

SYNTHÈSE

IMPACTS EFFETS D'UN ENVIRONNEMENT BOIS SUR L'OCCUPANT

Synthèse des ateliers 2021



AUTEURS : MEDDL & YOUR RESEARCH

DOCUMENT RÉALISÉ AVEC LE FINANCEMENT DE



CODIFAB
Développement des Industries Françaises
de l'Ameublement et du Bois

FINANCEMENT



Le CODIFAB - Comité professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois – a pour mission de conduire et financer des actions d'intérêt général en faveur des fabricants français du bois et de l'ameublement. Le CODIFAB fédère et rassemble 4200 PME et plus de 15 000 artisans, représentés par leurs organisations professionnelles :



Les actions collectives ont pour objectif d'accompagner les entreprises de création, de production et de commercialisation, par une meilleure diffusion de l'innovation et des nouvelles technologies, l'adaptation aux besoins du marché et aux normes environnementales, la promotion, le développement international, la formation, et par toute étude ou initiative présentant un intérêt pour l'ensemble de la profession.

Pour en savoir plus : www.codifab.fr

AUTEURS

Florence AVIAT, fondatrice de YouR Research Bio Scientific, Docteur en microbiologie, chercheuse.

Claire LELOY, fondatrice de MEDDLE, développement construction biosourcée et Ville Durable.

COMITE DE PILOTAGE

Nous remercions les membres du Comité de Pilotage (UICB, UIPC, UMB-FFB, Capeb, Ameublement Français, UIPP) qui ont su orienter au mieux ce projet pour qu'il permette d'identifier de nouveaux leviers de distinction et accompagner – à travers les ateliers et les fiches - les fabricants et les entreprises à la valorisation des produits bois.

Décembre 2021, m à j 18 mars 2022

Photo de couverture : © Shigeru BAN

© AUTEUR & CODIFAB, 2021. Tous droits réservés. En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie - 20 rue des Grands Augustins, 75006 Paris

PREAMBULE

Les effets du bois sur le confort, le bien-être et la santé de l'occupant se présentent comme un puissant levier pour distinguer le bois sur les marchés. Le projet IMPACTs a été lancé par les organisations professionnelles du CODIFAB pour mieux identifier l'ensemble des travaux et résultats justifiant ces effets. Pour transmettre ces connaissances, Florence AVIAT et Claire LELOY (chefs de projet IMPACTs) proposent en 2021 un cycle d'ateliers afin de mieux maîtriser ces valeurs ajoutées et arguments distinctifs. Chaque atelier, traité par thématique, repose sur la présentation d'études scientifiques et leurs résultats, un témoignage de terrain et un temps d'échange. Ci-dessous le programme des quatre ateliers :

- **Atelier 1** (7 octobre 2021) : « Pourquoi et comment un environnement bois impacte-t-il l'occupant ? » - Atelier introductif qui présente l'ensemble du sujet (Du confort physique à l'amélioration physiologique) et apporte les définitions nécessaires à sa compréhension.
- **Atelier 2** (21 octobre 2021) : « Les effets du bois sur l'odorat et le toucher »- Atelier thématique qui aborde « ce qui se sent et ce qui ne se sent pas » avec les effets olfactifs, chimiques et tactiles.
- **Atelier 3** (18 novembre 2021) : « Les effets du bois sur l'ouïe et la vue »- Atelier thématique qui aborde « ce que propose le bois, ce que l'occupant perçoit » avec les effets acoustiques et visuels.
- **Atelier 4** (9 décembre 2021) : « Approche spatiale : confort avec le bois ». Atelier thématique qui aborde « espaces, volumes, couleurs : un environnement avec le bois » : de l'architecture au produit



INTRODUCTION

[Lien vidéo intro \(7min\)](#)

Le projet IMPACTs a été lancé en 2020 avec l'objectif de mieux comprendre les impacts d'un environnement bois sur l'occupant et de transmettre cette connaissance. Les axes dégagés :

1. Les effets : physiques, psychiques, physiologiques, neurologiques
2. Les causes : sensorielles, biologiques, chimiques, métaboliques
3. Les résultats : en termes de confort, de bien-être, de santé

Ce cycle d'ateliers, se fonde majoritairement sur les effets physiques et la notion de **confort augmenté avec le bois**. Ce, parce que cette sensation de confort est la « première marche » vers un équilibre psychologique, lui-même essentiel à l'équilibre physiologique. D'autre part, le domaine des effets en matière de confort est largement documenté et les preuves qui viennent le consolider (produites essentiellement par l'ingénierie et par les recherches scientifiques objectivant les effets sensoriels sur le corps humain) sont particulièrement robustes. Les éléments prouvant les effets bénéfiques d'un environnement bois sur le confort de l'occupant sont donc notablement solides et peuvent être expliqués et transmis pour accompagner la mise en valeur des produits bois.

Les domaines des effets psychologiques et physiologiques sont des conséquences de ces premiers effets ; par ailleurs, les éléments de preuves, si prometteurs qu'ils soient, demandent une certaine connaissance de base avant d'être appréhendés prudemment.

Ce cycle d'ateliers a donc pour objectif de montrer comment et pourquoi un environnement bois peut être favorable au confort.

Pourquoi et comment un environnement bois impacte-t-il l'occupant ?

Du confort physique à l'amélioration physiologique : ce que la matière induit sur les sens et sur le métabolisme

Effets du bois abordés lors de l'Atelier 1

- Confort thermique / sens sollicités : toucher ; thermoception
- Confort d'ambiance / sens sollicités : odorat (et respiration)
- Confort acoustique / sens sollicités : ouïe
- Confort visuel et lumineux / sens sollicités : vue
- Gestion des espaces, volumes et leur évolutivité / perception, expérience utilisateur, équilibre

Décryptage du sujet

1. Perception des Bâtiments bois par le grand public

Etude sociologique menée par l'agence Mana, pour Atlanbois (2013)

Terrain étudié : 11 bâtiments (école, entreprise, maison individuelle, logement collectif, habitat social)

Méthode : interview des utilisateurs, maîtres d'ouvrage, exploitants et voisinages

Objectifs : identifier les indicateurs (psychologiques, affectifs, sensoriels et fonctionnels et ergonomiques) qui participent à la construction des représentations sociales du bois ; objectiver le ressenti ; définir un vocabulaire ; identifier la variété des usages.

Idées clés : Les personnes rencontrées rappellent régulièrement que le bois renvoie à une expérience corporelle. L'étude souligne une adhésion remarquable à ces bâtiments bois avec « une notion d'unanimité qui se dégage par-delà la diversité des sites visités ». Le ressenti y est analysé à travers les prismes sensoriels (sons, odeurs, couleur, lumière...) et fonctionnels (espace, rapport à l'extérieur, volumes)

2. Les Français et le Bois

Etude de marché/ tendances, menée par SocioVision, pour CODIFAB (2014)

Terrain étudié : Echantillon de 2 000 personnes (15-74 ans) représentatif de la population française

Méthode : qualitative (interviews) et quantitative (statistique)

Idées clés : Analysant en préambule le contexte (de crise) et les conséquences en matière de consommation, l'étude décrypte le rapport des Français au bois. Elle constate une image très positive : un matériau valorisant, adaptable... majoritairement perçu comme « chaleureux et beau », et souligne certains freins (inflammabilité, efficacité dans le temps, coût). Un des 7 points clés de la conclusion : « Le bois bénéficie d'un capital d'image très positif qui fait très largement consensus. Une partie de ces attributs est d'ailleurs à rechercher dans le caractère « vivant » du bois, qui lui confère sa chaleur, sa force, sa flexibilité mais, aussi, sa vulnérabilité. »

Chiffres clés : perception très positive et forte intention d'usage : 38% (les ambassadeurs) et un marché potentiel identifié à l'époque (2014) estimé à 60%

Workplace / Wellness/ Wood

Etude de perception menée par l'institut Pollinate, Australie (2018)

Echantillon : 1000 salariés de bureaux australiens

Méthode : analyse de l'incidence de l'environnement direct sur la productivité par questionnaire

Idées fortes de l'étude : un environnement favorable au confort intègre (entre autres éléments) des matières naturelles, au premier chef le bois, parce que l'humain dispose d'un lien inné à la nature (qui fait défaut en milieu urbain). Ce confort augmenté génère un accroissement de la productivité quantifiable.

Chiffres clés : Pour 60% des personnes interrogées, l'apport de bois dans l'environnement de travail accroît le confort et pour 83%, il permet une meilleure concentration. Les personnes dans les lieux de travail avec moins de 20% de surfaces en bois d'aspect naturel sont beaucoup moins satisfaites à la fois de leur vie professionnelle et de leur lieu de travail physique que celles qui ont une forte proportion de bois (à minima 60%). Une autre donnée : près de la moitié (48%) des travailleurs très insatisfaits de leur lieu de travail physique ont pris un congé non planifié, contre seulement 22% de ceux qui sont très satisfaits de leur lieu de travail. Enfin, les travailleurs satisfaits par leur environnement de travail sont moins malades (4 jours d'arrêt de travail en moins par an ...)

Définitions et notions

Biophilie

La nature est partie prenante du cadre de vie et de la santé des usagers, c'est ce que l'on appelle la Biophilie. Elle a été énoncée par le chercheur américain Edward O. Wilson en 1984 comme étant l'affinité innée de l'homme pour le vivant et les systèmes naturels.

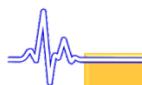
Ensuite en 2008, un chercheur américain en Sociologie Stephen Kellert intègre les principes et notions de la Biophilie dans l'aménagement intérieur et fonde le Design Biophilique. S. Kellert a mis en place un axe particulier pour le soin : le **Restorative Environment Design** (RED) dans lequel des éléments de la nature seront intégrés à l'aménagement spécifique des lieux de soin comme les couleurs, les formes, les sons, les odeurs, les textures issus de la nature afin de développer un endroit où le patient se sentira en sécurité.

Que mesure-t-on ?

Les études scientifiques dont l'objectif est d'évaluer les effets du matériau bois sur l'utilisateur d'un point de vue confort s'intéresseront aux 4 sens suivants : la vue, l'ouïe, l'odorat et le toucher.

Afin de mener à bien cette évaluation, les réponses des usagers testés devront être qualifiées et/ou quantifiées de manière la plus objective possible.

