

Le bois transparent dans les espaces de vie ,de travail et d'éducation: vers un environnement durable propice au bien-être psychologique

Abdesslem Bochra^{#1}, Ons Ben Attia^{*2}, Taoufik ben Taïb^{#3}

[#]*design espace- Sciences Horticoles et Paysage- Sciences Horticoles, Institut supérieur de Beaux Arts de Sousse-Institut supérieur Agronomique de Chatte Mariem-Institut national Agronomique de Tunisie Tunisie*

A. Email 1 - bochra.abdesslem@gmail.com

B. Email 2 - tbettaib@yahoo.fr

C. Email 3 - benattiao@yahoo.fr

Résumé— De nos jours l'architecture met en jeu la création d'espaces qui permettent de renforcer la santé mentale surtout que ce dernier est devenu une véritable obsession dans le monde.

Et cet article montre comment le bois transparent comme un élément révolutionnaire capable de rendre les endroits où existe beaucoup de pression plus vivable, confortable et productif.

Combinant les qualités naturelles du bois et la transparence du verre, le bois transparent laisse entrer plus de lumière naturelle tout en conservant un lien visuel avec la nature. La lumière naturelle est réputée par ses bienfaits sur l'humeur et la rentabilité, favorisant la régulation des cycles biologiques et limitant le stress. À la fois, le bois transparent garde les qualités calmantes du bois, un matériau qui inspire la paix et la beauté de la nature.

À la lumière d'études de cas, de tests comportementaux et d'analyses environnementales, ce travail montre comment la mise en œuvre de ces éléments peut favoriser les capacités cognitives et le bien-être général des utilisateurs.

L'objectif est de prouver que le bois transparent n'est pas seulement un matériau durable et original, mais aussi un outil efficace pour réinventer l'architecture, la rendre plus humaine et mieux adaptée aux nécessités psychologiques des gens.

Mots clés— bois transparent, architecture, durabilité, espace de vie ,espace de travail ,espace d'éducation , concentration , productivité ,bien être humain

I. INTRODUCTION

Au cours des années, l'architecture a été déterminée par la progression des besoins de la société. Et de nos jours puisque la santé mentale est devenue une véritable obsession dans le monde Il est alors devenu nécessaire de réexaminer la façon dont les espaces affectent la psychologie des gens. Les entreprises, les universités et même les foyers ne sont plus simplement des lieux professionnels, mais des espaces qui affectent directement sur notre motivation

A ce propos, l'architecture transparente représente une innovation dans ce domaine. En effet les éléments qui stimulent l'entrée de la lumière naturelle, comme le verre, ont déjà fait la preuve de leur succès dans le renforcement de la valeur de l'espace intérieur. Cependant, une nouvelle découverte offre des horizons encore plus larges : Le bois transparent.

Combinant la texture du bois avec la transparence du verre, ce matériau révolutionnaire fournit une solution idéale pour réinventer l'architecture d'intérieur tout en relevant les défis de la durabilité. Mais pourquoi cet intérêt pour le bois transparent ?

D'un côté, la lumière naturelle affecte positivement le fonctionnement de l'horloge biologique humaine. En effet Elle joue un rôle dans la modulation des cycles de sommeil, la sécrétion d'hormones telles que la

sérotonine (associée à l'humeur) et le cortisol (associé au stress), et a un effet direct sur la rentabilité et la mobilité des personnes. De plus, le bois ajoute une touche biologique, c'est dire il favorise notre interaction avec la nature et donne un air de paix et d'apaisement. Ces matériaux constituent non seulement une nouvelle méthode de création et de durabilité, mais aussi une véritable fenêtre pour redécouvrir les lieux où nous passons le plus clair de notre temps. La problématique centrale de cet article alors : Comment le bois transparent est capable de créer des espaces favorables aux performances cognitives et favorisent la santé psychologique ? C'est l'occasion alors de faire une étude détaillée afin de savoir comment ces matériaux innovants peuvent être centrés sur l'homme et surtout avoir des effets visibles sur la qualité de vie, la santé mentale et la productivité

II. LE BOIS TRANSPARENT UNE INNOVATION POUR UNE ARCHITECTURE DURABLE

A. DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES

Doté d'une caractéristique polyvalente, à la fois fonctionnelle et esthétique, Le bois jouit d'une place de choix dans les domaines du design et du mobilier, grâce à ses propriétés durables et écologiques. Modelable, il répond à différents styles et offre aux utilisateurs un large champ de créativité. Il en résulte des pièces de mobilier élégantes et durables dont l'intégration dans les espaces intérieurs installe une atmosphère chaleureuse et naturelle apaisante.

Actuellement, une innovation révolutionnaire gagne en notoriété, à savoir, le bois transparent. Ce nouveau matériau permet de nouvelles formes d'application du bois dans le domaine de l'architecture et du design, tout en gardant les qualités esthétiques et techniques de la matière originelle. Aujourd'hui, une innovation révolutionnaire a marqué l'utilisation du bois en le transformant en un matériau encore plus versatile : le bois transparent. Ce développement étonnant redéfinit les possibilités d'application du bois dans le domaine de l'architecture et du design, en associant les qualités esthétiques et écologiques de ce matériau noble à une performance technique inédite.

Le bois transparent, résultat d'une recherche menée par Junyong Zhu et d'une équipe de chercheurs de l'Université du Maryland et de l'Université de Colorado, constitue un produit innovateur de l'architecture moderne. En effet, cette matière nous permet de tirer profit des caractéristiques du bois et du verre en même temps.

Par une démarche minutieuse et en employant un ensemble de produits chimiques, les chercheurs ont extrait la lignine du bois de sapin de Douglas tout en gardant les propriétés structurales de la matière originelle. A partir du bois de sapin de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*). La matière finale n'est pas totalement naturelle, elle est traitée par des additifs. Or, sa transformation est légère, à l'opposé d'autres matériaux de construction.

