Nombre moyen de membres par famille : 1 à 3 personnes par famille.
Type d'occupation : la famille est originelle et est propriétaire

ELEMENTS PHYSIQUES DE LA MAISON



22

Planche N°19

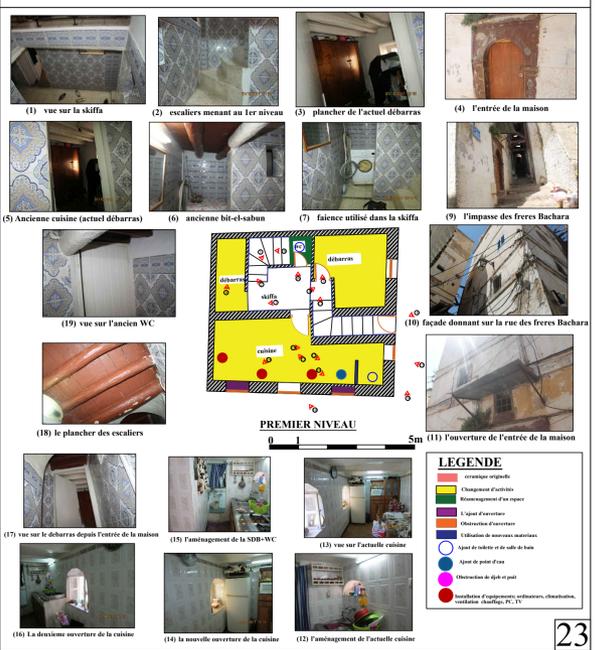
Fiche descriptive
MAISON C.1

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

PREMIER NIVEAU

- le rez-de-chaussée est constitué de deux locaux commerciaux, qui à l'origine étaient un local pour la couture, actuellement fermés et servent de stockage pour meubles.
- Changement d'usage des espaces :** le changement fonctionnel de l'ancien local commercial en une cuisine, douche et WC, mais aussi le changement de l'ancienne cuisine en un débarras
- Etat de bit-el-sabun (buanderie) :** c'est un petit coin situé au niveau du hall, de forme régulière, couvre une superficie de 3m²; actuellement utilisée comme débarras ou une machine à laver a été installée.
- Présence de sedda originelle :** la sedda se trouve en demi-niveau, est en très bon état, on y accède par les escaliers qui menent du premier au deuxième étage, actuellement utilisée comme débarras.
- Nombre de cuisines aménagées :** une cuisine a été aménagée à la place de l'ancien local commercial, elle couvre une superficie de 11m², une cuisinière et un frigidaire ont été installés.
- Etat de la cuisine originelle :** l'ancienne cuisine a été transformée en un débarras ou en y stocke des meubles, elle couvre une superficie de 7m².
- Etat des sanitaires originaux :** le WC original est toujours fonctionnel, situé sous les escaliers, le wc anglais a substitué le wc ture (argile et vernis).
- Nombre d'ouvertures récentes :** l'ouverture de deux fenêtres latérales au niveau de la nouvelle cuisine aménagée.
- Type de plancher :** le plancher n'est pas originel, les rondins de bois de cèdre ont été substitués avec des rondins de bois modernes vernis.
- revêtement du sol :** le revêtement du sol n'est pas originel, il a été substitué par de la dalle de sol avec présence du granito au niveau escaliers.
- Type d'enduit sur mur :** l'utilisation de la peinture et de la faïence a demi niveau de la hauteur du mur.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux :** l'utilisation de la peinture, du béton, du ciment, de la faïence, de la dalle de sol, du granito et du bois moderne.
- Introduction des appareils électroniques :** l'utilisation d'une cuisinière, un frigidaire, une machine à laver, une chaudière et un micro-onde.