Qualifier et quantifier les effets du matériau bois sur le confort de l'utilisateur : Indicateurs, paramètres : Les effets du matériau bois sur le confort de l'utilisateur pourront se qualifier et se quantifier à deux niveaux : physiologique et psychologique. Les indicateurs seront choisis en fonction des populations (malades, enfants, travailleurs, familles...) et des types d'environnements étudiés (médical, scolaire, tertiaire, logement...), en cohérence avec l'objectif poursuivi.



INDICATEURS PHYSIOLOGIQUES

- Fréquence cardiaque
- α -amylase salivaire
- Pression artérielle
- Réponse galvanique de la peau
- Électroencéphalogramme
- Olfactométrie
- Température superficielle de la peau
- Cortisol salivaire
- Prise médicamenteuse



INDICATEURS PSYCHOLOGIQUES

- Questionnaires POMS (Profile Of Mood States)
- Auto-évaluation des sujets
- Echelle de douleur

Travaux et études scientifiques présentés lors de l'atelier 1

Influence de la nature en milieu de soin, Ulrich et al., (1984)

La première étude dont l'objectif était d'évaluer l'influence de la vue de la nature en milieu hospitalier sur le bien-être des patients a été réalisée par Ulrich en 1984 aux Etats-Unis. Un panel de 46 patients hospitalisés (pour une cholécystectomie) ont été observés pendant une période de 7 jours : les indicateurs mesurés ont concerné : la quantité d'analgésique consommée et le temps de récupération traduit par la durée d'hospitalisation. Les patients suivis avaient une chambre soit avec vue sur le parc de l'hôpital soit avec vue sur les murs de l'hôpital. Cette étude a mis en évidence que les patients avec vue sur le parc arboré de l'hôpital ont diminué leurs prises en analgésique dès 5 jours d'hospitalisation : ces patients prenaient 2.5 fois moins d'analgésiques forts été modérés que les patients avec la vue sur les murs de briques (Différence significative selon test statistique effectué).

Témoignage expert - Jean-Yves BLANCHIN, Institut de l'Elevage

Bâtiment d'élevage et Bien-être animal – Témoignage de Jean-Yves Blanchin (IDELE)

Un travail mené par l'Institut de l'Elevage (IDELE) depuis 2006, a donné lieu à plusieurs travaux sur des populations de bovins laitiers, de caprins et d'ovins.

Idées fortes des travaux : le bois fait partie des solutions qui apportent des conditions améliorées pour le bien-être animal. Les sujets de thermique, d'ambiance et de renouvellement d'air y sont prégnants et le bois apporte des réponses concrètes.

Résumé :

Le bâtiment d'élevage, et plus largement l'environnement de vie des chèvres, chevrettes et boucs, constitue un élément central pour garantir aussi bien la santé et le bien-être des animaux que les performances technico-économiques des exploitations.

J.Y. Blanchin explique que la conception de bâtiment d'élevage s'intéresse aux mêmes critères que ceux ciblés pour conception de bâtiments scolaires, médicaux, logements individuels etc... par exemple : le confort thermique, le confort acoustique, la qualité de l'air.

Par exemple, maîtriser l'ambiance du bâtiment d'élevage est l'un des leviers d'action pour prévenir / réduire les pathologies respiratoires chez les caprins. A ce titre, un environnement bois (et ses performances en matière de régulation de l'humidité ambiante) se révèle favorable au bien-être animal, comme en témoigne le travail conjoint de l'IDELE et de l'UICB, résumé dans la plaquette « Bâtiment bois et Bien-être animal » (2011). De la même manière, l'effet « paroi chaude » distingue nettement le bois d'autres matériaux et procure un confort thermique supérieur.

D'autre part, l'IDELE a mis en évidence les influences directes du bâtiment sur la survenue et la propagation de troubles sanitaires (en l'occurrence, chez les chevreaux). L'IDELE a mis en exergue des pathologies survenant dans les premiers jours de vie des chevreaux en lien avec la conception du bâtiment comme par exemple l'hypothermie due à une humidité importante et des courants d'air donc un manque de confort hygrothermique. Ainsi, des solutions « bois » ont été apportées à la filière notamment sur l'organisation de l'espace facilité (Adaptation de l'espace selon méthodes de production ou augmentation du cheptel) ; le bois étant un matériau « chaud » présentant d'intéressantes capacités d'isolation acoustiques et thermiques, le confort des « résidents » en sera grandement amélioré et la qualité de la production meilleure. Notamment par des systèmes de brise-vent pour protéger les animaux les plus jeunes des courants d'air. L'option la plus efficace pour une ventilation performante restant une ouverture en partie haute avec une toiture en écailles ou faîtage ouvert : l'air vicié et le trop plein d'humidité (typique de ces bâtiments) s'extraient par ces ouvertures améliorant grandement la qualité de l'air intérieur. Ces observations *in situ* ont donné lieu au guide pratique de l'Idèle intitulé « Conception et utilisation des bâtiments d'élevage pour des chèvres et chevrettes en bonne santé ». L'originalité de ce guide réside dans la composition de ses auteurs. En effet, il a été rédigé par un groupe de travail rassemblant des conseillers de la filière bâtiment et des spécialistes de la santé animale. Ainsi, cette collaboration a permis de confronter les attentes des éleveurs et les savoir-faire de la filière construction de bâtiment d'élevage, notamment la construction bois.

BIBLIOGRAPHIE / ATELIER 1

Références enquêtes et études

- *Perception des Bâtiments bois par le grand public*, Mana, Atlanbois (2013) : http://s714417106.onlinehome.fr/maisonboisdarchitecte/wp-content/uploads/2017/12/Etude_sociologique_MANA.pdf
- *Les Français et le Bois*, SocioVision, CODIFAB (2014)
- *Workplace / Wellness/ Wood*, Pollinate, Australie (2018) : <https://makeitwood.org/documents/doc-1624-pollinate-health-report---february-2018.pdf>
- *Conception et utilisation des Bâtiments d'élevage pour des chèvres et chevrettes en bonne santé*, IDELE (2021) : <https://idele.fr/detail-article/conception-et-utilisation-des-batiments-delevage-pour-des-chevres-et-chevrettes-en-bonne-sante>

Références scientifiques

- Ulrich, R. S. (1984). *View through a window may influence recovery from surgery*. *Science*, 224(4647), 420-421.
- Kellert, S. R. (2008). *Dimensions, elements, and attributes of biophilic design*. *Biophilic design: the theory, science, and practice of bringing buildings to life*, 3-19.

Les effets du bois sur l'odorat et le toucher

Ce qui se sent et ce qui ne se sent pas : odeurs, émissions, ambiance

Effets du bois abordés lors de l'Atelier 2

- Confort thermique / sens sollicités : toucher ; thermoception
- Confort d'ambiance / sens sollicités : odorat

Pour comprendre ces effets, il importe de bien distinguer :

- Les caractéristiques physico-chimiques du bois : Ce que la matière « propose »
- La perception – consciente ou inconsciente – de l'occupant : Ce que cela induit chez l'occupant

Décryptage du sujet

1. Bâtiment Bois sans équipement, CODIFAB, France (2020)

Etude d'ingénierie menée par Nobatek et CEEBios à la demande du CODIFAB en 2020.

Résumé : ce travail (guide disponible sur codifab.fr) met en avant les valeurs de confort, intrinsèques à un bâtiment bois, procurant un confort optimal (thermique, ambiance, lumière) tout en garantissant une réelle efficacité énergétique en limitant au maximum le recours aux équipements technologiques

Idées fortes du guide : maximiser les atouts de la construction bois par :

- une conception permettant confort et efficacité énergétique : le bioclimatisme ;
- un bâtiment naturellement performant, optimisant en particulier les atouts du bois (caractéristiques mécaniques, physiques, architecture spécifique) et d'une enveloppe efficace
- favoriser une intégration satisfaisante à l'environnement et mieux comprendre cet environnement pour l'exploiter sans le détériorer (préservation de la biodiversité), voire le copier (biomimétisme)

Mots clés et définitions :

BIOPHILIE : En 1984, Edward O. Wilson énonce l'idée que les humains ont une tendance innée à se chercher des liens avec la nature et avec d'autres formes de vie.

BIOCLIMATISME : le concept de "bioclimatisme" peut s'appliquer à de nombreux types de bâtiments. L'objectif est de rechercher le confort thermique intérieur en adaptant le bâti à son environnement et ce, de manière la plus naturelle possible, il promeut l'utilisation des énergies renouvelables disponibles sur place afin de limiter les moyens techniques extérieurs au site.

FRUGALITE : La construction frugale repose sur une démarche économe tant en ressources qu'en énergie, et privilégie des matériaux et savoir-faire locaux. Ainsi, le bâtiment frugal est lié à son territoire, et à un contexte climatique, de ressources, d'énergies et de modes de vie. La construction frugale donne une place prépondérante à l'usager dès l'amont du projet.

2. Cahier 106 – Le confort hygrothermique, CODIFAB, France (2017)

Essais menés par le FCBA sur le comportement des panneaux contreplaqué en enveloppe, relativement aux flux d'air et de vapeur d'eau.

Résumé : Ce document décrit de manière générale les composantes et les enjeux du confort hygro-thermique, la place du bois et plus particulièrement, les solutions apportées par le contreplaqué.

Idées fortes : le contreplaqué est un atout puissant pour une enveloppe performante et perspirante. Etanche à l'air, il garantit la performance thermique ; perméable à la vapeur, il accompagne le confort d'ambiance en régulant l'humidité de l'air. Une régulation précieuse car une humidité de l'air mal contrôlée peut-être problématique pour le bâti (condensation), sa performance (efficacité des équipements de ventilation) mais surtout pour l'occupant (respiration, confort thermique, allergie).

Economie de la Biophilie, Terrapin, USA (2015)

Etude économique menée par l'institut Terrapin Bright Green, USA (2015)

Résumé : Ce travail est une analyse de rentabilité de la biophilie : il traduit plusieurs dizaines d'études scientifiques menées entre 1999 et 2015 en « conséquences monétaires ». Ainsi, l'influence d'un environnement biophilique est traduit en économies dans des cas de figure tertiaires (travail en bureau), hospitaliers (temps de séjour), scolaires ou encore à l'échelle d'une ville comme New York.

Idées fortes de l'étude : un environnement biophilique est favorable au confort et au bien-être des occupants : à leur concentration, motivation, voire même rapidité de guérison. Ce confort peut ainsi être traduit en valeur monétaire et en économies directes.

Chiffres clés : En milieu tertiaire, un environnement biophilique permet de réduire de 10% l'absentéisme et d'augmenter de 6% la productivité. En milieu hospitalier, cet environnement biophilique permettrait aux USA d'économiser 2000\$/an /personne hospitalisée (réduction de 8% du temps d'hospitalisation).

