

City Zen Wood

Etude Bois, confort et santé



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Novembre 2020

Avec le soutien de

CODIFAB

comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois



Contexte et objectifs

Le soutien à la filière forêt-bois et particulièrement au développement de l'usage du bois dans la construction s'appuie d'une part sur la levée d'un certain nombre de freins techniques et d'autre part sur la valorisation des qualités intrinsèques du matériau bois. Le regard environnemental, transversal à ces deux objectifs, interroge aujourd'hui les conditions de confort des usagers des bâtiments. Le bois bénéficie d'un a priori favorable, mais qu'en est-il objectivement de son influence sur le niveau de confort de ces usagers ?

L'étude *City Zen Wood*, menée par l'institut technologique FCBA et soutenue par le CODIFAB et France Bois Forêt, a débuté en 2019 avec pour ambition de proposer des outils et des méthodologies d'évaluation objective de l'influence des matériaux dont notamment le bois, sur le confort des usagers et d'en tester la pertinence par la réalisation d'une première campagne de mesures. Les résultats sont présentés dans ce rapport.

Les effets du bois et de 3 autres matériaux sur la stimulation de certains sens (toucher, odorat et vue) sont analysés à travers la mesure de réponses psychologiques et physiologiques.

Description de l'étude

Le programme *City Zen Wood* a pour objectif d'analyser les effets physiologiques liés à la stimulation de plusieurs sens (toucher de la main, toucher du pied, odorat et vue) au contact du bois 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.

Depuis maintenant plusieurs années, des travaux de recherche menés à l'étranger (Japon, Autriche, Canada, etc.) tendent à démontrer que la présence de bois dans les bâtiments procure des effets physiologiques positifs pour les usagers, conduisant à une réduction de la fatigue, une diminution du stress ou encore un renforcement du système immunitaire.

L'institut technologique FCBA s'est associé à NICE Corporation en collaboration avec le Toshiharu Ikaga Laboratory de la faculté de Sciences et Technologies de l'Université de Keio qui appréhende le confort à travers la connexion entre santé et environnement intérieur. Le professeur Ikaga a mené de nombreuses études sur les effets du bois utilisé en aménagement intérieur sur différents critères liés au confort (qualité du sommeil, stress, productivité, etc.)¹. C'est en partenariat étroit avec les chercheurs de l'Université de Keio que les protocoles méthodologiques suivis dans le cadre du projet *City Zen Wood* ont été mis en place.

¹<http://www.ikaga.sd.keio.ac.jp/index-en.php>

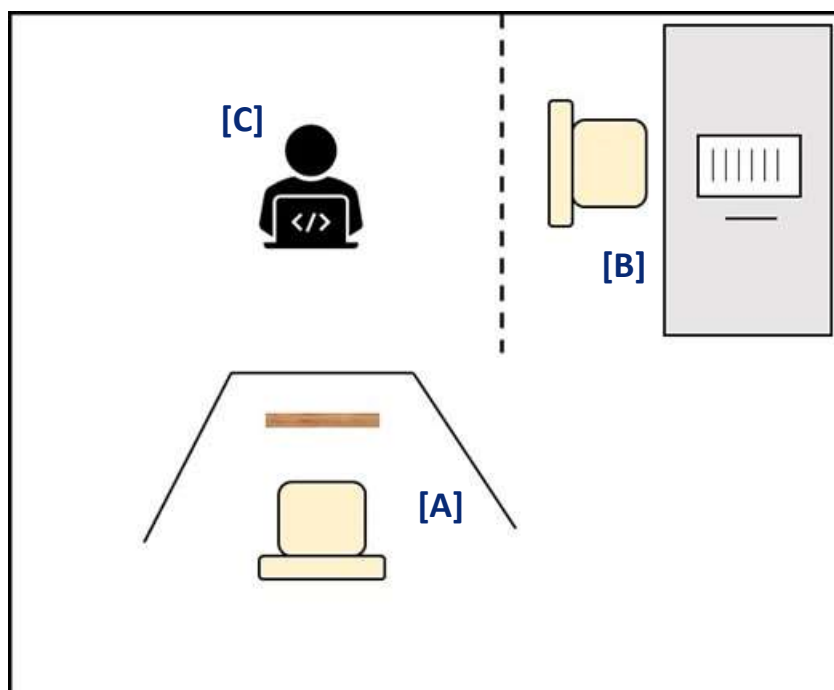


Matériel et Méthodes

Participants et protocole expérimental

L'étude a été menée sur une cohorte de 8 individus (hommes âgés de 25 à 35 ans). Les participants ont préalablement reçu une description de l'expérience et donné leur accord pour y participer.

Les mesures physiologiques ont été effectuées dans une salle d'expérimentation avec une ambiance contrôlée durant la totalité du test : température de 22°C (\pm 1°C), 45% d'humidité relative (\pm 5%) et un niveau d'éclairage de 230 lux (\pm 40 lux). La salle d'expérimentation peut être décomposée en 3 parties distinctes : [A] stimulation sensorielle et mesures physiologiques ; [B] recueil du ressenti à l'aide de questionnaire ; [C] expérimentateur.



Salle d'expérimentation

Préparation des échantillons

7 échantillons sont retenus pour l'étude *City Zen Wood* : 4 essences de bois massifs rabotés, du béton fibré gris, de l'aluminium lisse, brut et gris et du PVC expansé blanc, leurs dimensions sont de 30cm*30cm.

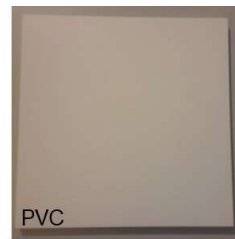
Les échantillons de bois sont composés d'épicéa, de pin, de chêne et de hêtre.



Béton



Aluminium



PVC



Epicéa



Pin



Chêne



Hêtre

Echantillons retenus pour l'étude sur la sollicitation de certains sens

Stimulation sensorielle

Une fois les capteurs de mesure physiologique installés, les participants sont guidés par un expérimentateur afin de suivre la procédure décrite ci-dessous :



Détail d'une campagne de mesure (≈4h30 heures)



Détail d'une session de test (28 minutes)

Chaque session correspond à un test sur un échantillon de matériau. Durant chaque session et pour chaque sens sollicité, les participants sont dans un premier temps à l'état de repos (référence) puis il leur est demandé de toucher, sentir ou regarder le matériau considéré (sollicitation). Les échantillons sont installés sur un support réglable sur différents axes.