Le bois transparent, comme son nom peut l'indiquer, porte les caractéristiques transparentes du verre et techniques du bois. L'extraction de la lignine des parois cellulaires du bois permet d'avoir cette transparence. Cette substance est remplacée par la résine qui laisse pénétrer la lumière extérieure. La démarche indiquée garantit une matière légère, flexible et résistante, dont l'aspect visuel rappelle celui du bois. Il est nécessaire d'indiquer que la production du bois transparent dégage peu de déchets toxiques, contrairement à la fabrication du verre ou des plastiques. De plus, le recours au bois naturel en constitue un grand avantage. Au cours de ce processus de production, l'on emploie le polyéthylène glycol (PEG), gage d'une efficacité énergétique optimale qui permet de maintenir la chaleur et la fraîcheur au sein d'un espace.

La référence [13] montre et explique bien ce phénomène « En 2016, nous avons montré que le bois transparent possédait d'excellentes propriétés d'isolation thermique par rapport au verre, associé à une transmittance optique élevée, explique Céline Montanari, principale auteure de l'étude. Dans ce travail, nous avons essayé de réduire encore plus la consommation d'énergie du bâtiment en incorporant un

matériau capable d'absorber, de stocker et de libérer de la chaleur. Nous avons ici choisi le PEG pour sa forte affinité pour le bois ». (Louvet, 2019)

Le PEG est un matériau à « changement de phase ». C'est un solide qui fond à une certaine température ajustable. Pendant la journée, Il absorbe la chaleur entrante et maintient l'intérieur au frais. Le soir, Le PEG redevient solide et libère la chaleur emmagasinée à l'intérieur du bâtiment. D'où, il aide à garder une température constante dans la maison.

Comme l'indique la référence [13] « *Nous avons non seulement réussi à rendre le bois transparent afin qu'il puisse transmettre la lumière, mais nous avons également ajouté une fonctionnalité supplémentaire : le stockage de chaleur, poursuit la chercheuse. Cela signifie que ce bois remplit des fonctions très exigeantes dans le secteur du bâtiment : transparence pour réduire l'éclairage artificiel, et stockage de la chaleur pour réduire les pertes d'énergie* ». (Louvet, 2019)

Cette nouvelle matière joue le rôle d'une « batterie thermique » au sein d'un bâtiment tout préservant son intimité. Bien qu'il s'apparente au verre, il reste vague et flou. Il est vrai que les premières tentatives de production du bois transparent sont réussies mais il reste à vérifier si la fabrication est commercialement viable. Si la production d'une telle matière se multiplie, elle peut se présenter comme l'élément de construction idéal dans le futur.

B. DOMAINE D'UTILISATION

Le domaine industriel menace gravement notre environnement et touche à notre avenir, en laissant l'écosystème se détériorer petit à petit. Actuellement, le recours aux plastiques formés de polycarbonate et de poly méthacrylate de méthyle (PMMA se multiplie pour remplacer le verre et minimiser les coûts, illustre bien ce risque.

En tenant compte de cette réalité, le domaine de l'architecture doit intégrer de nouveaux matériaux qui freinent cet écroulement naturel et environnemental. L'usage du bois transparent dans ce sens peut remplacer celui du verre et du plastique, pour faire, entre autres, des murs, des plafonds et des toitures. Certaines façades sont également revêtues de bois transparent.

Etudier les effets de l'emploi du bois dans certains cadres où l'on demande une forte productivité, voilà l'objectif de cette recherche. Notamment dans les espaces de travail, les open spaces et dans les environnements éducatifs. Ces milieux doivent stimuler la créativité de l'homme et assurer un niveau optimal de concentration et de confort. Il en va de même pour nos habitations, qui représentent nos espaces de vie intime, essentiels à notre bien-être quotidien. Dans cette perspective, recourir au bois transparent diminue significativement l'usage du verre et du plastique et contribue à maintenir l'équilibre écologique, tout en réinvestissant une matière naturelle saine et durable

C. UN MATERIAU AU SERVICE DE LA PLANETE : VERS UN AVENIR DURABLE

1) *Avantages environnementaux* : La nature est un élément essentiel et constitutif de la vie humaine. Son état actuel témoigne des pratiques nocives et irresponsables de l'être humain qui altère parfois inconsciemment

son écosystème. En réalité, l'équilibre naturel risque de s'effondrer à cause de la pollution industrielle incontrôlable.

L'architecture, entre autres, doit faire appel à des pratiques plus responsables et encourager le développement durable. Ceci se fait par le bon choix des matériaux à utiliser pour la mise en place de constructions écologiques. C'est là où l'emploi du bois transparent apparaît comme une solution efficace et applicable pour réduire la pollution et les toxines.

Il existe divers critères à tenir en compte pour mesurer l'impact environnemental de ce nouveau produit. Pour ce faire, certaines analyses sont nécessaires, dont on peut citer celles du taux des additifs chimiques ajoutés au matériau en question, de la consommation d'énergie, des déchets produits lors de l'exploitation, des pollutions et gaz à effet de serre émis et le taux et des types des énergies et des émissions dégagées sur l'ensemble de la durée de vie, qui déterminent la durée de vie du matériau. Le recours au bois transparent

dans la conception et la construction minimise les effets polluants liés à la fabrication de plastiques transparents et de verre. L'apport écologique de cette matière est au cœur de l'analyse scientifique citée ci-dessous :

Le processus de fabrication du bois transparent nécessite beaucoup moins d'énergie et de produits chimiques que celle du verre et du plastique, d'où, l'émission (CO₂) est largement réduite. Le bois transparent ne demande pas un taux de pétrole et d'énergie élevé, contrairement à la production du verre et du plastique qui émet une quantité considérable de (CO₂) et génère des déchets nocifs.