FIGURES



23

Planche N°20

Fiche descriptive
MAISON C.1

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

DEUXIEME ET TROISIEME NIVEAU

- partage des espaces originaux :** l'une des grandes chambres occupant le deuxième étage a été réaménagée en y installant une salle de bain et des wc.
- Obstruction d'ouvertures originelles :** la fermeture d'une fenêtre originelle au niveau de l'une de chambres, celle-ci la éclairait et permettait la circulation de l'air.
- Type de plancher :** au niveau du deuxième et troisième niveau, le plancher n'est pas originel, transformé du rondins de bois de cèdre en rondins de bois moderne vernis.
- Nombre de SDB et WC aménagés :** l'installation d'une salle de bain et d'un WC situés dans l'une des grandes chambres donnant sur l'impasse des frères Bachara, est de forme rectangulaire et couvre une superficie de 3 m²
- revêtement du sol :** le revêtement du sol n'est pas originel, substitué en dalle de sol et du granito au niveau des escaliers.
- Céramique :** nous remarquons l'utilisation de la céramique originelle, plus précisément du rempli et ce au niveau des cadres des fenêtres dédiées à l'aération avec un mortier de ciment contemporain.
- Type d'enduit sur mur :** pour le deuxième niveau, l'utilisation de la peinture et de la faïence et au troisième niveau, inhabitable, l'enduit est contemporain. Il s'agit du plâtre mal entretenu causant la perte de matière.
- Obstruction d'ouverture coloniale :** la fermeture de deux fenêtres datant de l'époque coloniale au troisième niveau.
- fermeture d'ouverture d'aération :** l'obstruction de trois fenêtres qui assuraient l'aération au niveau du hall au deuxième et troisième niveau.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux :** l'utilisation du béton, du plâtre, du ciment, de la peinture, de la faïence, du fer et du bois moderne.
- Introduction des appareils électroniques :** l'utilisation d'une TV plasma, un PC et un ventilateur.

FIGURES



24

Planche N°21

Fiche descriptive
MAISON C.1

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

NIVEAU MENZAH

- Réaménagement du Menzah en pièces :** l'ancien Menzah a été agrandi avec aménagement d'une grande chambre.
- Type de plancher :** le plancher pour le menzah date de la période coloniale, il s'agit de solives métalliques en très bon état.
- Nombre de SDB et WC aménagés :** une salle d'eau constituée de toilette, d'un robinet et d'un lavabo, elle est de forme régulière et couvre une superficie de 2m².
- Position de l'escalier/ type de couverture :** une ouverture qui constitue la circulation verticale au niveau de la maison a été couverte par un grillage et la partie routée au niveau de la terrasse a été couverte par du plastique.
- Type d'enduit sur mur :** l'utilisation d'enduit contemporain (plâtre) et de la peinture au niveau du menzah et du plâtre au niveau de la salle d'eau aménagée et le petit muret de la terrasse.
- Type de revêtement du sol :** l'utilisation de la dalle de sol au niveau Menzah et de la salle d'eau aménagée et le granito au niveau de la terrasse.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux :** l'utilisation du béton, du plâtre, du ciment, de la peinture, de la dalle de sol, du granito et du métal.
- Introduction des appareils électroniques :** l'utilisation d'un climatiseur; TV plasma et un PC.

FIGURES



25

Planche N°22

Fiche descriptive MAISON C.2

SITE ET SITUATION

Zone d'étude : secteur sauvegardé de la Casbah d'Alger.

lots : l'ilot "U", d'après le morcellement du PPSMVSS.

Topographie du site : implantation en bord de mer dans la situation la plus favorable de la baie d'Alger, vaste amphithéâtre sur un mamelon recevant les vents d'Est rafraichissants d'été et à l'abri des vents d'hiver.

Configuration de la parcelle : parcelle intermédiaire de forme rectangulaire, couvre une superficie de 40 m², celle de droite est totalement détruite et celle de gauche est en très mauvais état.

Typologie : cette maison correspond à la typologie "ulwi, elle était de typologie "chebek", qui, à l'arrivée des français a été divisée en deux et toute une partie a été fermée donnant une typologie "ulwi".

ETAT DES LIEUX

Position de la maison : la maison est située sur la rue Rouane Abdelhamid et porte le numéro 11, pour permettre l'ouverture des fenêtres devant un espace libre elle a deux cotés mitoyens.

Nombre de façades ouvertes sur rue/impasse : la maison a une seule façade libre qui donne sur la rue Rouane Abdelhamid.

Nombre de niveaux originels : la maison a deux niveaux originels (RDC+2) et une terrasse.

Hauteur Total : 14.5 m

Hauteur du 1er niveau : 2.90 m

Hauteur du 2ème niveau : 3.70 m

Hauteur du 3ème niveau : 2.80 m

ELEMENTS D'ETUDE SOCIALE

Nombre de logements : grande maison unifamiliale constituée de trois logements abritant plusieurs ménages.