Afin d'isoler un sens particulier, une paire de gants, un masque pour les yeux et un masque pour le nez sont utilisés au fur et à mesure de l'expérimentation.



Poste de stimulation sensorielle et poste d'enquêtes

Mesures physiologiques

Le stress agit comme un réflexe à la suite duquel le système nerveux réagit. Tous les indicateurs qui ont été retenus dans cette étude sont liés au système nerveux et peuvent, par conséquent, être associés à l'évolution des conditions de stress de l'individu.

Des techniques non invasives pour la détermination de l'activité du système nerveux autonome sont utilisées dans la cadre du projet, les indicateurs suivants sont mesurés :

- Les pressions artérielles systolique et diastolique, mesurées à l'aide d'un tensiomètre.
- La fréquence cardiaque et sa variabilité (VFC), mesurée à l'aide d'une ceinture cardiofréquence-mètre.

La VFC peut être appréciée à l'aide de différentes variables (recommandées par la Task Force of The European Society of Cardiology) :

- Dans le domaine temporel avec la moyenne quadratique des différences entre les battements cardiaques (RMSSD).
- Dans le domaine fréquentiel (qui renseigne sur la distribution des ondes en fonction de leur fréquence).



Capteurs de mesure physiologique

Mesures psychologiques

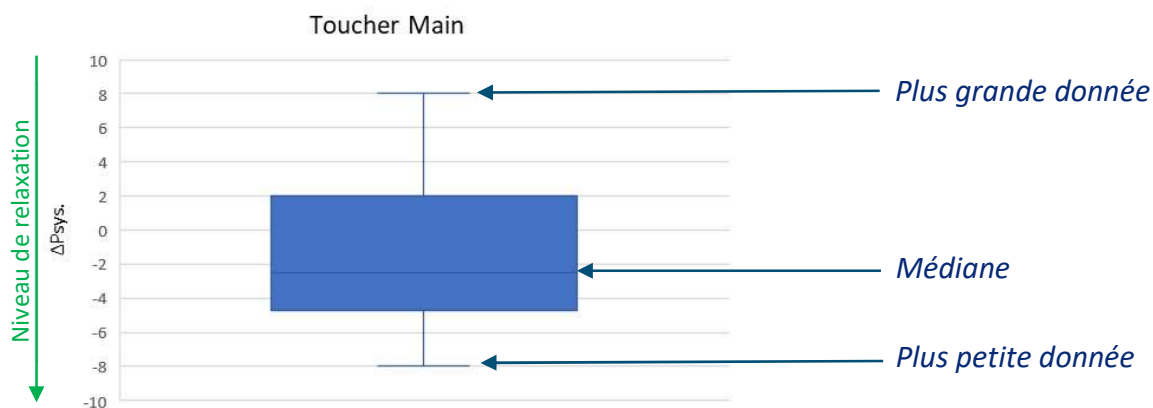
Durant chaque session, les participants sont amenés à répondre à des enquêtes portant sur leur impression suite à la sollicitation du toucher de la main, du toucher du pied, olfactive et visuelle. Les questions portent sur l'appréciation globale ainsi que sur certaines caractéristiques opposées : chaud/froid, artificiel/naturel, etc.

Analyse statistique

- Une analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour la comparaison des réponses physiologiques bois et autre matériau.
- Un Test t sur données appariées a été utilisé pour la comparaison des réponses physiologiques entre état de repos et état après sollicitation.

La signification statistique est reconnue lorsque la valeur p est inférieure à 0,05 ; une valeur p comprise entre 0,05 et 0,10 indique une tendance. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel R.

Les résultats sont représentés sous la forme de graphiques type Box Plot (boite à moustache).



Exemple de représentation de résultat

Résultats

L'analyse des données recueillies a permis de constater l'existence de réponses significativement différentes permettant ainsi de valider la méthode employée, les résultats significatifs sont présentés dans ce chapitre.

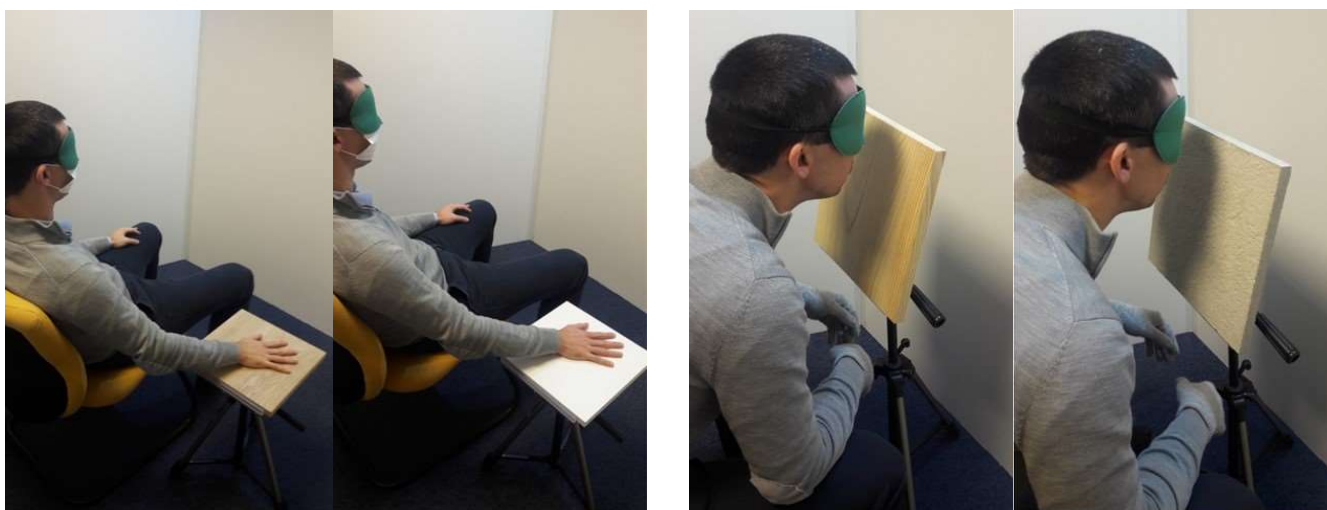
A-Réponses physiologiques

Indicateurs et abréviations

Pression artérielle systolique [mmHg]	Psys.
Pression artérielle diastolique [mmHg]	Pdia.
Fréquence cardiaque [BPM]	FC
Moyenne quadratique des intervalles R-R successifs [ms]	RMSSD
Logarithme du rapport des basses fréquences sur les hautes fréquences [ms ²]	Ln(BF/HF)
Logarithme des hautes fréquences [ms ²]	Ln(HF)

1- Comparaison du bois avec les autres matériaux

Dans ce chapitre, le but est de comparer les résultats obtenus lors des stimulations sensorielles pour les différents matériaux retenus dans l'étude.