La référence [13] montre bien l'augmentation du taux de CO₂ au fil du temps « *Ainsi, depuis le début de la révolution industrielle il y a environ deux siècles, la quantité de CO₂, dans l'atmosphère a augmenté de 30%. Cette augmentation inquiète les scientifiques, car elle entrainera un réchauffement de la planète et peut-être un changement climatique dans les prochaines années, par effet de serre* » (Hulot, 2006, p. 54)

Pour éviter un tel risque incontournable, il est primordial de chercher des solutions immédiates et urgentes. L'entreprise spécialisée en biotechnologie qui transforme le bois en matériaux high-tech woodoo, affirme que le bois, dont la fabrication est des moins nocives peut remplacer certains éléments de construction comme le béton. Comme mentionné dans l'interview de la référence [1] « *Notre objectif est d'aider à décarboner l'industrie, le bois est le piègé à Carbone le plus efficace à cette planète.... Dans la transformation de nos matériaux on va émettre peu de Carbone beaucoup moins, par exemple, que le béton quand il est produit globalement, pour 1m³ de béton on va dégager presque 900 kg de CO₂ alors qu'avec nos procédés, pour 1m³ de bois Woodoo, on va piéger 650 kg de CO₂ par m³* » (Boitouzet, 2022)

De plus, l'utilisation du bois transparent permet de puiser une ressource renouvelable et biodégradable. D'où, une gestion optimale des déchets accumulés, contrairement à l'usage du plastique toxique.

Il est à rappeler également que les démarches de production du bois transparent exigent un minimum de produits chimiques contrairement au verre et au plastique qui en demandent beaucoup.

2) *Vers une nouvelle ère de construction durable* : Selon Mme Gro Harlem Brundtland, ancienne Première ministre norvégienne, le développement durable, est défini comme l'indique la référence [4] « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ». (Brundtland, 1987). Il s'agit de l'équivalent français de l'expression anglaise « sustainable development » employée lors du « Sommet de la terre à Rio de Janeiro »,

Ce concept dépend de trois niveaux majeurs, à savoir, la bonne gestion économique, la préservation de la nature l'environnement, et l'essor social. L'architecture durable est une notion qui s'inscrit dans le même sillage que le développement durable et défend la même cause.

La définition de l'architecture durable, appelée aussi éco-architecture, architecture écoresponsable, architecture verte ou viable, etc, répond parfaitement aux exigences du développement durable. La nature, la santé et le confort de l'homme sont placé au cœur de cette approche nouvelle. Elle cherche à garantir des solutions efficaces pour une construction responsable et moins nocive envers l'environnement, tout en assurant un espace confortable et sain pour l'homme. C'est une voie vers une conception industrielle consciente qui agit contre les risques futurs.

Selon la référence [17], cette approche éco-responsable est également appelée « *bâtiment biosourcé* » (Pissaloux, 2017) l'objectif ultime de cette appellation est d'encourager l'exploitation des ressources locales qui vont par la suite renforcer le réseau économique et dynamiser le secteur d'éco-industries grâce à un ensemble de choix très variés de matériaux pour avoir une large gamme de produits. On distingue à ce titre différentes dénominations mais le concept et l'objectif restent toujours centrés autour des trois piliers déjà cités.

Pour mener à termes ce concept écologique, l'architecte doit bien choisir les matériaux à employer et penser à une nouvelle conception architecturale durable et écologique. « *L'architecture durable s'efforce*

en outre d'utiliser des matériaux à forte inertie (qui restituent l'énergie la nuit), et de privilégier des matériaux peu polluants, issus de ressources renouvelables (comme le bois produit localement) » comme s'est cité dans [17]. Partant du postulat du dictionnaire *Collectivités territoriales et Développement Durable*, la référence [17] on peut confirmer que le bois transparent est un matériau prometteur capable d'enrichir le concept la durabilité grâce à son origine naturelle dégradable. Son utilisation est considérée comme un outil de progression remarquable dans le champ de l'architecture écoresponsable.

III. L'IMPACT DU BOIS TRANSPARENT SUR LA QUALITE DE VIE ET LA PRODUCTION DANS LES ESPACES DE TRAVAIL ET D'APPRENTISSAGE

A. IMPACT SUR L'ESPACE RESIDENTIEL

1) *Qualité de vie et bien être* : Notre rythme de vie exige parfois de rester cloîtrés dans nos bureaux, nos maisons, exposés à un éclairage insuffisant. L'éclairage sert de lien entre les sources de lumière naturelle et la perception qu'a l'observateur de l'environnement urbain et de l'objet architectural. Pour notre corps, l'éclairage n'est pas seulement associé à la perception visuelle, mais a également un effet physiologique. Il permet de se sentir mieux et d'être plus énergétique et plus concentré. La simple exposition à la lumière naturelle du jour peut avoir un impact positif sur notre bien-être global. Néanmoins, la lumière du soleil n'est pas assez présente dans les espaces d'aujourd'hui pour synchroniser notre horloge biologique. D'où, certains troubles apparaissent : troubles d'humeur ou de sommeil principalement. Comme indiqué dans [23], « Des chercheurs italiens ont mené une étude portant sur plus de 600 patients atteints de troubles émotionnels et hospitalisés à l'Hôpital San Raffaele de Milan, ils ont observé que les durées d'hospitalisation étaient plus courtes pour les patients situés dans l'aile Est, exposée au soleil » (Tourre, 2007)

Selon [03], Boyce et al. (2003) réalisent une recension complète des bénéfices de la lumière naturelle et ses effets sur la santé. Ses conclusions indiquent que l'éclairage naturel n'influence pas seulement le système visuel, mais qu'il aurait des effets systématiques bénéfiques contre la migraine, le syndrome de trouble affectif saisonnier (SAD, Seasonal Affective Disorder), le cycle circadien et le sommeil

Ce qui nous permet de dire que la lumière naturelle intervient significativement dans la régulation de notre cycle de sommeil, améliorant de ce fait notre humeur et notre santé en général. En d'autres termes, elle augmente la sécrétion de l'hormone du bonheur, la sérotonine et réduit les niveaux de cortisol, hormone du stress. Une exposition équilibrée à la lumière naturelle favorise un rythme circadien sain, ce qui agit sur la qualité du sommeil et du réveil. En revanche, une exposition insuffisante à la lumière naturelle peut perturber notre horloge interne, entraînant des problèmes d'insomnie.