Travaux et études scientifiques présentés lors de l'Atelier 2

1. Bois & Confort : Ce qui se sent...

Evaluer les effets du cèdre japonais sur la récupération de la fatigue et le stress, Bamba & Azuma, 2015 (Japon).

Durant cette étude prenant place au Japon, 12 sujets ont été exposés au cèdre japonais pendant 10mn dans 3 salles différentes (3 expositions par salle sur 3 semaines différentes) : (i) la salle 1 contenait des panneaux de cèdre (Stimuli visuels = la vue du panneau de cèdre et olfactifs = les odeurs émanant du panneau de cèdre) ; (ii) la salle 2 avait de l'air circulant provenant de la salle 1 (Stimulus olfactif = les odeurs émanant du panneau de cèdre) ; (iii) salle de contrôle indépendante n'avait aucun stimulus lié au cèdre (cf fig.1).

Les sujets ont rapporté un taux plus rapide de réduction de la perception de la fatigue dans la salle 1 via une échelle visuelle analogique (EVA). Cette échelle d'autoévaluation mesure la fatigue de 0 à 20 selon le niveau d'énergie, l'aptitude aux activités journalières et parfois sa qualité de vie en général. L'intensité des odeurs dans la salle 1 a été notée de manière significative supérieure à celle de la salle 2 ou de la salle de contrôle. Le Cedrol et le β -eudesmol ont été spécifiquement détectés dans les salles 1 et 2 et sont reconnues comme des molécules responsables d'effets antalgique et relaxant. Cette étude permet de mettre en évidence que les composés organiques volatils (COV) émis par les bois et produits dérivés de bois ne sont pas forcément synonyme de toxicité, et qu'il faut les identifier et étudier leur possible rôle sur le confort, le bien-être ou la santé de l'utilisateur.

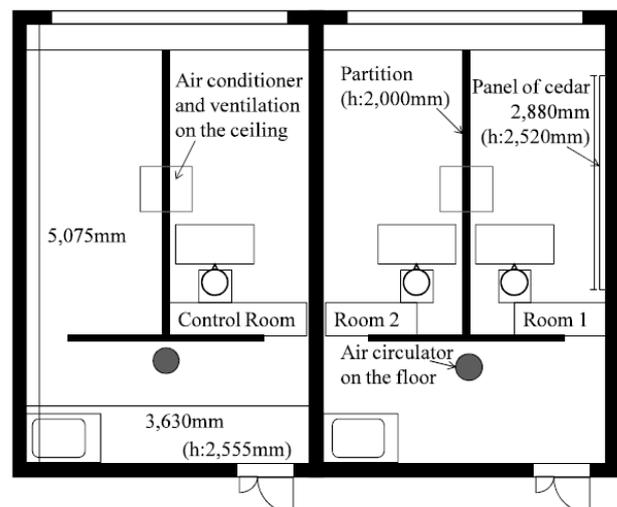


Fig. 1. Plan of experiment rooms.

Etudier les effets du traitement thermique sur la réduction des émissions de COV et d'odeurs émanant des panneaux de particules

, Jiang et al., 2017 (Chine).

Dans cette étude, les émissions de Composés Organiques Volatiles Totaux (COVt) de panneaux de particules, à base de peuplier et de pin (résine Urée formol), fabriqués 6 mois auparavant ont été étudiées sous différentes conditions de températures, en présence ou non de ventilation. Les principales conclusions sont :

- Les émissions de formaldéhyde (HCHO) et de COV Totaux augmentent avec la température de l'enceinte climatique
- Les molécules présentes ont des faibles seuils olfactifs : cela signifie que les participants ont jugé ces molécules émises par les panneaux de particules peu odorantes
- La ventilation réduit les concentrations de COV à température ambiante
- Le traitement thermique réduit les émissions de HCHO et de COVt des panneaux de particules

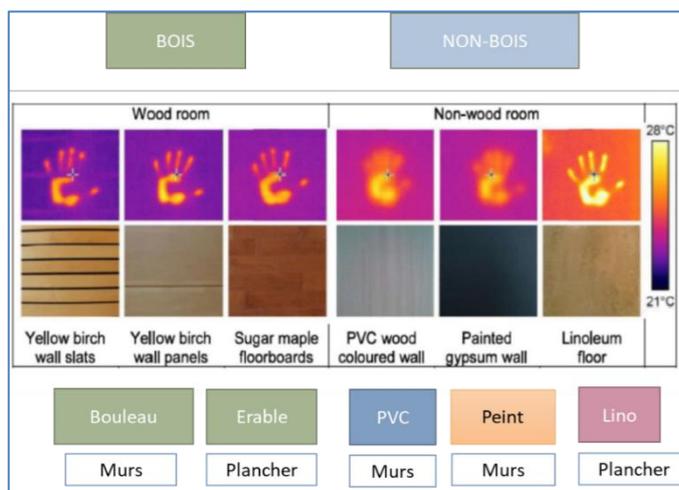
En prolongeant le traitement thermique et en augmentant la température, on obtient un matériau qui a tendance à émettre moins de volatils lorsqu'il est ramené à température ambiante, et ce, en choisissant les conditions permettant d'éviter les dommages (par exemple : déformation des panneaux) sur les panneaux de particules. Ainsi, ces conditions de fabrication permettent d'augmenter le confort de l'utilisateur d'un point de vue olfactif et qualité de l'air.

2. Bois & Confort : ce qui ne se sent pas...

Déterminer l'impact des espaces en bois sur les niveaux de confort en évaluant quantitativement et qualitativement les paramètres thermiques dans les pièces en bois et non en bois, Watchman et al., 2017 (Québec).

Pour cette étude, la conductivité thermique de 2 essences de bois (Bouleau et Erable) ont été comparées à celles de 3 autres matériaux de revêtement (PVC, peinture au Gypsum et linoléum) à partir d'emplacements précis dans 2 pièces de l'Université de Laval.

La figure ci-contre montre les transferts de chaleur entre la main du participant et différentes surfaces. L'image en Infra-rouge résultant du contact entre la main et la paroi en linoléum diffuse dans le jaune (températures élevées) *a contrario* des surfaces en bois qui diffusent dans le bleu (températures basses). Ainsi, le jaune est synonyme de présence de transfert de chaleur entre la main et la paroi testée à l'inverse du bleu où l'on note très peu de transfert de chaleur. Donc les surfaces en linoléum captent la chaleur et sont responsables d'inconfort thermique pour l'utilisateur.

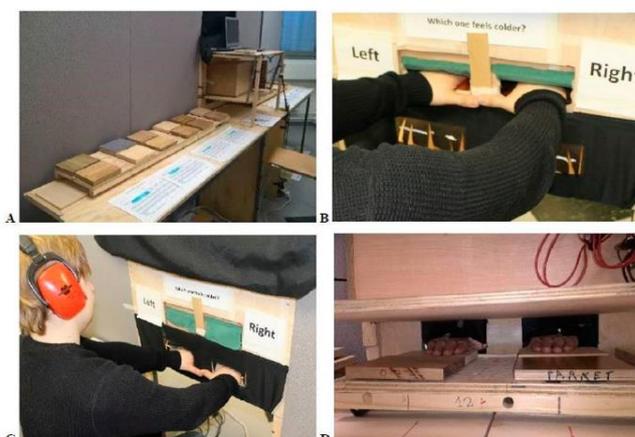


F Aviat d'après Watchman et al., 2017.

L'étude a mis en exergue que, en raison de sa faible conductivité thermique, le bois utilisé en revêtement participe à l'augmentation du confort des usagers de bâtiment, en comparaison d'autres produits qui, de part une conductivité thermique plus forte, peuvent créer de l'inconfort.

Evaluer la qualité de la chaleur tactile de diverses surfaces de bois non traitées et modifiées, Bhatta et al., 2020 (Finlande).

Dans cette étude, l'objectif était d'établir la relation quantitative entre l'intensité physique du stimulus du toucher du bois et sa qualité sensorielle perçue par le sujet et ainsi évalué le confort thermique des usagers. Pour cela, la chaleur tactile perçue a été évaluée de manière comparative sur 12 échantillons, constitués de 4 essences de bois (chêne, pin, mélèze et bouleau) dont les surfaces sont soit brutes, finies (vernis, huile), soit modifiées thermiquement (traitement monophasé effectué à 180°C dans des conditions humides pendant 4h) ou densifiées (compression radiale jusqu'à 10 mm à une température de 150°C pendant 30 minutes). Pour chaque test, les sujets ont dû comparer simultanément le stimulus tactile ressenti pour deux types d'échantillons.



Légende : (A) Vue latérale de l'expérimentateur montrant la disposition des spécimens au-dessus de la surface mobile sur une longue table, (B) participant touchant les surfaces de test, (C) participant avec les mains à l'intérieur du stabilisateur, (d) vue latérale de l'expérimentateur pendant qu'un participant touche les surfaces de test.- Bhatta et al., 2020

Les principaux résultats sont :

Le pin brut a la valeur la plus élevée sur l'échelle de chaleur tactile *a contrario* du chêne brut.

Les revêtements appliqués sur les surfaces en chêne et en mélèze n'ont pas d'incidence sur le score de chaleur tactile. En revanche, les revêtements appliqués sur les surfaces en pin entraînent une diminution de la chaleur tactile après le vernissage, mais une légère augmentation après l'application d'huile.

Quant aux surfaces densifiées du pin et du bouleau, une diminution significative de la chaleur tactile est observée. Cette étude a permis de mettre en évidence l'impact de plusieurs traitements de finition et de surface sur la caractéristique de « chaleur tactile » d'échantillons de bois. La « chaleur tactile » de solutions bois s'inscrit donc comme un critère de choix en termes de confort thermique. L'équipe conclut qu'elle peut être adaptée, par le traitement adéquat, en fonction de l'usage du bâtiment ou d'exigences particulières de maîtres d'ouvrages.

Aujourd'hui, il existe des arguments scientifiques robustes. Il faut noter que les études sont récentes : 2015, 2017, 2020, cela confirme l'intérêt des travaux sur cette thématique.

A RETENIR

Arguments empiriques

1/ Le matériau bois utilisé en construction permet de réaliser un bâtiment frugal avec une enveloppe et de faibles déperditions engendrant un confort thermique et un confort d'ambiance (Codifab, 2020).

2/ Le contreplaqué participe très efficacement à l'étanchéité à l'air du bâtiment, tout en permettant un passage contrôlé des flux d'humidité (Codifab, 2017).