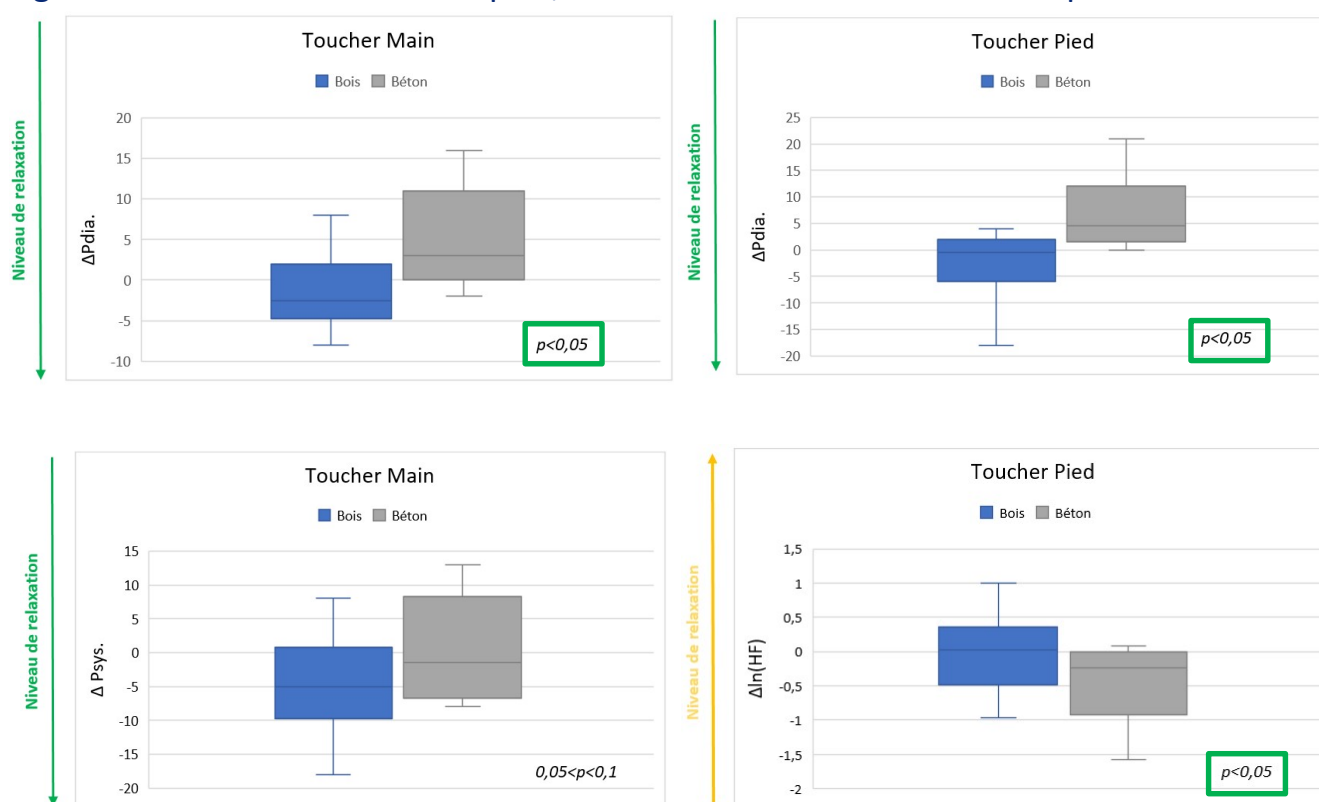


Certains résultats significatifs (et les tendances) issus de l'analyse statistique sont présentés ci-dessous :

→ Toucher

Les résultats exposés ci-dessous ne concernent que la comparaison entre le bois et le béton, ces derniers montrent une diminution significative de la pression artérielle diastolique lors de la stimulation tactile de la paume de la main ou de la plante du pied avec le bois et une augmentation significative de la composante $\ln(\text{HF})$ de la variabilité de la fréquence cardiaque pour le toucher du pied. Il existe également une tendance pour dire que la pression artérielle systolique diminue lorsque la main touche le bois.

La méthode utilisée n'a pas permis de mettre en évidence de différence de réponses significative entre le bois d'une part, et le PVC ou l'aluminium d'autre part.

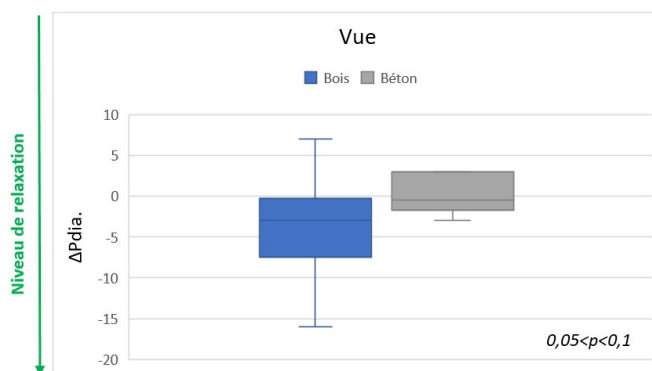


Ces résultats indiquent que le contact tactile avec le bois peut induire un niveau de relaxation physiologique plus fort que le contact tactile avec le béton.

→ Vue

Les mesures réalisées pour la vue sont moins discriminantes, n'ayant pas permis de différencier significativement les réponses en fonction des échantillons. Le critère le plus sensible est la pression artérielle diastolique, pour laquelle une tendance statistique suggère que la vue du bois serait plus relaxante que celle du béton.