2) *Esthétique spatiale et bien être* : La lumière est un élément architectural immatériel, c'est un élément de l'objet architecturale au même titre qu'une enveloppe ou un espace comme mentionné dans la référence. [5] « La lumière est un élément constitutif de l'espace qui l'organise, le délimite par son immatérialité et le rythme par son mouvement. » (CHELKOFF Grégoire et HIBAUD Jean-Paul, 1992)

La lumière naturelle permet aux architectes et aux concepteurs de créer des espaces architecturaux créatifs et esthétiques. En la maîtrisant habilement, ils peuvent accentuer les caractéristiques architecturales, créer des jeux d'ombre et de lumière et améliorer l'expérience spatiale. Cette ressource naturelle devient ainsi un élément clé dans la création d'environnements riches et visuellement inspirants. En ce sens, il s'agit d'un élément puissant qui agit comme un pinceau pour donner vie aux espaces et créer des atmosphères uniques. L'utilisation appropriée de la lumière naturelle dépasse les simples murs et transforme les bâtiments en œuvres d'art vivantes.

La lumière du jour est engendrée par la distribution de la lumière naturelle pénétrant dans l'espace bâti, résultant de sa propagation à travers l'enveloppe et de sa réflexion par les matériaux qui composent le bâtiment. La pénétration de la lumière naturelle dans l'espace intérieur crée une interaction entre l'espace et

la lumière. Les ombres qui en résultent jouent un rôle essentiel dans cette dynamique. Cette interaction entre l'ombre et la lumière met en évidence les volumes et les profondeurs de l'espace en question.

Le résultat est une expérience visuelle plus riche pour le spectateur, qui met en évidence les détails de la conception et fournit des effets visuels supplémentaires. La texture et la forme des différentes surfaces présentes dans l'espace sont mieux révélées. Cela se fait en soulignant les qualités esthétiques des murs ou en ajoutant d'autres couches visuelles. Elles peuvent guider l'œil et orienter le mouvement dans l'espace, en ajoutant de la perspective et de la profondeur. Les architectes et les designers utilisent les ombres pour créer certaines atmosphères qui affectent notre état d'esprit et notre perception des espaces. Les ombres douces et diffuses créent une atmosphère chaleureuse et apaisante, idéale pour les espaces résidentiels ou de détente.

Or, le recours au bois transparent dans nos espaces de vie peut créer une ambiance dynamique et vivante grâce à la pénétration de la lumière naturelle, avec des espaces transparents permettant aux ombres de se déplacer en créant des rythmes purement esthétique tout au long de la journée. Il en résulte donc un environnement en constante évolution.

Parmi les architectes qui défendent l'emploi de lumière comme matière, le Corbusier qui affirme comme l'indique la référence [7] « *l'architecture est le jeu savant correct et magnifique de volumes assemblés sous la lumière et les éléments architecturaux sont la lumière et l'ombre, le mur et l'espace* » (Corbusier, 1923)

Autrement dit, si on intègre le bois transparent dans nos habitations on aura une intégration ingénieuse de la lumière naturelle qui va par la suite éclairer l'espace, le sculpter et créer des ambiances riches, influençant ainsi notre perception et notre bien-être. Par un jeu de clair-obscur, les architectes peuvent concevoir des environnements esthétiquement plaisants et psychologiquement bénéfiques. La lumière naturelle et les ombres transforment nos espaces de vie et de travail, ajoutant une dimension poétique et vivante à l'architecture contemporaine. L'ambiance lumineuse, au même titre que l'ambiance sonore ou olfactive, résulte de notre perception de l'éclairage et de l'espace construit. Elle peut être décrite à travers les effets lumineux qui la composent, contribuant ainsi à l'expérience globale d'un espace.

L'ambiance lumineuse naturelle prend tout son sens à travers les effets qu'elle génère dans un espace. La manière dont la lumière est perçue par les usagers crée un lien direct entre l'individu et l'objet architectural, déclenchant ainsi l'expérience sensorielle de l'éclairage. Comme le souligne Millet (1996) dans la référence [15], la lumière naturelle devient un élément révélateur de l'expérience vécue dans un lieu.

Cette perception lumineuse ne se produit qu'à travers l'usage du lieu, créant ce qu'on appelle une intention d'ambiance. Il s'agit de l'atmosphère que l'architecte souhaite mettre en place dans son projet. L'architecte, comme le mentionne Didier Faucher (2000) dans la référence [8], cherche à susciter une sensation chez ceux qui occupent l'espace. Il imagine l'impression que l'environnement aura sur les usagers et façonne l'espace en fonction de cette vision. Les intentions d'ambiance sont donc influencées par la perception de l'architecte, nourrie par son expérience personnelle et professionnelle. Une intention d'ambiance fait toujours référence à une ambiance vécue, que l'architecte transpose dans son projet. En manipulant judicieusement les objets et la lumière, il détermine la manière dont les usagers percevront l'espace. Cela illustre parfaitement la relation subtile entre l'ambiance lumineuse naturelle et la perception de l'espace architectural.