3/ La biophilie, utilisant le bois, permet de réduire de 10% l'absentéisme en milieu tertiaire et d'augmenter de 6% la productivité. En milieu hospitalier, cet environnement biophilique permettrait aux USA d'économiser 2000\$/an/personne hospitalisée (réduction de 8% du temps d'hospitalisation) (Terrapin, 2015).

Arguments scientifiques

1/ Les composés organiques volatils (COV) émis par les bois et produits dérivés de bois COV ne sont pas forcément synonyme de toxicité, et qu'il faut les identifier et étudier leur possible rôle sur le confort, le bien-être ou la santé de l'utilisateur (Bamba et Azuma *et al.*, 2015).

2/ Les conditions de fabrication des panneaux de particules (Prolonger le temps de cuisson et augmenter la température) permettent d'implémenter le confort de l'utilisateur d'un point de vue olfactif et qualité de l'air (Jiang *et al.*, 2017)

3/ Cette étude a permis de mettre en évidence l'impact de plusieurs traitements de finition et de surface sur la caractéristique de « chaleur tactile » d'échantillons de bois. La « chaleur tactile » de solutions bois s'inscrit donc comme un critère de choix en termes de confort thermique.

Témoignage expert : City Zen Wood par Dr Sylvain BOULET, FCBA

Présentation détaillée du projet City Zen Wood – Projet CODIFAB

Depuis 2017, FCBA travaille sur les effets d'un environnement bois sur l'occupant. Dr Sylvain Boulet dirige le projet "City Zen Wood" et s'est inspiré, pour le lancer, de travaux japonais.

Idées fortes des travaux :

Dans le cadre de ce programme exploratoire, le programme City Zen Wood a permis d'analyser les effets physiologiques liés à la stimulation de plusieurs sens (toucher de la main, toucher du pied, odorat et vue) par le contact du bois, et en comparaison avec d'autres matériaux (béton, PVC et aluminium). Les effets sur l'activité nerveuse autonome sont mesurés à l'aide de la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) et de la pression artérielle. Des enquêtes sont menées en parallèle afin d'évaluer les réponses psychologiques des participants.

Résumé :

Les résultats des mesures physiologiques ont mis en évidence des effets physiologiques positifs (abaissement du rythme cardiaque et de la pression artérielle par exemple). Les tendances identifiées durant ces travaux exploratoires demandent encore à être confirmées au cours des études approfondies, mais que ce soit en comparaison avec d'autres matériaux ou par rapport à un état de référence : toucher, sentir ou voir le bois portent des vertus relaxantes; Les prochaines campagnes de tests seront réalisées avec un panel d'individus plus important, permettant d'enrichir les résultats déjà obtenus et investiguer d'autres indicateurs physiologiques, les méthodes d'essais ayant été validées durant cette étude exploratoire.

Retour d'expérience : IME La Sapinière, Saint Jans Cappel, par François DELORME (Architecte associé Truelle) et Marc SEREIS (associé BET Albert & Co)



Présentation de l'Institut Médico-Educatif : IME La Sapinière

L'institut Médico-Educatif est situé sur une propriété d'une dizaine hectares comprenant les bâtiments, des parties boisées, des prairies et jardins, permettant ainsi aux enfants d'être en contact permanent avec la nature, la faune, la flore. L'établissement se situe sur le même site que « Les Résidences du coin du Loup », au cœur de la Flandre intérieure. Le village de Saint Jans- Cappel se situe néanmoins à proximité de la métropole Lilloise (35 km), et d'autres agglomérations (Bailleul, Hazebrouck, Armentières...) ou à 55 km du littoral (Dunkerque).

L'IME « La Sapinière » reçoit des enfants et adolescents âgés de 5 à 20 ans présentant une déficience intellectuelle moyenne à profonde, pouvant être associée à d'autres difficultés, notamment les troubles de la relation et du comportement, autisme et autres troubles apparentés. L'établissement est un internat composé de 30 chambres individuelles, 3 chambres doubles.



Idées fortes : Construire avec sensibilité dans la pente en respectant les arbres était l'un des objectifs de cette réalisation. L'équipe projet a eu à cœur de diminuer les terrassements, prendre soin du terrain, implanter les pieux en fonction des racines des arbres environnant. Les alcôves sont en bois brut non verni et sont diversifiées dans leurs profils, leurs vues, leurs paysages, leurs textures, elles sont sombres ou lumineuses, ouvertes ou fermées. Ces alcôves sont synonymes de postures, de positions « confortables » pour les enfants voire des repères, des lieux ressources. Ces alcôves en bois brut permettent un toucher confortable pour les enfants c'est-à-dire sans sensation d'inconfort thermique. L'apport du bois dans ces alcôves, c'est aussi un toucher « agréable » et donc rassurant pour les enfants qui s'y réfugient pour répondre à leur bien-être physiologique et psychologique. De ce bois brut se dégagent des odeurs. Du fait de la non-utilisation de verni, une économie non négligeable sur le coût total du projet a été réalisée. Par ailleurs, la facilité de process et d'adaptation du bois à différentes situations, a permis de réaliser une cabane en bois dans la salle de vie qui permet aux enfants de s'y isoler afin d'améliorer leur confort physiologique et psychologique.

Résumé : Il faut souligner la validation, par les services de santé, de l'utilisation de bois brut dans toutes les alcôves et agencement des pièces de vie et chambres. Ce lieu fait que l'équipe soignante, les usagers et leurs familles ressentent un confort tactile, visuel et olfactif par la forte présence du bois. Des retours positifs sur le confort des usagers sont, depuis l'ouverture de l'IME en 2019, souvent rapportés à l'équipe projet.

BIBLIOGRAPHIE / ATELIER 2

Références projets et études

- *City Zen Wood Etude Bois, Confort et Santé (FCBA, 2020) disponible sur* <https://www.codifab.fr/>
- *Cahier 106 – Le confort hygro-thermique (FCBA, 2017) disponible sur* <http://www.lecontreplaque.com/wp-content/uploads/2017/01/CAHIER-106-2017-Module-Confort-HT-2017.pdf>
- *Economie de la Biophilie, (Terrapin, 2015, USA) disponible sur* <https://www.terrabinbrightgreen.com/report/economie-de-la-biophilie-fr/>
- *Bâtiment Bois sans équipement, (Nobatek-CODIFAB, 2020) disponible sur* https://www.codifab.fr/sites/default/files/guide_bbse_nov20.pdf

Références scientifiques

- *Bamba, I., & Azuma, K. (2015). Psychological and physiological effects of Japanese cedar indoors after calculation task performance. Journal of the Human-Environment System, 18(2), 33-41.*
- *Bhatta, S. R., Vahtikari, K., Hughes, M., & Kytä, M. (2020). Investigating the tactile warmth of untreated and modified wood surfaces by measuring cold sensitivity in paired-comparison experiments. International Wood Products Journal, 11(3), 129-137.*
- *Jiang, C., Li, D., Zhang, P., Li, J., Wang, J., & Yu, J. (2017). Formaldehyde and volatile organic compound (VOC) emissions from particleboard: identification of odorous compounds and effects of heat treatment. Building and Environment, 117, 118-126.*
- *Watchman, M., Potvin, A., & Demers, C. M. (2017). Wood and comfort: A comparative case study of two multifunctional rooms. BioResources, 12(1), 168-182.*

Les effets du bois sur l'ouïe et la vue

Acoustique, aspects visuels : ce que propose le bois, ce que perçoit l'occupant

Effets du bois abordés lors de l'Atelier 3

- Confort acoustique / sens sollicité : ouïe
- Confort visuel / sens sollicité : vue

Pour comprendre ces effets, il importe de bien distinguer :

- Les caractéristiques physico-chimiques du bois : Ce que la matière « propose »
- La perception – consciente ou inconsciente – de l'occupant : Ce que cela induit chez l'occupant

Décryptage du sujet

Les effets en termes de confort acoustique et de confort visuel peuvent être appréhendés de deux points de vue différents :

D'un côté il y a les faits : ce que la matière produit

- Du fait de ses caractéristiques, notamment physiques (selon que la matière est plus ou moins dense, plus ou moins poreuse, plus ou moins étanche...) et esthétiques (son aspect, ses couleurs, sa texture, une matière lisse ou travaillée... qui peuvent avoir des effets tant sur la vue que sur les sons...)
- Et du fait de ce que l'on peut prévoir de son comportement et de ses interactions avec son environnement

De l'autre côté il y a les effets : ce que cette matière induit sur l'occupant et ce qui va être perçu, par le corps (les sens) et rendu conscient ou pas

- La qualité d'ambiance (ou son absence)
- Le confort ou l'inconfort acoustique
- La satisfaction esthétique ou l'insatisfaction

Ces effets pourront être mesurés par l'analyse de la perception (témoignages) ou par des effets physiologiques prouvant d'une sensation de confort ou d'inconfort (par exemple avec la mesure des variations des marqueurs du stress)

S'agissant de confort, l'ambiance acoustique d'un lieu est un point essentiel. Le plus souvent, l'utilisateur s'exprime sur le sujet par la négative : il exprime rarement une satisfaction quant à un confort acoustique (même si au cours d'enquêtes qualitatives ce type de témoignages est récurrent vis-à-vis d'un environnement bois – Cf Etude Mana, Atelier 1) et est plutôt enclin à souligner un problème d'inconfort. Un véritable sujet de société puisque « *L'absence de prise en compte de l'acoustique à la maison, au travail, à l'école, dans les transports, dans les loisirs coûte chaque année au moins 57 milliards d'euros en frais de santé, en absentéisme, en diminution de la productivité, en retards scolaires* » comme l'explique le Conseil National du Bruit (CNB).

S'agissant du bois, il est tout aussi connu pour être un allié précieux des espaces dédiés au son (auditorium, panneaux antibruit...) que pour une délicatesse – justifiée ou pas – sur les planchers. Le fait est que les systèmes bois sont aujourd'hui en capacité de répondre à toutes les exigences requises, mais jusque récemment, le domaine pâtissait d'un manque d'informations et d'un système de référence. Manque qui a été largement comblé par l'étude ACOUBOIS, présentée ici par Jean-Luc KOUYOUMJI, Ingénieur de Recherche au FCBA.