La méthode utilisée n'a pas permis de mettre en évidence de différence de réponses significative entre le bois d'une part, et le PVC ou l'aluminium d'autre part.



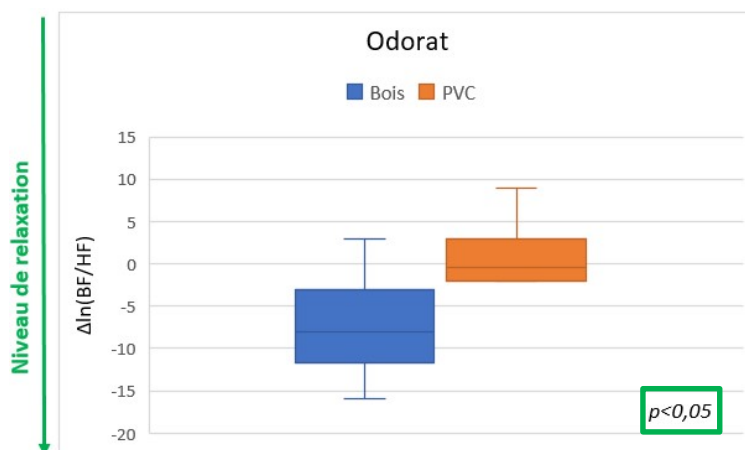
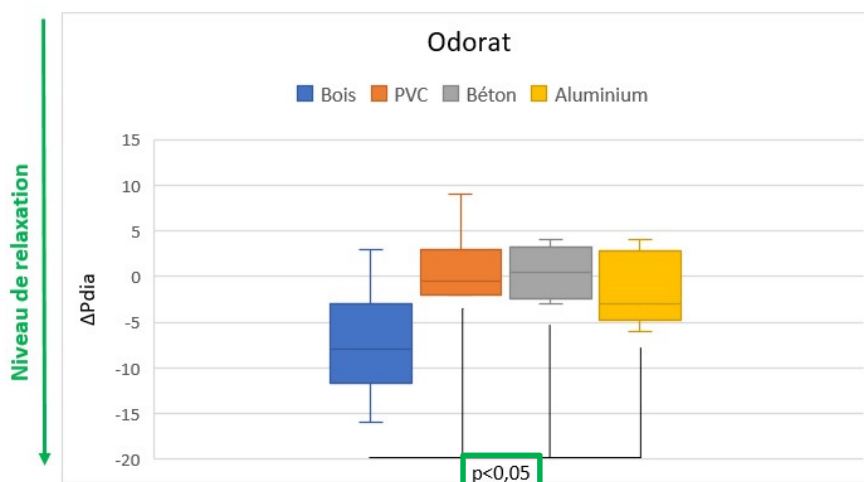
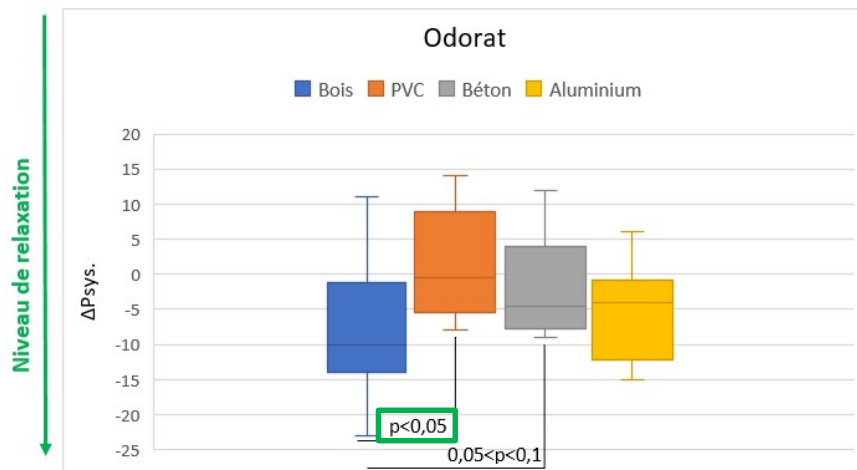
→ Odorat

L'odorat est le sens qui permet la meilleure distinction entre le bois et les autres matériaux. Si la différenciation entre les réponses au PVC, au béton et à l'aluminium n'est pas montrée, la réponse olfactive au bois est statistiquement différente et indique un niveau de relaxation plus fort.

Les résultats montrent une diminution significative des pressions artérielles systolique et diastolique et de la composante $\ln(BF/HF)$ de la variabilité de la fréquence cardiaque lors de la stimulation olfactive avec le bois par rapport au PVC.

Les résultats montrent une diminution significative de la pression artérielle diastolique lors de la stimulation olfactive avec le bois par rapport au béton. Il existe également une tendance pour dire que la pression artérielle systolique diminue.

Les résultats montrent une diminution significative de la pression artérielle diastolique lors de la stimulation olfactive avec le bois par rapport à l'aluminium.