Nombre de familles originelles/actuelles : à l'origine 2 familles avec liens familiaux, aujourd'hui trois familles; deux avec liens familiaux et une sans.

Nombre moyen de membres par famille : 1 à 2 personnes par famille.

Type d'occupation : la famille est originelle et elle est propriétaire

ELEMENTS PHYSIQUES DE LA MAISON

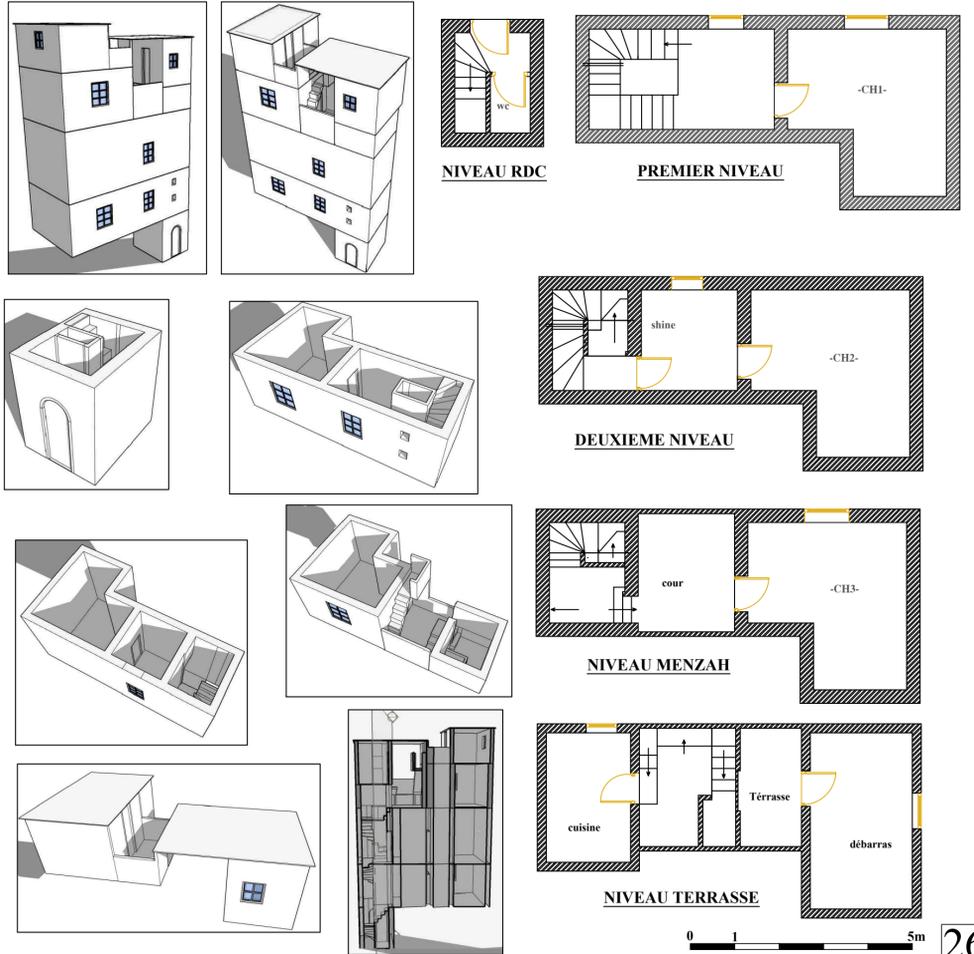


Planche N°23

Fiche descriptive MAISON C.2

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

RDC/1er ET 2eme NIVEAU

- Partage des pièces originelles :** au niveau du premier étage, la grande pièce a été réaménagée en chambre à coucher et un salon. Au niveau du hall l'accès à la chambre a fait l'objet d'un aménagement d'une cuisine. Une grande pièce a été réaménagée en une cuisine au deuxième niveau.
- Présence de sedda originelle :** une sedda originelle en mauvais état se trouve au niveau de l'escalier menant du premier au deuxième niveau et sert de débarras.
- position de l'escalier :** les escaliers ont été aménagés à l'époque coloniale, au fond de la maison et à côté de l'entrée, permettant d'organiser le logement à l'étage sur deux niveaux.
- Nombre de cuisines aménagées :** deux cuisines ont été aménagées, la première dans le hall du premier étage, une plaque de cuisson a été installée avec un four, la deuxième a été rajoutée à l'intérieur de la chambre au deuxième niveau.
- Nombre de salles d'eau aménagées WC/SDB :** installation d'une toilette de 1.5m² de superficie au niveau du RDC, en face de l'entrée.
- Présence de points d'eau :** l'ajout de deux points d'eau, chacun dans un étage au niveau des escaliers (lavabos).
- Nombre d'ouvertures récentes :** elles sont au nombre de trois, l'une dans la chambre du premier niveau, deux autres sont situées dans l'escalier, chacune dans un étage donnant sur la façade principale
- Type de plancher :** le plancher existant est celui de rondins de bois moderne avec une couche de peinture bleue au dessus.
- Type d'enduit :** les murs ont un revêtement contemporain (plâtre), de la faïence a demi hauteur de mur et le remploi de la céramique. Les enduits sont détériorés.
- Revetement du sol :** le revêtement du sol est originel, même au niveau des escaliers et est vieillissant et en très mauvais état.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux :** l'utilisation d'enduit contemporain (ciment et plâtre), et le rondins de bois moderne.
- Introduction des appareils électroniques :** utilisation d'une cuisinière, un four, une plaque de cuisson, 2 frigidaires, 1 machine à laver, une chaudière; 1 micro-onde, 1 PC, deux TV, un climatiseur et un ventilateur.