Grace à la transparence créée par ce matériau innovant, la structure architecturale se transforme à un filtre de lumière naturelle, par son interaction avec les phénomènes physiques. Elle simplifie le jeu de l'éclairage intérieur en s'appuyant sur un outil exceptionnel qui permet une immersion sans rupture entre l'intérieur et l'extérieur, dans le respect de l'environnement et du principe de développement durable. Ainsi, la lumière naturelle fait partie intégrante de la conception architecturale, grâce à l'utilisation du bois transparent qui permet, entre autres, d'intégrer les différentes sources de lumière naturelle, telles que le ciel

et l'environnement. Cette innovation pousse à dépasser les frontières de la conception traditionnelle, qui sépare souvent l'intérieur de l'extérieur. Elle permet de créer une harmonie entre ces deux espaces, donnant l'impression d'être à la fois dedans et dehors. Avec l'architecture transparente, grâce aux murs en verre et aux grandes baies vitrées remplaçant les murs opaques, les habitants profitent de vues panoramiques sur la nature environnante, tout en baignant l'intérieur de lumière naturelle.

Cette transparence donne l'illusion d'agrandir l'espace, car les limites entre l'intérieur et l'extérieur s'estompent. Le bois transparent joue un rôle clé dans cette expérience immersive, en laissant entrer la lumière de manière uniforme, qui évolue au fil des heures et des saisons, illuminant les espaces intérieurs de façon changeante et apaisante. Les espaces illuminés par cette lumière changeante transforment les intérieurs en lieux chaleureux et vivants. L'utilisation d'un matériau translucide comme le bois transparent dans la conception des espaces renforce la connexion avec la nature, créant ainsi une ambiance paisible et harmonieuse. L'architecture transparente améliore également la qualité de vie des habitants en favorisant la ventilation naturelle et une meilleure circulation de l'air.

De plus, les terrasses, patios et jardins, qui sont normalement des espaces extérieurs, deviennent des extensions naturelles des pièces intérieures grâce au bois transparent, utilisé dans des éléments comme les portes coulissantes ou les ouvertures pivotantes. Cette conception floute les frontières entre l'intérieur et l'extérieur, offrant ainsi une nouvelle expérience sensorielle où l'on se sent entouré par la nature. Cela aide à réduire le stress et à améliorer le bien-être général. Ressentir la nature tout en étant à l'intérieur transforme un simple logement en un véritable refuge de tranquillité.

En conclusion, l'architecture transparente, soutenue par l'innovation du bois translucide, crée des espaces à la fois pratiques et esthétiques, en créant des ambiances qui font vibrer nos âmes, en fusionnant harmonieusement l'intérieur et l'extérieur et en laissant pénétrer une énorme quantité de lumière du jour contribue également à améliorer la qualité de vie et offrir une expérience psychologique qui aide à atteindre le bien-être

B. IMPACT SUR LES LIEUX DE TRAVAIL ET LES ETABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT

1) Confort thermique, acoustique et visuel : Avant d'analyser les impacts de l'utilisation du bois transparent sur notre

bien être et notre confort il est primordial de définir la notion du confort et préciser ses différents facteurs. Selon [22] « *Le confort peut être défini comme le degré de désagrément ou de commodité produit par les caractéristiques de l'environnement d'un espace* » (Serra et Coch, 2005). Le confort ne se limite pas à une simple sensation de bien-être ou à l'absence d'inconfort ; il s'agit en réalité d'une interaction continue entre l'individu et son environnement. Cette citation nous rappelle que le confort est directement lié aux caractéristiques tangibles d'un espace, qu'il s'agisse de la température, de la qualité de l'air, de la luminosité ou même du design et de l'agencement des meubles. Ces éléments physiques agissent en tant que stimuli qui influencent la manière dont nous percevons et vivons un espace.

Cependant, il est important de noter que le confort est une expérience relative. Ce qui peut être perçu comme une source de commodité pour une personne peut engendrer du désagrément pour une autre. Par exemple, dans un bureau, une personne peut trouver agréable une température légèrement fraîche pour stimuler sa concentration, tandis qu'une autre la ressentira comme une source d'inconfort, affectant sa productivité. Cette diversité dans les perceptions nous montre que le confort n'est pas une donnée fixe ou universelle, mais plutôt une réponse subjective aux conditions de l'environnement.

Selon [11] « *le bien-être d'une personne est basé sur sa perception subjective des influences externes.* » Ce qui nous permet de conclure que le confort est un facteur qui ne peut pas être évalué avec précision en termes quantitatifs.

selon [22,]Serra et Coch proposent une approche intéressante pour comprendre le confort, en le divisant en paramètres et facteurs. Les paramètres sont les aspects physiques et matériels de l'environnement, mesurables et analysables de manière objective, indépendamment de l'usage ou des usagers. Ces éléments peuvent inclure des aspects généraux comme la disposition de l'espace ou la température, ainsi que des conditions spécifiques pour chaque sens, tels que les stimuli visuels, acoustiques, thermiques ou olfactifs. Autrement dit, ils constituent les caractéristiques mesurables de l'environnement.

D'un autre côté, les facteurs de confort se réfèrent aux conditions extérieures qui influencent la manière dont les individus perçoivent leur environnement. Ces facteurs sont plus subjectifs et comprennent des dimensions biologiques, physiologiques, sociologiques, culturelles et psychologiques spécifique à chaque individu. A titre d'exemple, deux personnes se trouvant au même endroit ne ressentiront pas les mêmes niveaux de confort en raison de leurs attentes culturelles ou de leurs états émotionnels.