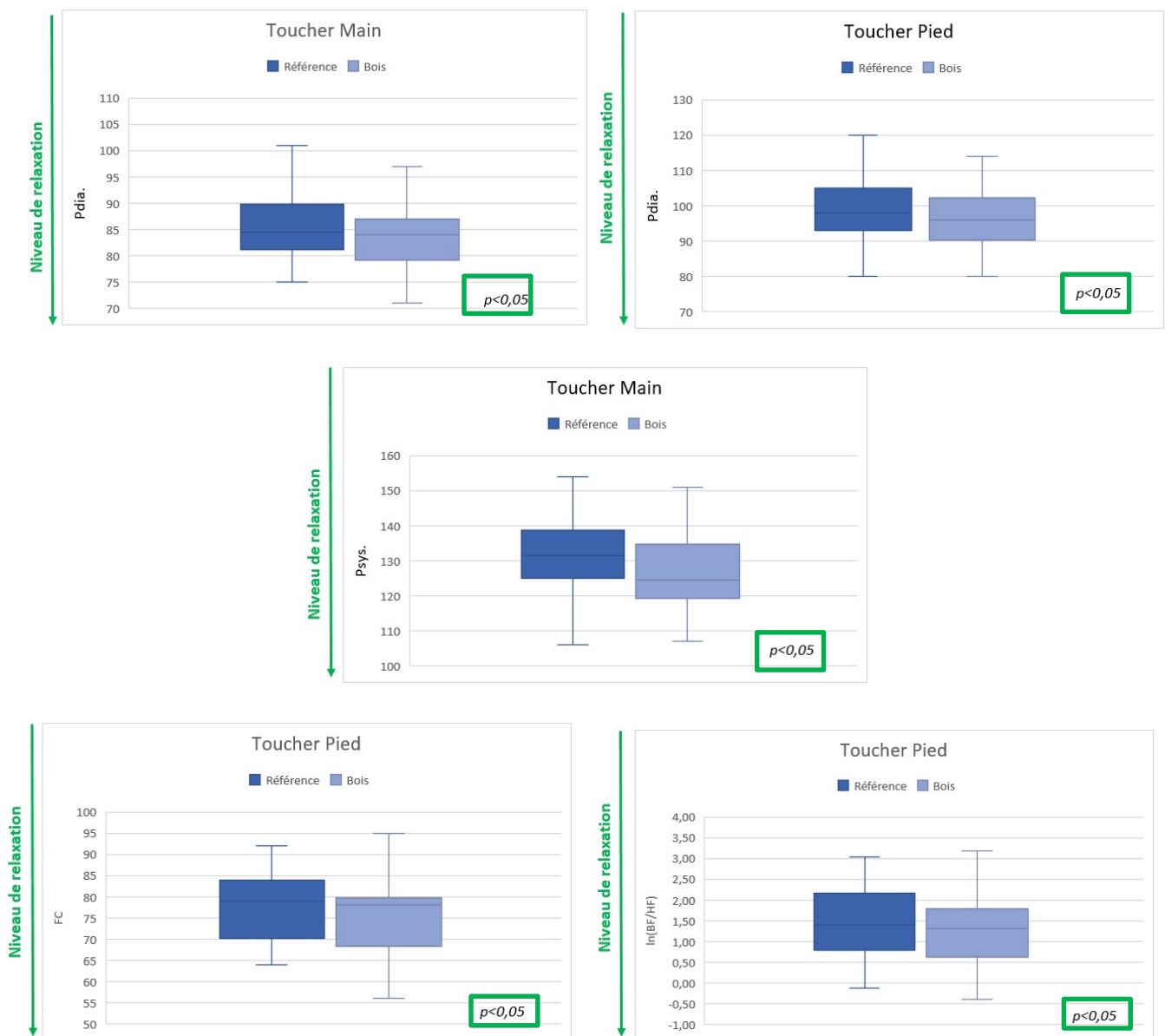
Ces résultats indiquent que l'odeur des échantillons bois peut induire un niveau de relaxation physiologique plus fort que les odeurs des autres échantillons de matériaux étudiées.

2- Comparaison avant et après sollicitation pour le matériau bois

Dans ce chapitre, l'objectif est de comparer les résultats obtenus pour le bois entre l'état de référence (sans sollicitation) et une fois un sens sollicité (avec stimulation sensorielle). Certains résultats significatifs (et les tendances) issus de l'analyse statistique sont présentés ci-dessous :

→ Toucher

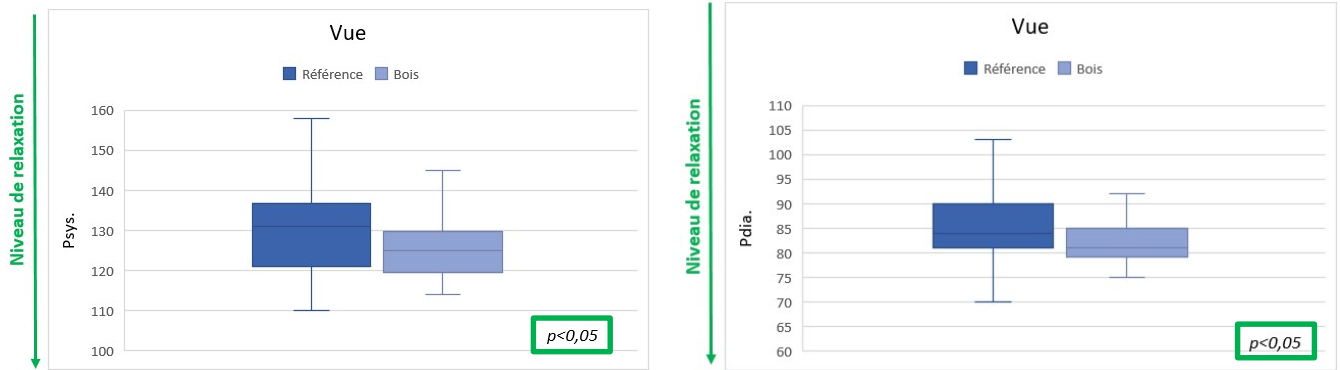
Quel que soit l'échantillon de bois testé, et quelle que soit la stimulation tactile (pied ou main) envisagée, elle conduit à une diminution des constantes présentées ci-dessous en comparaison avec l'état de référence.



Ces résultats indiquent que le contact tactile avec le bois (main et pied) peut induire une relaxation physiologique.

→ Vue

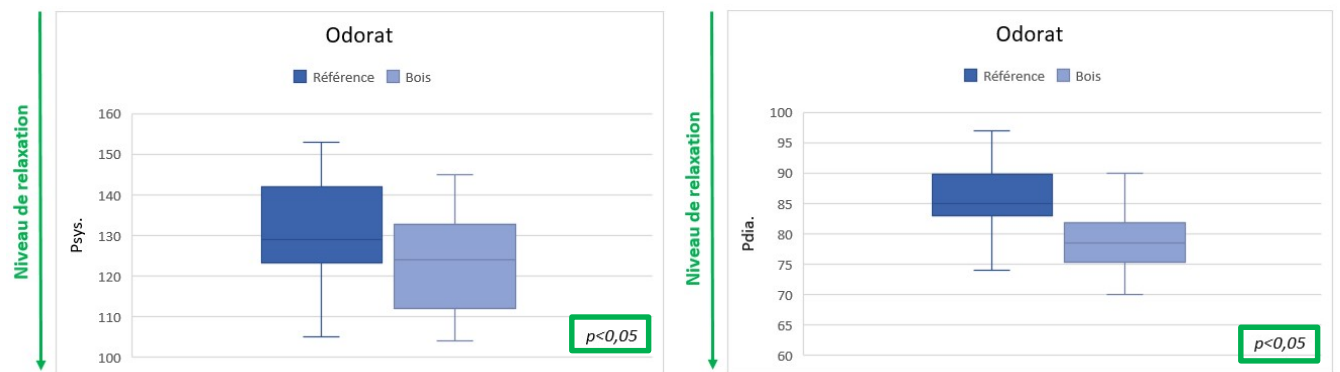
Les résultats montrent une diminution significative des pressions artérielles systolique et diastolique et de la composante $\ln(\text{BF}/\text{HF})$ de la variabilité de la fréquence cardiaque lors de la stimulation visuelle avec le bois, en comparaison avec l'état de référence.