Témoignage expert : ACOUBOIS par Jean-Luc KOUYOUMJI, FCBA

DEFINITIONS

Deux familles de bruits :

- Bruits aériens (transmission par l'air)
- Bruits solidiens (transmission par la structure du bâtiment)

La qualité acoustique d'un point de vue technique et réglementaire repose aujourd'hui sur 3 critères :

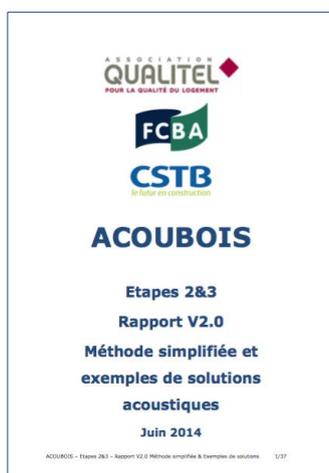
- L'isolement au bruit intérieur ($D_{nTA} \geq 53, 55$ ou 58 dB selon la nature des pièces)
- L'isolement au bruit extérieur ($D_{nTA, tr} \geq 30$ dB)
- Le niveau du bruit d'impact ($L'_{nT, w} \leq 58$ dB)

Comportement du bruit : une onde sonore rencontrant une paroi sera :

- Réfléchi
- Absorbé
- Transmise

A ce titre, une paroi peut participer à l'isolation acoustique, à l'absorption du bruit ou le transmettre ou enfin accompagner la correction acoustique (comme ce sera le cas avec certains panneaux spécifiques).

Etude ACOUBOIS, CODIFAB-DHUP-ADME, France (2013-2018)



L'étude ACOUBOIS (réalisée par FCBA, le CSTB, CERQUAL et QUALITEL, sous financement du CODIFAB, de la DHUP et de l'ADEME) a permis de combler un manque d'informations (et de modèles) pour permettre le calcul et l'approche prédictive.

Elle avait pour ambition de regrouper (et de produire, avec un travail d'essais en laboratoire et de modélisation) toutes les informations nécessaires et de constituer ainsi une base de données et de résultats *in situ* s'agissant du comportement des bâtiments bois. Elle permet ainsi aux concepteurs d'estimer la performance d'un bâtiment bois en termes d'isolement au bruit aérien et au bruit d'impact à l'intérieur des édifices.

Cette étude, ses rapports et synthèses, sont disponibles au téléchargement sur le site de CODIFAB (voir bibliographie en fin de fiche). Elle a en outre été « traduite » pour être rendue opérationnelle à travers la plateforme « Catalogue Bois Construction » qui

propose une aide à la conception, intégrant le sujet acoustique.

Au-delà de cette étude, Jean-Luc KOUYOUMJI a souligné l'importance d'une approche multicritère : « *Le bruit, son absence et plus globalement l'acoustique ne sont pas des phénomènes autonomes. Aussi, le confort acoustique se mesure aussi à l'aune d'interactions. On remarque ainsi des interactions entre acoustique et thermique, entre acoustique et vibration, entre acoustique et urbanité.... Et plus largement entre acoustique et dimension sociale* ». Il souligne ainsi les nuances de ce que l'on appelle « la qualité acoustique » en fonction des lieux et des attentes de l'occupant. De la même manière, il convient de souligner que certains confort (certaines attentes) sont complexes à combiner : par exemple, l'isolement aux bruits extérieurs aura tendance à rendre plus audibles les bruits intérieurs...

Travaux et études scientifiques présentés lors de l'Atelier 3 Bois & Confort : Ce que l'on voit ...

1. **L'influence de l'aménagement intérieur sur le bien-être et la productivité du salarié dans son bureau - Fell, 2010 (Etats-Unis)**

Les objectifs de l'étude de Fell (2010) étaient d'évaluer les effets de 4 environnements de travail sur le confort des usagers. Les 119 sujets ont été surveillés par électrocardiogramme et pour l'activité électrodermique sur 3 intervalles : pendant une période de 10 minutes avant le test pour déterminer une donnée de référence, puis tout au long du test, et enfin pendant une période de récupération de 10 minutes par la suite. Ces deux indicateurs permettent de suivre l'évolution du stress chez les sujets.

Les réponses cardiovasculaires n'ont pas été jugées significatives dans cette étude, de même pour les effets des plantes d'intérieur sur les réponses au stress. En revanche, la surveillance électrodermique a permis de mettre en évidence une diminution significative du stress des personnes en contact avec le bois. Cette étude fournit les preuves que le bois a des effets de réduction du stress similaires à l'effet bien étudié de l'exposition à la nature dans le domaine de la psychologie environnementale. Cette étude est la plus complète (taille importante de l'échantillonnage et suivi de paramètres physiologiques adéquats) concernant l'évaluation des effets psychophysologiques du bois dans l'environnement bâti.

2. **Impact des environnements en bois éclairés par la lumière naturelle sur la perception et le bien-être humain – Poirier et al., 2019 (Québec).**

Cette étude avait pour objectif d'évaluer les effets des différentes couleurs, finitions et proportions de combinaisons de surfaces en bois sur la perception humaine. Les 80 participants ont comparé simultanément 5 modèles différents éclairés par la lumière naturelle pendant 1 minute. Les sujets ont dû évaluer leur ressenti, leur confort visuel et leur bien-être face à ces 5 environnements bois en complétant un questionnaire exploratoire afin de comparer et classer les différents modèles. L'analyse des questionnaires a donné lieu à des nuages de mots dont le résultat principal est : plus il y a d'éléments de bois clairs présents dans une pièce, plus le bien être et le confort sont exprimés. Au regard de ces résultats, les auteurs concluent leur étude en indiquant, notamment, que les designers, architectes devront être vigilants quant au choix des essences de bois utilisées en fonction du lieu à construire ou rénover, et notamment, selon les résultats de Poirier et al. (2019) préférer les essences claires (ex : résineux, épicéa ...) aux essences sombres.

3. **Réponses physiologiques humaines à l'environnement intérieur en bois – Zhang et al., 2017 (Chine).**

Zhang et al. (2017) ont basé leur étude sur des questionnaires afin de déterminer les réponses psychologiques de 20 sujets évoluant dans des environnements bois et non-bois. Ils rappellent que l'aménagement intérieur (mobilier, plafond, mur, sol) est extrêmement important dans la vie quotidienne des usagers y passant près des deux tiers de leur vie.

Le premier résultat important est une diminution significative de la pression artérielle pour tous les sujets évoluant dans les pièces avec du bois visible par rapport aux sujets évoluant dans la pièce où il n'y a pas de bois. Le deuxième résultat important est une diminution significative de la température de la peau pour tous les sujets évoluant dans les 3 pièces avec du bois visible par rapport aux sujets évoluant dans la pièce non-bois, et ce, pendant les 60 minutes de tests. Le troisième résultat important est une fréquence cardiaque inférieure pour tous les sujets évoluant dans les 3 pièces avec du bois visible à celle des sujets évoluant dans la pièce non-bois.

Les auteurs concluent de cette étude concernant l'évolution des paramètres physiologiques que les participants étaient dans un état plus détendu et confortable dans un environnement intérieur en bois que dans un environnement non-bois. De cette étude ressort également l'importance de la couleur du bois visible en contact avec l'utilisateur. En effet, la couleur claire de l'essence testée influence de manière plus positive les paramètres physiologiques et psychologiques des usagers qu'une essence de couleur sombre.

4. Réponses physiologiques humaines à l'environnement intérieur en bois – Burnard et Kutnar, 2019 (Slovénie).

Cette étude a évalué les réponses au stress humain dans 2 bureaux avec des meubles en bois : une pièce avec du chêne et une autre pièce avec du noyer américain. Une pièce contrôle était aménagée avec des meubles blancs. Le stress a été induit chez les sujets et mesuré selon la concentration de cortisol libre salivaire (indicateur physiologique du stress). Soixante et un sujets adultes en bonne santé ont été observés sur une période de 75 minutes afin que les réponses au stress et la récupération au stress puissent être significatifs. Les niveaux de stress sur 75 min ont été significativement plus faibles dans le « bureau-chêne » que dans le bureau contrôle. En revanche, aucune différence significative n'a été détectée entre la « pièce noyer » et la pièce contrôle.

Burnard & Kutnar (2019) concluent leur publication en ces termes « *Quoi qu'il en soit, les interventions dans l'aménagement intérieur montrent des diminutions quantifiables du cortisol en réponse au stress et peuvent être un moyen utile, abordable et facilement disponible pour améliorer la santé des employés de bureau* ».

A RETENIR

Arguments empiriques sur le confort acoustique

1/ L'étude ACOUBOIS a démontré que les solutions bois permettent de répondre aux exigences en matière de confort acoustique et propose aujourd'hui une base de données utile à la conception.

2/ Le bois (à travers notamment l'usage de panneaux acoustiques) est par ailleurs un allié pour la correction acoustique et participe activement à améliorer la qualité acoustique.

3/ La perception du bruit par l'occupant est un sujet plus nuancé parce que plus subjectif, lié à la fois à la culture de l'occupant et à la fonction du lieu occupé.

4/ Le confort acoustique gagne à être abordé avec une approche multicritère (et confronté également aux autres comforts, attentes et exigences) car les effets acoustiques sont aussi augmenté ou apaisés par un certain nombre d'interactions.

Arguments scientifiques sur le confort visuel

1/ La surveillance électrodermique (indicateur physiologique du stress) a permis de mettre en évidence une diminution significative du stress des personnes en contact avec des bureau en bois (Fell, 2010)

2/ Plus il y a d'éléments de bois clairs présents dans une pièce, plus le bien être et le confort sont exprimés par les usagers. Au regard de ces résultats, Poirier et al. (2019) concluent leur étude en indiquant, notamment, que les designers, architectes devront être vigilants quant au choix des essences de bois utilisées en fonction du lieu à construire ou rénover.

3/ Une diminution significative de la pression artérielle est observée pour tous les sujets évoluant dans les pièces avec du bois visible par rapport aux sujets évoluant dans la pièce où il n'y a pas de bois (Zhang et al., 2017).

4/ Une fréquence cardiaque inférieure est observée pour tous les sujets évoluant dans les 3 pièces avec du bois visible à celle des sujets évoluant dans la pièce non- bois (Zhang et al., 2017).

5/ Les interventions dans l'aménagement intérieur montrent des diminutions quantifiables du cortisol en réponse au stress et peuvent être un moyen utile, abordable et facilement disponible pour améliorer la santé des employés de bureau (Burnard & Kutnar, 2019).