FIGURES



Planche N°24

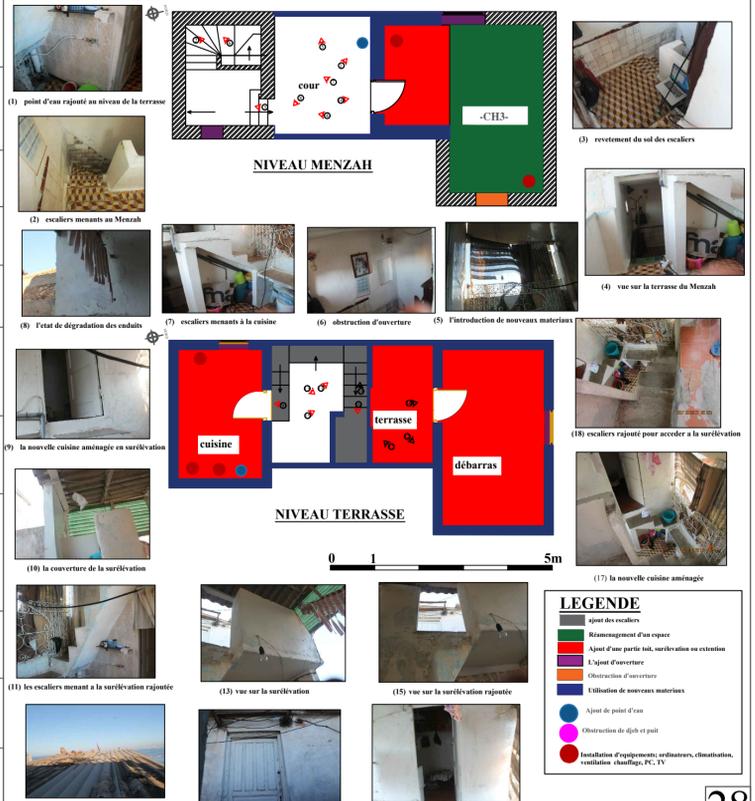
Fiche descriptive MAISON C.2

ELEMENTS ORIGINAUX ET TRANSFORMES DE LA MAISON

NIVEAU MENZAH

- Réaménagement du Menzah en pièces :** l'agrandissement du Menzah avec l'aménagement d'une nouvelle grande chambre à coucher.
- Nombre de surélévations :** l'ajout de deux surélévations chacune d'un niveau différent, l'une d'elle a été aménagée en cuisine et l'autre en une chambre, actuellement inhabitable.
- position des escaliers :** l'ajout de deux surélévations a nécessité la construction de deux escaliers pour pouvoir accéder aux espaces aménagés.
- Nombre de cuisine aménagée :** une cuisine a été aménagée en surélévation et couvre une superficie de 6m².
- Présence de point d'eau :** un robinet a été rajouté sous les escaliers menant à la chambre construite en surélévation.
- Nombre d'ouvertures récentes :** elles sont au nombre de trois, une au niveau du Menzah réaménagée, une autre dans la cuisine rajoutée et une troisième au niveau de la chambre aménagée en surélévation.
- Type de plancher :** le plancher utilisé pour le menzah et les surélévations est fait en tole en mauvais état. On note une corrosion.
- Type d'enduit sur mur :** l'utilisation d'enduit contemporain (plâtre et ciment) et de la peinture au niveau du menzah. Utilisation de la faïence au niveau de la petite terrasse dans certaines parties du mur. On remarque une perte de matière.
- Revetement du sol :** l'utilisation du béton au niveau de la terrasse et du revêtement ancien au niveau du menzah et des escaliers.
- Introduction et utilisation de nouveaux matériaux :** l'utilisation du béton, du plâtre, du ciment, la peinture et de la tole.
- Introduction des appareils électroniques :** l'utilisation d'un ventilateur, une cuisinière, un frigidaire, un micro-onde et une TV plasma.

FIGURES

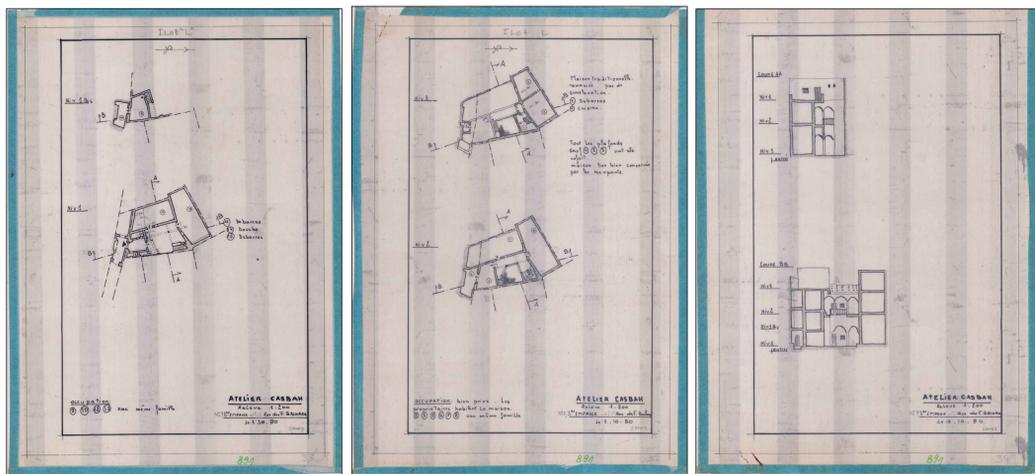


ANNEXE:

FONDS D'ARCHIVES OGEBC FONDS DOCUMENTAIRES - SAKINA MISSOUM - RELEVES REALISES PAR: BENCHEKROUN-LALIOUI

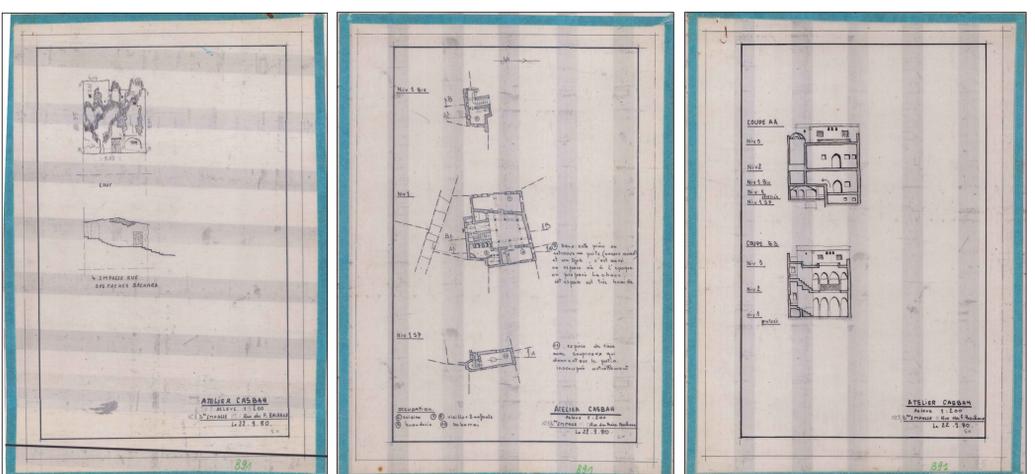
FONDS D'ARCHIVES OGEBC

Planche N°25 ARCHIVES MAISON A.1



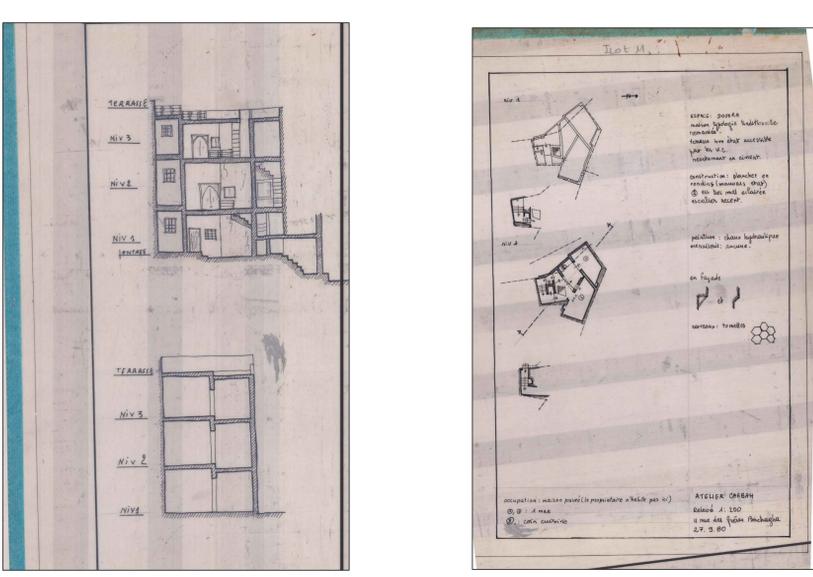
ARCHIVES DE L'OGEBC POUR LE CAS A.1

Planche N°26 ARCHIVES MAISON A.2