Ces résultats indiquent que la vue des échantillons de bois peut induire une relaxation physiologique.

→ Odorat

Les résultats montrent une diminution significative des pressions artérielles systolique et diastolique lors de la stimulation olfactive avec le bois, en comparaison avec l'état de référence.



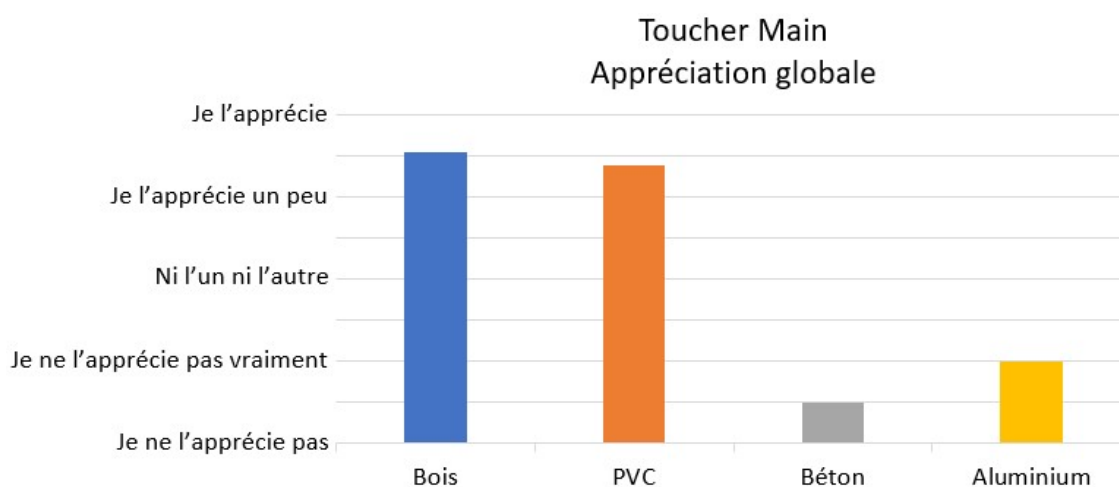
Ces résultats indiquent que l'odeur des échantillons de bois peut induire une relaxation physiologique.

B- Réponses Psychologiques

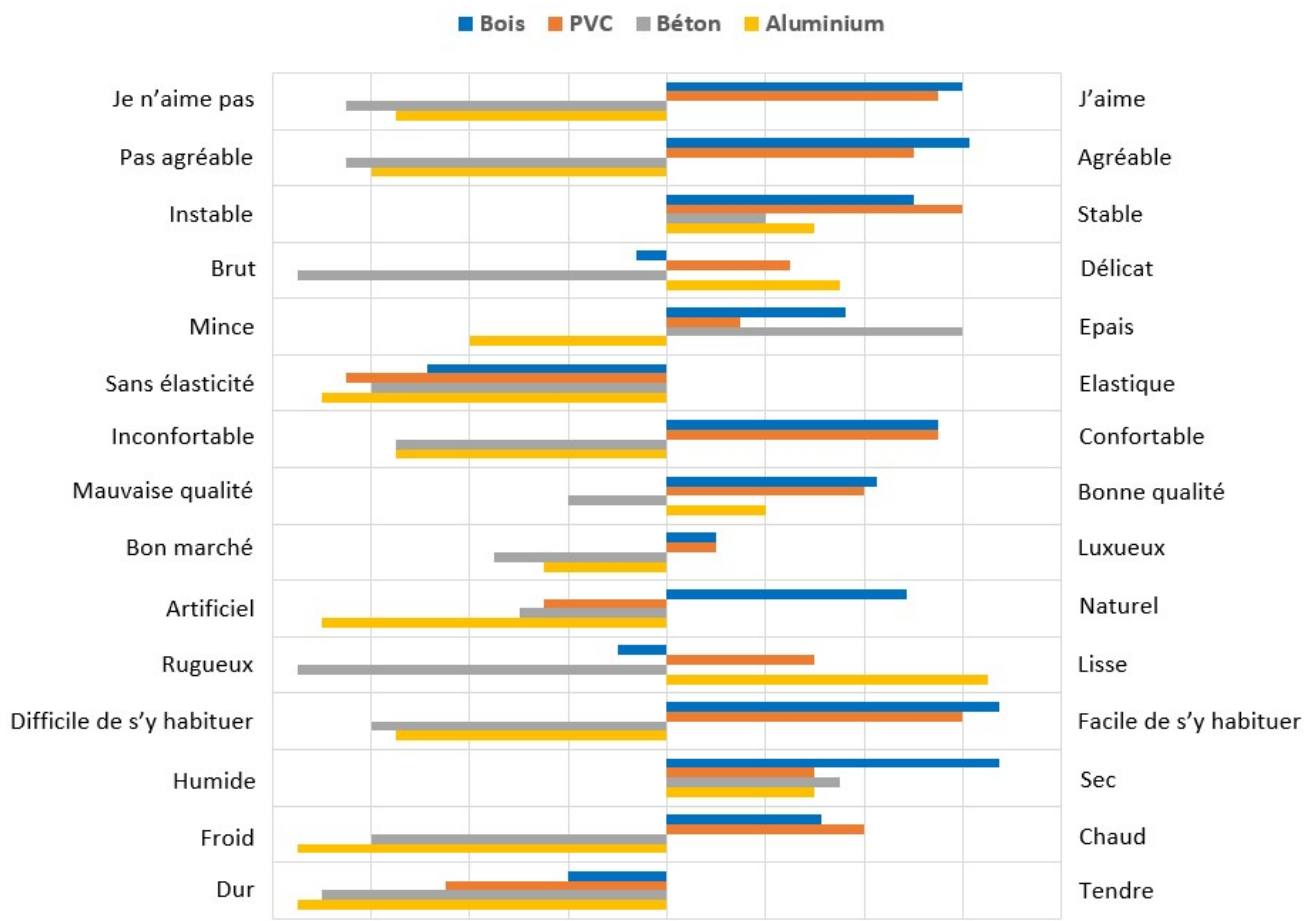
Les participants ont été invités à répondre à des questionnaires portant sur leur impression suite à la sollicitation du toucher (main et pied), olfactive et visuelle. Les questions portent sur l'appréciation globale ainsi que sur certaines caractéristiques opposées. Les représentations graphiques ci-dessous présentent les moyennes obtenues aux réponses des enquêtes pour l'ensemble de la cohorte d'individus.