Ce qui nous intéresse dans cette analyse, c'est prendre en considération l'interaction entre les sens dans la perception du confort. Selon [09] la classification traditionnelle du confort se repose souvent sur des catégories sensorielles distinctes (visuel, acoustique, thermique, etc.) , comme l'indique le schéma ci-dessus [09].

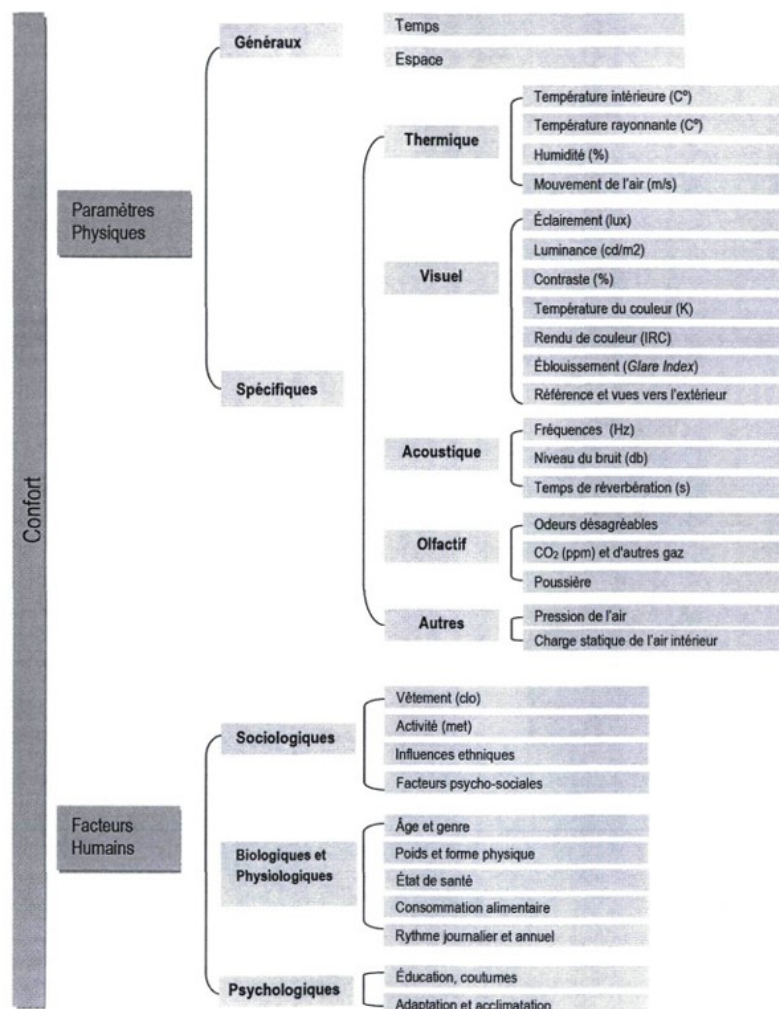


Fig. 1: Schéma du confort réalisé ESTEBAN EMILIO [09].

2) *Impact sur la production éducative et professionnelle* : Le sens le plus important de l'être humain est celui de la vision

car 80 à 90% de notre saisie de données est basée sur ce que nous pouvons voir cité par Hegger comme l'indique la référence [09]. La perception est bien souvent reconnue la plus développée des sens humaines. La possibilité à voir des couleurs, des différentes formes, des gestes et des textures influence profondément nos actions et nos décisions, ce qui souligne l'omniprésence de ce sens dans notre expérience sensorielle globale. Cette idée est confirmée par des recherches en neurosciences et en psychologie qui montrent que le cerveau consacre une partie significative de ses ressources à l'analyse visuelle.

La productivité et la concentration humaine sont directement influencées par la lumière naturelle. Selon plusieurs études, les employés exposés à une lumière naturelle adéquate et modérée pendant la journée témoignent d'un rendement plus efficace ; ils sont plus alertes, plus efficaces et commettent moins d'erreurs. En plus, les espaces éclairés naturellement offrent un champ propice à la créativité. En conséquence, l'utilisation du bois transparent pour augmenter l'éclairage naturel dans les espaces de travail ou d'apprentissage est devenue primordiale.

Pour le confort lumineux, selon [25] Woolner et ses collègues ont suggéré que la lumière a un impact positif sur la réussite et qu'elle est associée au bien-être. C'est dire que de mauvaises conditions lumineuses auraient un effet négatif sur le bien-être psychologique. Ils remarquent aussi l'impact positif d'autres aspects tels que la couleur et la « beauté » des espaces, lesquels sont intimement déterminés par la lumière. Selon [09] « *Sur la base d'une étude qui porte sur 2 000 salles de classe et 21 000 élèves des Districts de Capistrano (Californie), Fort Collins (Colorado) et Seattle (Washington State), le groupe Heschong Mahone montre un lien entre la disponibilité d'éclairage naturel et la réussite scolaire (1999). Selon ces résultats, les élèves des salles de classe avec un éclairage naturel plus élevé ont progressé 20% plus rapidement dans le test de mathématiques et 26% plus rapidement dans le test de lecture, pendant l'année d'étude. De plus, dans les salles avec fenêtres ouvrantes, les élèves ont obtenu un progrès d'apprentissage de 7 à 18% plus rapide comparativement à ceux qui étaient dans les salles avec des fenêtres fixes* ».

Selon [03] il existe une corrélation entre la quantité d'éclairage naturel disponible et les résultats académiques des élèves, mais pas une causalité. Toutes fois cette étude reste une des plus grandes citations qui appartient au domaine de l'éclairage naturel au sein des espaces d'enseignement. Selon [21] il y a un lien entre l'éclairage naturel et la santé des enfants. Cette enquête a porté sur un groupe de 88 élèves de 8 à 9 ans résident dans quatre salles de classe bien différentes. Ils ont analysé des facteurs tels que la disponibilité de l'éclairage naturel, taux de fabrication d'hormone Cortisol, les résultats scolaires, la croissance des enfants ainsi la répétition de maladies. La conclusion des recherches prouve un lien entre la quantité luminosité naturelle, le niveau hormonal, et le comportement des élèves. Les auteurs concluent que le fait de travailler dans des pièces dépourvues de lumière naturelle peut entraîner un changement sur la production d'hormones, une diminution de la capacité de concentration chez les enfants.