Retour d'expérience : Petite enfance et bâtiments bois Corentin DESMICHELLE, architecte, Atelier-Desmichelle

Corentin Desmichelle n'a pas pu participer à cet atelier. Sa présentation, qui synthétisait parfaitement les approches théoriques qui ont précédé sur la dimension acoustique et sur la dimension visuelle a cependant été présentée aux participants. Cette présentation montrait comment les solutions bois (structure et parements), biosourcées (paille) et géosourcées (terre crue) permettaient de proposer aux jeunes enfants des espaces favorables à l'apprentissage et à la vie collective. Nous présentons ici quelques éléments d'information sur l'école parisienne récemment livrée « Les Trois petits cochons » (rue Jeanne d'Arc, Paris 13°) :

Les ambitions du Maître d'Ouvrage en termes d'exemplarité écologique ont permis de porter ici un projet bas carbone, passif, et défendant, au travers d'une relation forte à la nature, une certaine qualité d'usage pour ce jeune public et les personnes qui les encadreront. Une densité urbaine forte certes, mais une densité apaisée et mesurée, au travers d'un projet à haute qualité environnementale.

Le parti architectural et sa matérialité se sont développés autour du questionnement sur la profondeur du parcours, de la rue intérieure. Comment traverser un bâtiment longiligne, mono-orienté sur près de 40 mètres ? Comment occuper cet 'espace-temps' ? Avec quel programme ? Quelle lumière, et quelle relation à l'extérieur ?



C'est là qu'est née cette idée de rue Intérieure, qui se dilate pour annoncer une direction, un centre de loisirs, et accompagne les enfants et parents jusqu'au cœur de l'école. Cette rue est alors matérialisée par une ponctuation de constructions intérieures, volumes fonctionnels et structurels épais, en brique. Ces murs épais délimitent les espaces dédiés aux enfants. Enfin, les cloisonnements entre circulation et locaux des enfants sont en ossature bois, souvent porteuses, totalement vitrées. La rue est alors éclairée de part et d'autre par des prises de vues directes en façade ou par l'intermédiaire de ces locaux vitrés, eux-mêmes en relation avec la cour. La brique ancre le rez-de-chaussée du projet dans sa relation avec le 'grand paysage' : la rue, la cour de récréation et les terrains voisins arborés. Le bois élève les volumes des R+1 et R+2 dans une canopée en devenir. La brique et le bois, accompagnent l'articulation de la forme du projet et de sa fonctionnalité. La brique accompagne les usages depuis la rue jusqu'au centre de l'école et le bois, par ses variations géométriques, permet à chacune des façades de dialoguer avec les éléments construits avoisinants.

Le sens de la forme organique du projet rejoint les questions de fonds environnementales par l'utilisation et la mise en œuvre de matériaux bio-sourcés, locaux et peu énergétiques. Les murs bois sont préfabriqués en atelier (compris ossature bois, isolation paille, menuiseries extérieures, bardage bois, étanchéité à l'air). Les briques en terre cuite sont fabriquées proches de Paris, moulées à la main et dans un des rares fours anciens traditionnels en France, tandis que la paille est récoltée à proximité immédiate des ateliers de préfabrication des façades.



Les lignes architecturales sont imaginées assez sobres, sans dogmatisme, et pensées pour répondre aux besoins en éclairage naturel des espaces intérieurs au niveau des menuiseries. Les percements dans les volumes épais en briques seraient pensées comme des fenêtres, parfois abritées des regards par des systèmes de moucharabiehs, ce qui peut assez bien correspondre à l'intimité nécessaire de certains locaux. Toutes les circulations sont éclairées naturellement par de grandes baies vitrées qui cadrent le paysage urbain et végétal.

La signalétique, pensée durant la phase d'études par le graphiste Jean-Philippe Goussot, a été analysée et réalisée par l'agence LA Architectures. Elle met en exergue la matériau bois et la sobriété des intérieurs. L'ensemble des éléments de signalétique a été gravé par laser.

Etude scientifique sur les milieux scolaires

Pour apporter un éclairage complémentaire à cette présentation, nous ajoutons une description de l'étude « **Schule ohne Stress** » (développée dans l'Atelier 4). Cette étude, menée par le Human Research Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung (Autriche, 2010), a comparé l'état de santé d'élèves évoluant en salle de classe élaborée en bois (Epicéa, chêne, sapin, pin et hêtre) ou de manière traditionnelle (plâtre, cloison blanche). Les chercheurs, après une année scolaire d'analyses, ont notamment conclu que les élèves fréquentant la salle de classe en bois massif voyaient leur fréquence cardiaque ralentir et que cette diminution perdurait après les cours, permettant un meilleur sommeil et une meilleure récupération, même une fois rentrés chez eux dans un environnement sans bois.

Ces résultats mettent en exergue un effet durable du matériau bois sur la qualité des paramètres physiologiques des usagers en contact avec du bois massif visible toute la journée. Par ailleurs, le stress diminue significativement pour les élèves de la classe en bois massif versus un stress qui augmente, ou ne diminue pas, pour les élèves suivant les cours dans la classe non bois.

BIBLIOGRAPHIE / ATELIER 3

Références projets et études

- *Etude ACOUBOIS (FCBA, 2015) disponible sur <https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/acoubois-performance-acoustique-des-constructions-ossature-bois-1310>*
- *Catalogue Bois Construction (FCBA) : <https://catalogue-bois-construction.fr/>*

Références scientifiques

- *Burnard, M. D., & Kutnar, A. (2020). Human stress responses in office-like environments with wood furniture. *Building Research & Information*, 48(3), 316-330.*
- *Fell, D. R. (2010). Wood in the human environment: restorative properties of wood in the built indoor environment (Doctoral dissertation, University of British Columbia).*
- *Human Research. (2010). SOS – Schule ohne Stress Gesundheitliche Auswirkungen einer Massivholzausstattung in der Hauptschule Haus im Ennstal*
- *Poirier, G., Demers, C. M., & Potvin, A. (2019). Wood perception in daylight interior spaces: An experimental study using scale models and questionnaires. *BioResources*, 14(1), 1941-1968.*
- *Zhang, X., Lian, Z., & Wu, Y. (2017). Human physiological responses to wooden indoor environment. *Physiology & behavior*, 174, 27-34.*

Approche spatiale avec le bois

Espaces, volumes, couleurs : l'environnement bois, de l'architecture au produit

Effets du bois abordés lors de l'Atelier 4

Influences bénéfiques d'un environnement bois (en milieu : domestique, tertiaire, hospitalier et scolaire) :

- Baisse du stress et de la fréquence cardiaque
- Amélioration de la qualité du sommeil
- Augmentation de la concentration et de la compétence sociale
- Diminution de l'absentéisme
- Augmentation de la rentabilité (en milieu de soin et en milieu tertiaire)
- Rationalisation de la consommation (conserver le vrac)

Décryptage du sujet

Dans les précédents ateliers, nous avons avancé sur les propriétés de la matière bois : ses caractéristiques, son anatomie, et ce qu'ils engendraient sur l'occupant en termes d'effets :

- Thermiques et tactiles
- Chimiques et olfactifs
- Hygroscopiques, hygrothermique et qualité d'ambiances
- Acoustiques
- Visuels

Au-delà des effets physiques du bois, il s'agit maintenant de considérer le sujet dans sa globalité afin d'appréhender la spécificité des environnements intégrant le bois. Cet axe d'analyse, nous incite à aborder le sujet sous un angle plus large, considérant :

- Les particularités de l'architecture bois
- L'approche design avec le bois

Cette approche, pour mieux saisir les effets sur l'occupant en termes d'espaces, de volumes, de matières, textures, couleurs et les bénéfices que l'on peut identifier.

Evaluer le confort : présentation de 2 outils

1. Le référentiel WELL (USA)

Un référentiel créé en 2015 aux USA pour proposer un cadre permettant d'accompagner les bâtiments (neufs ou en rénovation, logements, tertiaires, commerces...) vers des environnements favorables **au bien-être et à la santé des occupants**. Les indicateurs aujourd'hui :

- Air (qualité, ventilation, renouvellement, vitesse...)
- Eau (qualité)
- Alimentation (équilibre, bio...)
- Eclairage (naturel, artificiel, ouverture, qualité, intensité, économies...)
- Circulations (incitation à l'effort physique, fluidité des circulations...)
- Confort thermique
- Confort acoustique
- Choix d'aménagement (ergonomie, prise en compte des besoins musculaires...)
- Esprit (notion de bien-être dans un sens managérial)
- Communauté (bien-être social dans un sens managérial)

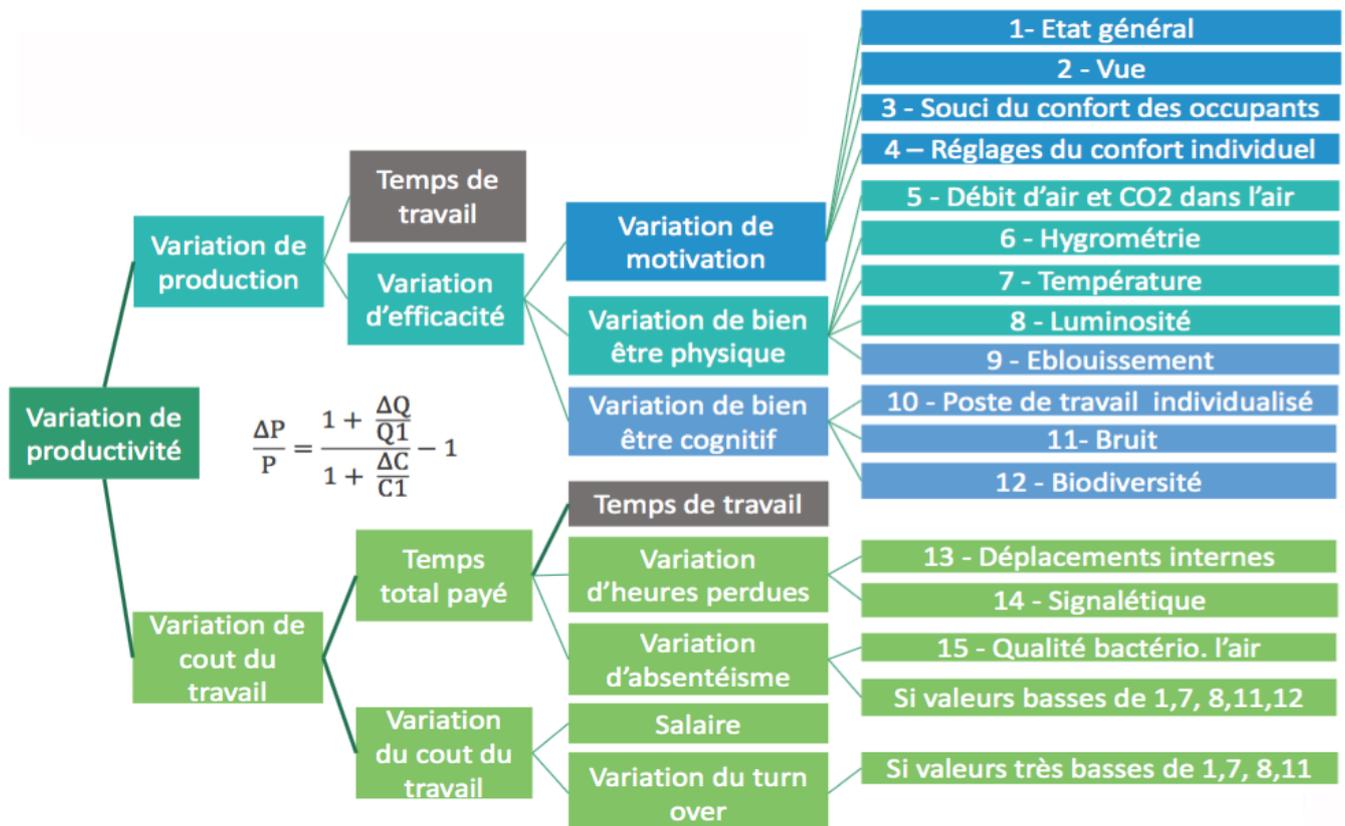
Tous ces indicateurs reposent sur un ensemble d'études scientifiques (connues) et les critères ou recommandations proposés derrière chaque indicateurs visent à respecter l'ensemble des systèmes physiologiques des occupants (depuis le système digestif jusqu'au système cardiovasculaire, en passant par les systèmes immunitaire, nerveux, musculaire...)