→ Toucher Main

« Qu'avez-vous ressenti lors du contact avec l'échantillon ? »



« Des mots décrivant les impressions au toucher et leur contraire sont affichés ci-dessous. Veuillez entourer le niveau qui correspond le plus à la sensation que vous éprouvez. »

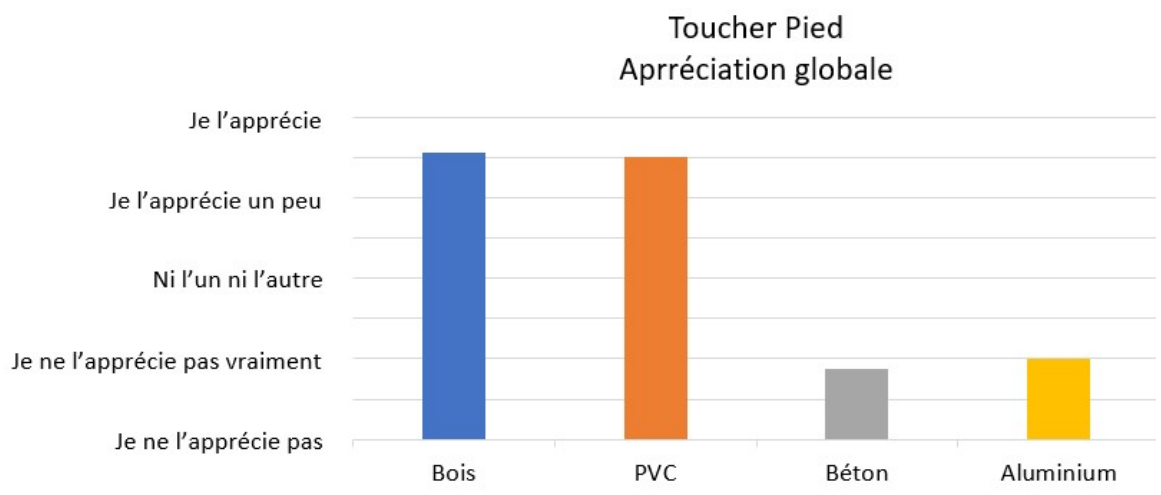


L'analyse des enquêtes indique que le ressenti lié au toucher du bois et du PVC avec la paume de la main est **apprécié**, contrairement au béton et à l'aluminium.

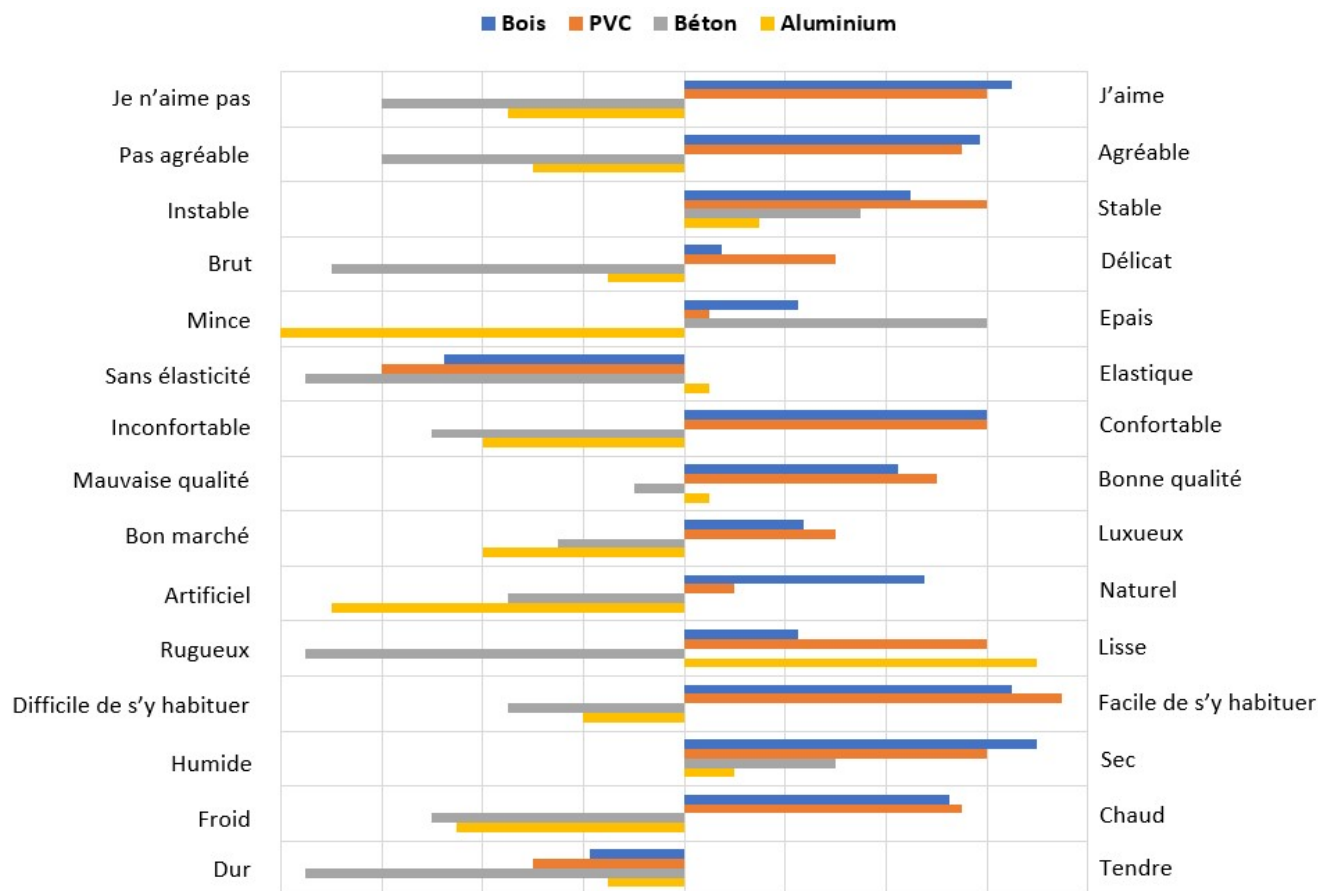
Afin de qualifier la perception associée au toucher du bois avec la main, les participants ont principalement mis en avant les adjectifs suivants : **agréable, confortable, naturel et sec**.