En outre selon Kast (2006) cité [09] il est confirmé qu'un bon éclairage naturel peut aider à l'amélioration des résultats académiques « *Kast (2006) fournit 17 études révélant qu'un bon éclairage améliore les résultats scolaires, augmente l'attention et joue un rôle important dans la réussite des étudiants.* »

Dans une revue scientifique, Selon selon [02], la lumière naturelle ne doit pas être évaluée uniquement pour ses impacts sur les capacités visuelles. En effet, elle influence également d'autres systèmes non visuels, tels que le cycle circadien, les migraines, le trouble affectif saisonnier (SAD) et le sommeil. Il insiste également sur l'importance du spectre de la lumière naturelle, indispensable à la stimulation du système visuel et non visuel, et qui ne peut être entièrement remplacé par l'éclairage artificiel.

En ce qui concerne le confort thermique, la référence [08] affirme que le confort thermique comme un principal élément capable de réduire le taux d'absentéisme. Selon [09] une nouvelle école construite à Natal obtient une étude post-occupationnelle où le résultat marque une diminution de 50% dans l'absentéisme hivernal. Ils ont lié cette chute remarquable de l'absentéisme aux stratégies de chauffage passif mises en œuvre dans le nouveau bâtiment pour obtenir une température confortable de 10 degrés Celsius supérieure à la température extérieure en hiver.

« Le confort thermique constitue une condition essentielle à la qualité des espaces éducatifs, étant donné son impact positif sur les processus d'apprentissage » [09]

Passons maintenant à savoir les impacts positifs liés à l'intégration significatifs du bois transparent dans les établissements scolaires qui peuvent fournir aux élèves et aux équipes administratives de plonger dans l'environnement extérieur grâce à sa transparence. Selon [24] plusieurs expérimentations réalisées pendant les années soixante-dix en Allemagne, sont allées jusqu'à proposer des écoles sans fenêtres en croyant que cela protégerait les élèves des distractions extérieures et diminuerait leurs problèmes de concentration.

De nos jours les avantages liés au contact avec l'extérieur sont bien connus, ailleurs plusieurs chercheurs encouragent les architectes de réaliser dans les espaces éducatifs des ouvertures importantes qui permettent l'enfant d'avoir un contact avec l'environnement extérieur. Selon [24] une vue vers l'extérieur permet aux élèves de restaurer et/ou de maintenir leur concentration sur une période prolongée. Selon [09] *« Le système de certification environnementale CHPS (Collaborative for High Performance Schools), basé sur les normes de Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), inclut maintenant des exigences spécifiques pour assurer les vues vers l'extérieur. Le système prévoit que 90 pour cent de la surface des salles de classe devrait avoir une vue directe vers l'extérieur par une fenêtre verticale située à une hauteur située entre 76 cm et 228 cm du sol (COCHPS, 2009) »*

Pour conclure, on peut confirmer que le confort visuel, comme le confort thermique, d'un intérêt particulier dans les lieux d'enseignement. En effet, il y a d'autres impacts bénéfiques autres que les rendements scolaires des élèves, il faut ajouter aussi des impacts significatifs sur notre santé et sur d'autres systèmes biologiques non visuels tels que le cycle circadien. Toutefois, il est primordial de souligner que l'éclairage abondant ou mal contrôlé peut causer des effets négatifs tels que l'éblouissement, qui peut troubler la concentration et engendrer la fatigue oculaire.

IV. CONCLUSION

Les déchets issus de l'industrie et des chantiers s'accumulent inexorablement, entravant la régénération de l'écosystème. L'humanité s'engage ainsi sur une voie autodestructrice, accélérant la dégradation continue de la planète. Il devient donc crucial de sensibiliser le public à cette réalité pour préserver le vivant. Il est impératif d'adopter des pratiques plus responsables envers notre environnement. L'homme, souvent inconscient des menaces écologiques, joue un rôle actif dans cet effondrement, risquant de provoquer un déséquilibre irréversible. Ce dernier pourrait causer des souffrances tant physiques que psychologiques aux générations futures. Dans cette perspective, l'architecture durable se présente comme une solution incontournable à promouvoir pour assurer une meilleure qualité de vie.

L'analyse des propriétés du bois transparent et de son impact à la fois sur l'environnement et sur l'homme révèle sa capacité à offrir un confort optimal tout en respectant les principes écologiques. En tant que designers et architectes, il est essentiel de promouvoir l'utilisation des multiples avantages qu'offre ce matériau, tant pour notre bien-être que pour la planète. Ainsi, il devient crucial d'imaginer des espaces de vie, de travail, de loisirs, et en particulier de soins, en intégrant la translucidité du bois transparent comme

un élément central. Ce matériau permet de diffuser généreusement la lumière naturelle, contribuant à une meilleure qualité de vie. En optimisant la lumière grâce au bois transparent, nous mettons en place une approche polyvalente qui allie architecture durable et bien-être psychologique. En exploitant les ressources naturelles renouvelables, nous ouvrons la voie à un avenir prometteur dans les domaines de l'architecture et du design.