De fait, ces indicateurs sont majoritairement « physiques » et visent à proposer un cadre accompagnant la conception des bâtiments, tant sur les solutions de construction (espaces, enveloppes) que d'équipement (renouvellement d'air, traitement de l'eau), services (alimentation, sport ou efforts physique) ou aménagement (ergonomique, circulation).

2. Le référentiel VIBEO (FRANCE)

Le hub VIBEO a été lancé en 2020. Il est le fruit du travail conjoint de l'IFPEB et de Goodwill Management, à la demande d'un consortium (Bouygues Construction, BNP Paribas Real Estate, Bolloré, Covivio, EDF, ENGIE, Ivanhoé Cambridge, Sercib, Saint-Gobain, Korus, Goodwill-management). L'objectif de ce groupe de travail : créer un outil d'évaluation pour accompagner la conception de bâtiments tertiaires plus favorables au bien-être des occupants qui y travaillent.

Ce projet repose sur un constat d'analyse financière : les salaires représentent 90% des coûts d'un immeuble tertiaire (1% pour l'énergie, 9% pour l'immobilier). Hors cette masse salariale peut être mieux rentable si les salariés sont moins malades, moins absents, restent plus longtemps dans l'entreprise et sont plus motivés. En bref (et en écho à l'étude présentée lors de l'Atelier 2 : *Economie de la Biophilie*, Terrapin) : pour rentabiliser l'investissement salarial, il faut favoriser le bien-être des salariés. **On parle ici de valeur d'usage**. Pour ce faire, les indicateurs développés par VIBEO sont au nombre de 15 :



La valeur d'usage permet ici de faire le lien entre l'augmentation du confort et du bien-être (critères de 1 à 15, colonne de droite), les effets induits sur l'occupant en termes de qualité de travail (colonne du centre) et *in fine*, les conséquences en termes d'augmentation de la productivité.

Ici, les éléments analysés sont des faits afin d'orienter le travail de conception (lumière, vue, circulation) assez proches des indicateurs de WELL. A ce jour, les effets de la matière sur le bien-être ne sont pas pris en compte. Cet enrichissement est en réflexion...

Travaux et études scientifiques présentés lors de l'Atelier 4

1. Influence d'un environnement bois sur des élèves en milieu scolaire (*Schule ohne Stress*), Human Research Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung, 2010 (Autriche)

Cette étude a comparé l'état de santé de 52 élèves durant un an. Le premier échantillon (la moitié des élèves) évoluant en salle de classe élaborée en bois (Epicéa, chêne, sapin, pin et hêtre) ; l'autre moitié des élèves dans un environnement traditionnel (Plâtre, cloison blanche).

Les chercheurs, après une année scolaire d'analyses, ont notamment conclu que les élèves fréquentant la salle de classe en bois massif voyaient leur fréquence cardiaque ralentir et que cette diminution perdurait après les cours permettant un meilleur sommeil et une meilleure récupération, même une fois rentrés chez eux dans un environnement sans bois.

Ces résultats mettent en exergue un effet continu du matériau bois sur la qualité des paramètres physiologiques des usagers en contact avec du bois massif visible toute la journée.

Par ailleurs, le stress diminue significativement pour les élèves de la classe en bois massif versus un stress qui augmente, ou ne diminue pas, pour les élèves suivant les cours dans la classe non bois.

2. Evaluer les effets de l'utilisation de produits en bois dans l'environnement des personnes âgées, Anme et al., 2012 (Japon)

Le but de l'étude de Anme et al. (2012) était de clarifier les effets de l'utilisation des produits du bois dans l'environnement des personnes âgées par le biais d'une étude de terrain au sein d'une résidence médicalisée dans la préfecture de Shizuoka (Japon) auprès de 44 personnes âgées. Les évaluateurs ont observé le comportement des participants sur 5 emplois (ou non) du bois dans leur vie quotidienne : (1) ne pas utiliser de produits en bois (chambre témoin), (2) utiliser des tables et des chaises en plastique, (3) utiliser des tables et des chaises en bois, (4) utiliser de la vaisselle en bois, (5) utiliser continuellement des produits en bois pendant 5 semaines. Les professionnels de santé ont utilisé deux types de questionnaires très rigoureux (i) ADRQL évaluant qualité de vie des personnes âgées et (ii) l'IRSA évaluant les compétences sociales des personnes âgées

Ainsi, grâce à ces observations effectuées sur du long terme, les professionnels de santé ont donc montré que l'utilisation régulière de produits en bois augmentait de manière significative l'interaction sociale et les niveaux d'activité des personnes âgées. Ainsi, l'utilisation de produits à base de bois peut réduire le déclin mental et physique chez les personnes âgées.

3. Evaluer la Qualité de l'Air Intérieur d'établissements sociaux rénovés avec du bois afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur, Cho et al., 2019 (Corée)

Cette étude s'est portée sur 12 bâtiments accueillant des populations vulnérables, telles que les personnes âgées et les enfants (8 bâtiments accueillant des enfants, type crèche, 2 centres d'aide sociale pour personnes âgées et 2 foyers pour enfants). Dans cette étude, douze facteurs de Qualité de l'Air Intérieur ont été mesurés comme suit : Facteurs de confort (température et humidité relative), particules, polluants biologiques, fibres d'amiante en suspension dans l'air et polluants chimiques (dioxyde de carbone, formaldéhyde, composés organiques volatils, radon, ozone, oxyde d'azote et monoxyde de carbone).

Cho et al. concluent que la quantité de bois augmentant au sein des bâtiments rénovés engendre une amélioration de la qualité de l'air. Amélioration d'autant plus importante que l'étude suivait des bâtiments accueillant des populations sensibles et ainsi participer à l'augmentation du confort des usagers dans leurs espaces.

4. Evaluer les impacts de la nature auprès de 1000 employés de bureau, Pollinate, 2018 (Australie)

Le cabinet indépendant Pollinate (Sydney, Australie) a mené une enquête de qualité de vie auprès de 1000 employés de bureau. Les employés de bureau australien ne sont pas satisfaits de leur lien avec la nature sur leur lieu de travail (53 %). Étant donné le lien établi entre la nature et le bien-être (Biophilie et Design biophilique), il est possible d'améliorer cette composante du lieu de travail australien. L'intégration d'éléments de conception biophiles tels que le bois, les plantes, les vues sur la nature est une stratégie pour améliorer la connexion des travailleurs avec la nature et donc leur bien-être général et leur productivité.

Les principaux résultats issus de cette enquête de grande ampleur sont les suivants :

- Avec une quantité de bois de +60% dans leurs bureaux, les employés augmentent leur satisfaction au travail et donc leur productivité.
- Avec une quantité de bois de +60% dans leurs bureaux, les employés diminuent leur absentéisme
- Avec une quantité de bois de +60% dans leurs bureaux, les employés prennent 4 jours de maladie en moins par an par rapport aux employés n'ayant que 20% de surface en bois dans leurs bureaux.
- Les sujets interviewés travaillant dans des lieux où le bois est plus présent évaluent plus positivement leur productivité personnelle, leur capacité de concentration (83% versus 65%) et leur humeur générale (68% versus 44%)

Il faut souligner que les résultats de cette enquête viennent confirmer les résultats obtenus lors de travaux décrits auparavant faisant appel aux paramètres physiologiques des sujets suivis.

A RETENIR

informations sur l'influence d'un environnement bois

Deux outils qui analysent les effets de l'environnement sur le bien-être des occupants :

1/ Le référentiel WELL

2/ Le référentiel VIBEO

Plus que les effets, ce sont ici des « faits » et des éléments de conception qui sont analysés à travers un ensemble de critères adressant les concepteurs : les espaces, volumes, la lumière, les équipements, les polluants, l'organisation spatiale, l'ameublement et l'agencement...

Arguments scientifiques sur le confort visuel

1/ La présence de bois massif visible a des effets positifs continus sur la qualité du sommeil et de récupération des usagers.

2/ Un environnement contenant des produits en bois a considérablement augmenté l'interaction mutuelle et les relations harmonieuses entre usagers.

3/ Lorsque la quantité de produits bois augmente au sein d'un bâtiment en rénovation, la qualité de l'air s'améliore.

4/ Il existe une relation claire entre le bois visible et la satisfaction et la productivité au travail

5/ Des travailleurs très satisfaits de leur lieu de travail physique composé de plus de 60% de surfaces en bois auront 4 jours de maladie en moins / an par rapport aux travailleurs ayant seulement 20% de surfaces en bois dans leurs bureaux

6/ Des travailleurs très satisfaits de leur lieu de travail physique composé de plus de 60% de surfaces en bois auront un taux d'absentéisme plus faible que les travailleurs ayant un environnement bois composé de seulement 20% de surfaces en bois.