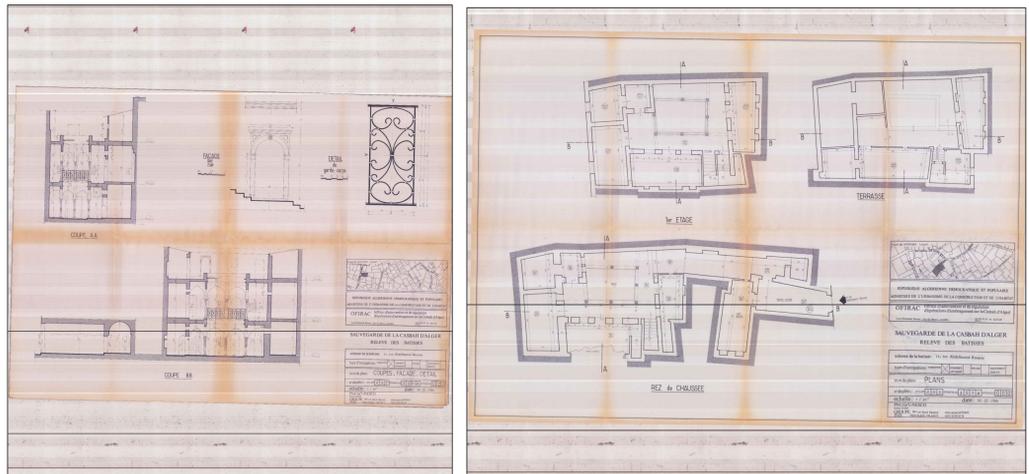
ARCHIVES DE L'OGEBC POUR LE CAS A.2

Planche N°27 ARCHIVES MAISON C.1



ARCHIVES DE L'OGEBC POUR LE CAS C.1

Planche N°28 ARCHIVES MAISON C.2

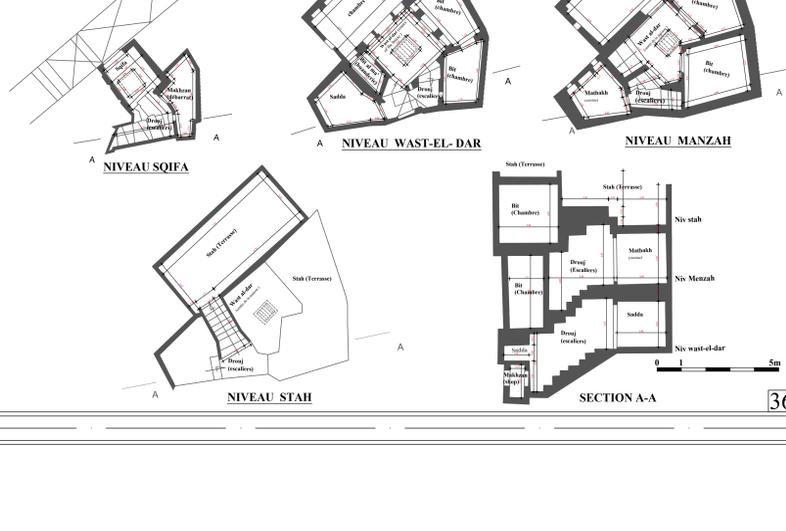


ARCHIVES DE L'OGEBC POUR LE CAS C.2

FONDS DOCUMENTAIRES - SAKINA MISSOUM -

35

Planche N°29 PLAN ANCIEN MAISON B.2