En conclusion, le bois transparent se présente comme une solution innovante et durable, capable d'améliorer de manière significative le confort dans divers espaces architecturaux. Il offre une meilleure gestion de la lumière naturelle, optimisant ainsi le confort visuel, tout en contribuant au bien-être thermique grâce à ses capacités isolantes. En réduisant les besoins en énergie et en matériaux moins écologiques, il a également un impact positif sur l'environnement. Son intégration dans les environnements éducatifs et professionnels pourrait favoriser la concentration, améliorer les performances des élèves et augmenter la qualité du travail. Par conséquent, il est fortement recommandé d'explorer son potentiel dans l'architecture moderne pour allier bien-être humain et durabilité environnementale.

Pour terminer, nous pouvons également ajouter que chaque période de l'histoire a été marquée par l'usage d'un matériau bien particulier. Le XIXe siècle, par exemple, a été l'ère du fer, symbolisée par la révolution industrielle et la construction emblématique de la Tour Eiffel. Le XXe siècle a vu l'avènement du béton, accompagnant l'essor urbain. Quant au XXIe siècle, il s'inscrit dans l'ère des matériaux écologiques et de la construction durable, caractérisée par l'utilisation croissante de matériaux d'origine naturelle, tels que le bois transparent.

ACKNOWLEDGMENT

Je voudrais dans un premier temps remercier, Michael Shell pour le développement et la maintenance des fichiers de style IEEE LaTeX qui ont été utilisés dans la préparation de ce modèle. J'aimerais adresser un remerciement particulier aux autres contributeurs pour leurs efforts afin que cet article soit dans les normes.

REFERENCES

- [1] Boitouzet, T. (2022, 05 05). Interview de Timothée Boitouzet sur le site Gouvernement.fr. *tous écologistes*. Récupéré sur <https://www.youtube.com/watch?v=lfLXqIa9r50>
- [2] Boyce, P. (2010). Review: The Impact of Light in Buildings on Human Health. *Indoor and Built Environment*, 19(8).
- [3] Boyce, P. et al. (2003). *The Benefits of Daylight through Windows*. New York: Capturing the Daylight Dividend Program - Lighting Research Center Rensselaer Polytechnic Institute.
- [4] Brundtland, G. H. (1987). *Notre avenir à tous [Our Common Future]* Gro Harlem Brundtland. la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies.
- [5] [Chelkoff et Thibaud, 1992] CHELKOFF, G. et THIBAUD, J.-P. (1992). *Les mises en vue de l'espace public*. Rapport technique, Centre de recherche sur l'espace sonore et l'espace construit, École d'architecture de Grenoble.
- [6] Crompton, S. (2011). What's stressing the stressed? Main sources of stress among workers. *Canadian Social Trends*, 92, 44-51.
- [7] Corbusier, L. (1923). *Vers une nouvelle architecture*. (W. & Brewer, Éd.) New York.
- [8] Didier Faucher, M.-L. N. (2000). *Playing with design intents: integrating physical and urban constraints in CAD*. *sciencedirect*, 93-105.
- [9] ESTEBAN EMILIO, MONTENEGRO ITURRA (2011). Impact de la configuration des bâtiments scolaires sur leur performance lumineuse, thermique et énergétique. (Mémoire de maîtrise, faculté d'aménagement, d'architecture et des arts visuels université laval québec)
- [10] Haw, M. et al. (2008). 7 Fountains Primary School Post-occupancy Evaluation. Paper presented at the PLEA 2008 - 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture. Dublin
- [11] Hegger, M. et al. (2008). *Energy manual: sustainable architecture* (1 ed.). Munich: Birkhäuser Detail.

- [12] Hulot, N. (2006). *Ecoguide de A à Z*. (E. I. midi, Éd.) France: Libiro.
- [13] Louvet, B. (2019, 04 08). *sciencepost*. Récupéré sur sciencepost : <https://sciencepost.fr/construction-de-demain-un-bois-transparent-qui-stocke-et-libere-de-la-chaaleur/>
- [14] Marois, A. (2020). RESTAURATION COGNITIVE PAR LA NATURE : VERS UNE INTÉGRATION DANS LES MILIEUX PROFESSIONNELS ET SCOLAIRES. *Revue québécoise de psychologie*, 41(3), 53–74. <https://doi.org/10.7202/1075465ar>
- [15] Millet, M. S. (1996.). *Lumière révélant l'architecture*. Société Van Nostrand Reinhold.
- [16] N. HOYET, (2013) *Matériaux et architecture durable* – Fabrication et transformations, propriétés physiques et architecture, Dunod, , 256 p
- [17] Pissaloux, J.-L. (2017). Dictionnaire Collectivités territoriales et Développement Durable. *Architecture durable* , pp. pp. 48-52.
- [18] Kats, G. (2006). Greening America's Schools: cost and benefits. Capital E.
- [19] Kaplan, S. (1995). The Restorative Benefits of Nature: Toward an Integrative Framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15, 169-182
- [20] Klimont, S. (2001). Building type basics for elementary and secondary schools. New York: John Wiley & Sons. Küller, R. et C, Lindsten. (1992). Health and behavior of children in classrooms with and without windows. *Journal of Environmental Psychology*, 12(4): 305-317.
- [21] Küller, R. et C, Lindsten. (1992). Health and behavior of children in classrooms with and without windows. *Journal of Environmental Psychology*, 12(4): 305-317.
- [22] Serra, R. et H. Coch. (2005). *Arquitectura y energia natural* (1 éd.). Ciudad de Mexico: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.
- [23] Tourre, V. (2007). *Simulation inverse de l'éclairage naturel pour le projet architectural*. Université de Nantes.
- [24] Walden, R. (2009). *Schools for the future: design proposal from architectural psychology*. Heildeberg et Kroning: Hogrefe.
- [25] Woolner, P. et al. (2007). A sound foundation? What we know about the impact of environments on learning and the implications for building schools for the future. *Oxford Review of Education* 33(1): 47-70.