Focus projet : Cuisinivrac, projet lauréat du concours « New Living Wood » Théo Descantes (LISAA)

Théo Descantes est étudiant en dernière année de Master d'architecture intérieure et design, à l'Institut Supérieur d'Arts Appliqués (LISAA). Il est le lauréat 2021 du concours « New Living Wood », initié par les organisations professionnelles de la filière bois (UMB-FFB, CAPEB, UIPC, UICB), soutenu par le CODIFAB et orchestré par le French Design. Ce concours New Living Wood présente des projets prospectifs et innovants dédiés à la filière Bois construction.

Le thème de la 4^{ème} édition : « L'espace-repas de demain »

Cuisinivrac propose une réponse face à la nécessité de limiter la production de déchets (notamment emballage) en favorisant le recours au vrac par de nouvelles fonctions :

- Limiter au maximum les emballages et favoriser le stockage du vrac
- Accompagner le stockage et la préservation en bénéficiant des qualités intrinsèques aux essences (ex. cèdre pour éloigner les mites alimentaires)



Le recours au bois, en revêtement, en meubles et pour l'ensemble des rangements proposés est justifié par :

- L'utilisation d'une matière disponible, naturelle et renouvelable (avec utilisation de chutes pour le revêtement mural)
- L'hygroscopicité du bois
- La recherche d'ergonomie (facilité d'usinage, ex. prise en main),
- Une douceur des textures et des lumières (pour un espace relaxant).

Une première réflexion a par ailleurs été initiée sur les profils chimiques des essences, avec la volonté d'identifier des composés non seulement compatibles au contact alimentaire mais aussi bénéfiques aux utilisateurs (odeurs incitant à la détente, réconfort...) comme aux denrées (conservation, voire action sur les goûts et arômes...)

Retour d'expérience : Cliniques radiologiques d'Amilly (45), Marie Schweitzer, architecte (Atelier d'Architecture Marie Schweitzer, Paris)

Sur le site du Centre Hospitalier de l'Agglomération Montargeoise, l'architecte Marie Schweitzer a été sollicitée, en 2010, pour concevoir un bâtiment autonome destiné aux examens IRM. En résulte un cadre apaisant pour les patients, inspiré du style «zen» japonais. Au rang des attentes : une démarche environnementale affirmée (construction bois, aménagement et mobilier bois, récupération de chaleur liée à l'IRM) ainsi que la gestion de 5 flux : patients valides, brancards, médecins, personnel administratif, ambulances, dans le respect de l'activité de chacun...

Avec quelques années de recul, le maître d'ouvrage de cet établissement a commandé un autre bâtiment similaire, tout bois, plus vaste, livré en 2021. Pourquoi ? Marie Schweitzer nous explique que le GIE propriétaire de la clinique a constaté durant ces dix dernières années que **la patientèle était bien plus détendue dans cet environnement** et qu'en conséquence, les actes de radiologie en étaient grandement simplifiés... augmentant sensiblement le chiffre d'affaire. L'intelligence des circulations (facilitées par les structures bois libérant l'espace au sol) n'y est certes pas pour rien. Mais l'architecte souligne l'importance des dimensions culturelles et esthétiques, essentielles au cadre de vie et au ressenti des occupants, mais trop souvent occultées par des approches rationalisées. La douceur des ambiances, les couleurs du bois, les larges ouvertures sur l'extérieur qui font bénéficier de lumière naturelle et l'élégance des mobiliers... concourent à cette ambiance reconfortante qui facilite le parcours de soin, tant pour les patients que pour les personnels soignants.



L'ouvrage livré cette année (2021) repose sur une structure bois et met en valeur différentes essences soit par des éléments de structure apparents soit avec des revêtements (murs, sous-face de planchers bois) et mobiliers bois (bancs, bureaux, cloisonnement à claire-voie...), conçus et édités par Atelier Marie Schweitzer.

BIBLIOGRAPHIE / ATELIER 4

Références projets et études

- *Référentiel WELL* : <https://www.wellcertified.com/>
- *Référentiel VIBEO* : <https://goodwill-management.com/thesaurus-vibeo/>
- *Concours New Living Wood* : <https://newlivingwood.lefrenchdesign.org/>
- *CUISINIVRAC, lauréat 2021* : <https://newlivingwood.lefrenchdesign.org/s/CUISINIVRAC.pdf>
- *Cliniques d'Amilly, site d'Atelier d'Architecture Marie Schweitzer* : <https://www.atelierschweitzer.com/projet/amilly-45-batiment-pour-examens-irm/>

Références scientifiques

- *Anme, T., Watanabe, T., Tokutake, K., Tomisaki, E., Mochizuki, H., Tanaka, E., Wu B. MA1, Shinohara R., Sugisawa Y., Tada C., Matsui T., Asada, S. (2012). Behavior Changes in Older Persons Caused by Using Wood Products in Assisted Living. Public Health Research, 2(4), 106-109.*
- *Cho, H. M., Park, J. H., Lee, J., Wi, S., Yang, S., Yun, B. Y., Kim, S. (2019). A field study on the indoor air quality of wooden welfare facilities in Korea. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 609, No. 4, p. 042020). IOP Publishing.*
- *Human Research. (2010). SOS – „Schule ohne Stress“ Gesundheitliche Auswirkungen einer Massivholzausstattung in der Hauptschule Haus im Ennstal*
- *Pollinate. (2018). Worplaces: wellness+wood=productivity. Technical report.*

CONCLUSION

Au fil de ces ateliers que nous avons dédiés aux effets de confort induits par un environnement bois, nous avons pu constater que le bois a des effets bénéfiques :

- Physiques, d'abord : nous les avons nommés « confort »
- Psychologiques également, nous les avons nommés « bien-être »

Les travaux scientifiques, mais également les travaux d'ingénierie, les essais, les enquêtes... nous ont aidés à démontrer au travers de ces 4 ateliers pourquoi et comment l'exposition aux espaces intégrant le bois génère des impacts positifs d'un point de vue sensoriel et perceptif (conforts acoustique, thermique et hygrothermique, visuel, olfactif, tactile...). Ces confort sont induits par des qualités intrinsèques au bois ou à chaque essence (caractéristiques physiques, profils chimiques, couleurs, textures...)

Au-delà, le confort peut également être abordé de manière plus globale, comme la résultante de multiples facteurs qui interagissent. A ce titre, de nombreux travaux nous ont permis d'étayer le propos : depuis la Biophilie et notre attachement archaïque à la matière bois, jusqu'à l'architecture, le design... montrant comment le bois concourt à créer des espaces, des volumes et des ambiances qui « réconfortent ». Une notion qui jusqu'à présent apparaissait comme très subjective, mais qui aujourd'hui est largement confirmée et prouvée par les travaux scientifiques.

Pour consolider les travaux et analyses présentés lors des ateliers, nous nous sommes rendus sur le terrain. Nous avons ainsi découvert un institut médico-éducatif où le bois, laissé brut, sert de refuges et de lieux d'expression ou de protection à des enfants notablement sensibles. Nous avons aussi visité quelques bâtiments d'élevage en bois où il s'avère que les animaux seraient mieux portants. Une école en bois et paille pour des enfants plus sereins, comme semble le prouver une étude menée durant une année entière en Autriche. Nous sommes également allés visiter une clinique radiologique, qui s'est agrandie, tant le maître d'ouvrage a pu constater sur pièce que l'environnement bois facilitait grandement les actes médicaux, du fait du dé-stress des patients. Et nous avons découvert un projet d'étude en design où le bois sert à la fois un propos culturel, esthétique et pratique tout en accompagnant la conservation ou la maturation des aliments... Bref : nous avons pu constater que sur le terrain aussi de belles choses se passent avec le bois, qui peu à peu s'impose comme élément du « restorative environment » (Kellert, 2008), qui favorise la récupération.

Il importe maintenant de faire le point sur ce que l'on sait (et ce que l'on prouve) quant à ces effets, afin de clore ce cycle autour du confort augmenté avec le bois :

- D'un point de vue « physique » - Les connaissances acquises sur les atouts intrinsèques du bois dans les domaines physiques (physique du matériau ; physique du bâtiment ; physique en termes d'architecture et de design ; physique en termes sensoriels) sont une force incontestable. Les caractéristiques des environnements bois (thermique, acoustique, chimique, hygrométrique, esthétique, spatiale, olfactif) présentent autant d'atouts et d'arguments solides pour associer le bois à un confort augmenté.
- D'un point de vue « psychologique » – Les études menées (tant au niveau sociologique, perception, biophilie) sur des échantillons solides confirment une connexion innée (inscrite dans le patrimoine génétique) entre le bois et l'homme. Le bois est assimilé à un refuge, une solution, un domaine rassurant. Ce champ de connaissances est également une force pour le bois qui peut être exploitée.
- D'un point de vue « psychosensoriel » et évaluation du bien-être – Il est aujourd'hui avéré que le sentiment de bien-être peut être objectivé : les réactions du métabolisme et ses marqueurs (notamment hormonaux) permettent cette affirmation. De nombreux travaux et outils viennent ainsi consolider cette sensation de bien-être qui se traduit également par un rééquilibrage du métabolisme.

Aujourd'hui les rapports de causes à effets quant au confort sont largement documentés et particulièrement robustes. Différentes disciplines scientifiques nous ont également permis d'avancer sur la dimension psychosensorielle et les bénéfices psychologiques. Suivent ensuite les impacts sur la santé... Le fait est que tous les indicateurs que nous avons croisés au cours des ateliers pour analyser les effets de confort (qualité du sommeil, amélioration du rythme cardiaque, pression artérielle, productions hormonales) vont avoir une incidence

sur la dimension physiologique et donc sur la santé.

Au-delà de cette spirale vertueuse du confort physique vers une santé renforcée, beaucoup de travaux sont en cours, et de nombreux autres doivent être lancés pour disposer de preuves solides. La profusion d'essences (et donc de caractéristiques), mais aussi les différences entre les pays, les populations, leurs cultures, leurs habitudes, leurs essences de prédilection... toutes ces variables entrent en ligne de compte et enrichissent l'équation, autant qu'ils la compliquent.

Ce qui est certain, c'est qu'il y a aujourd'hui un marché (des marchés) qui s'ouvre vers une manière de construire favorable à une meilleure qualité de vie. Or, nous avons constaté que le bois apparaît comme une solution efficiente en la matière. Outre le fait d'apporter une réponse environnementalement pertinente, **le bois peut aujourd'hui également se distinguer sur le terrain d'une qualité de vie augmentée.**

Florence AVIAT et Claire LELOY