36

RELEVES REALISES PAR: BENCHEKROUN-LALIOUI

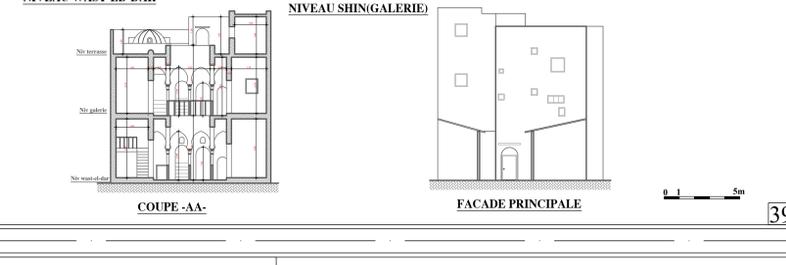
37

Planche N°30 RELEVÉ DE LA MAISON A.1



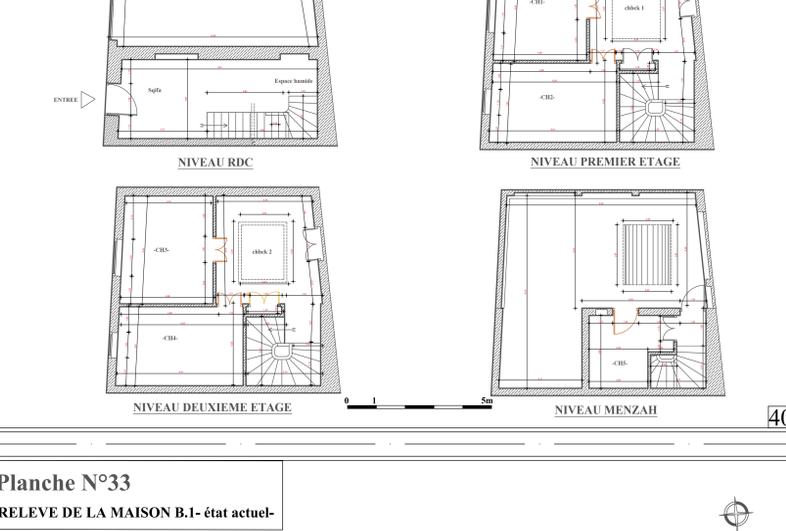
38

Planche N°31 RELEVÉ DE LA MAISON A.2



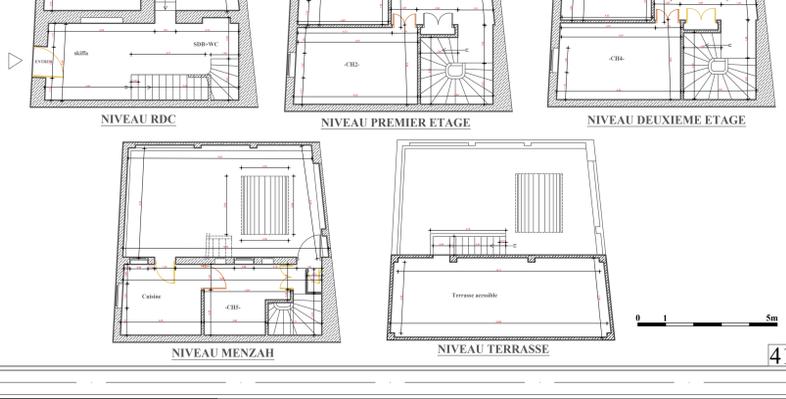
39

Planche N°32 RELEVÉ DE LA MAISON B.1- état ancien-



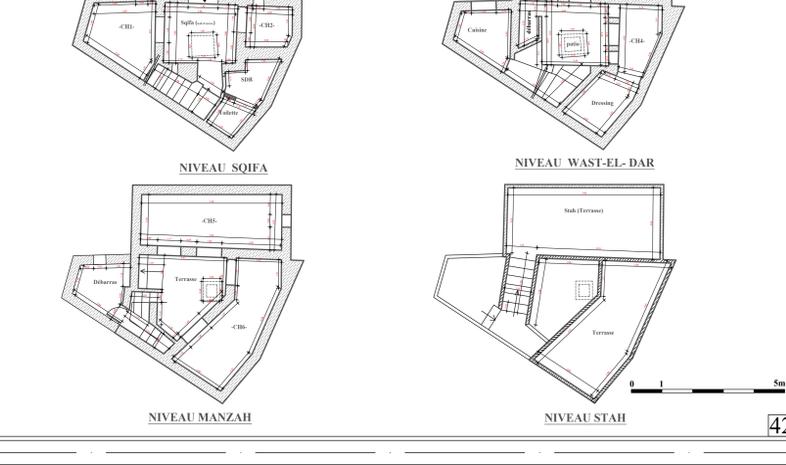
40

Planche N°33 RELEVÉ DE LA MAISON B.1- état actuel-



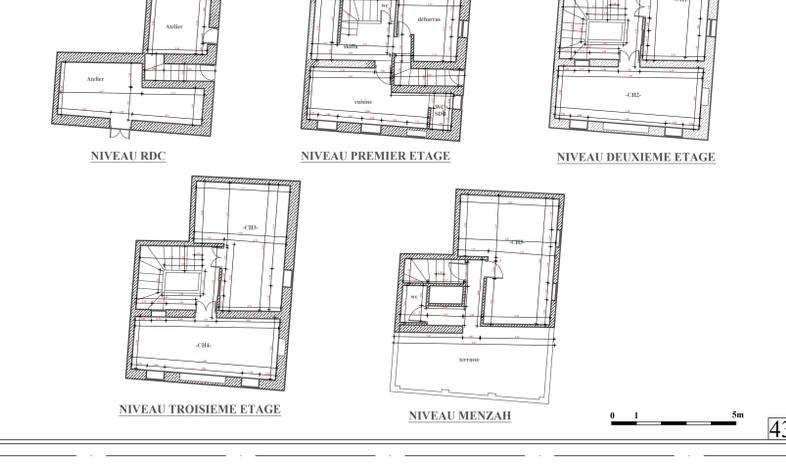
41

Planche N°34 RELEVÉ DE LA MAISON B.2



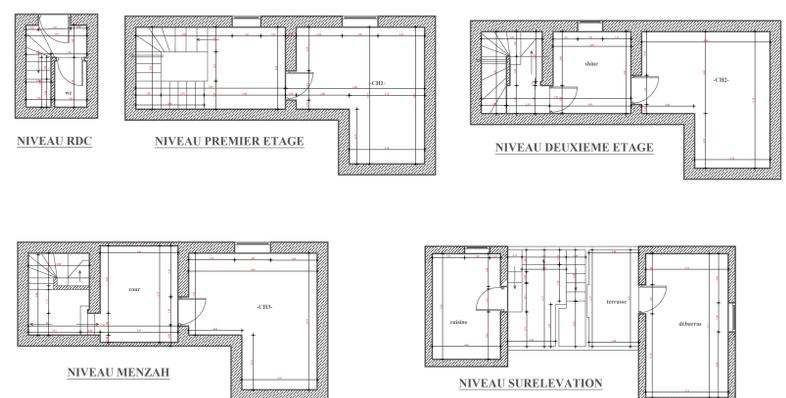
42

Planche N°35 RELEVÉ DE LA MAISON C.1



43

Planche N°36 RELEVÉ DE LA MAISON C.2



44