➔ **Toucher Pied**

« Qu'avez-vous ressenti lors du contact avec l'échantillon ? »



« Des mots décrivant les impressions au toucher et leur contraire sont affichés ci-dessous. Veuillez entourer le niveau qui correspond le plus à la sensation que vous éprouvez. »

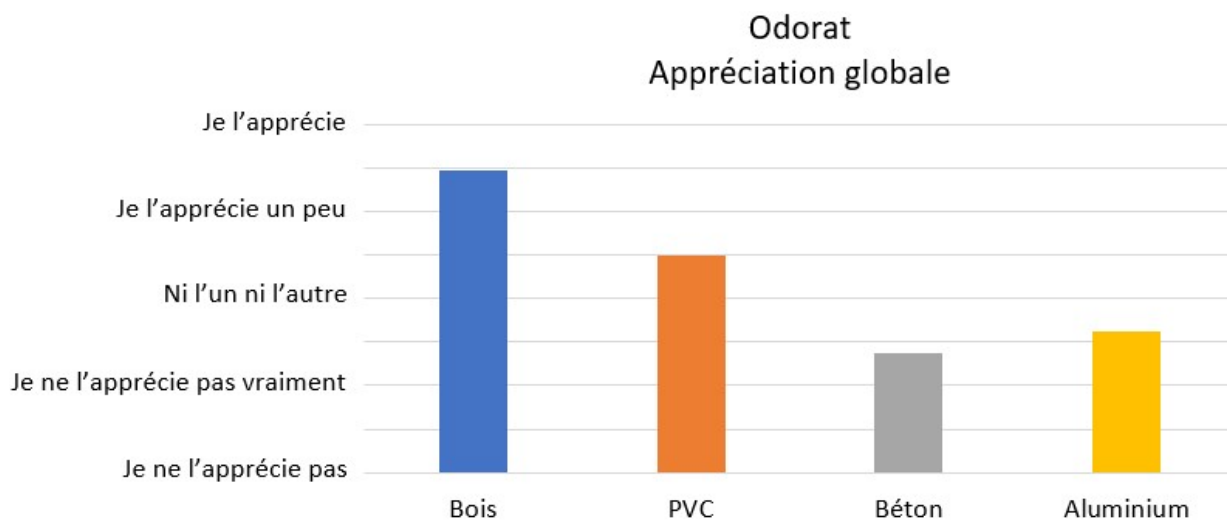


L'analyse des enquêtes indique que le ressenti lié au toucher du bois et du PVC avec la plante des pieds est **apprécié**, contrairement au béton et à l'aluminium.

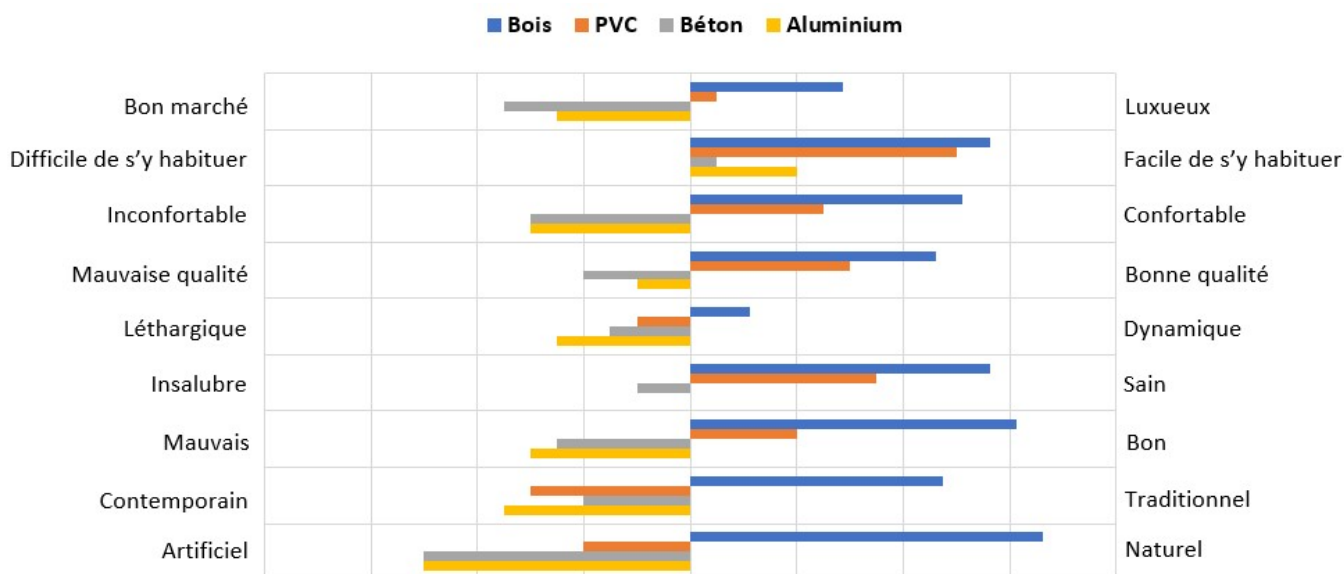
Afin de qualifier la perception associée au toucher du bois avec le pied, les participants ont principalement mis en avant les adjectifs suivants : **agréable, confortable, naturel, sec et chaleureux**.

→ Odorat

« Qu'avez-vous ressenti lorsque vous avez senti l'échantillon ? »



« Des mots décrivant des impressions vis-à-vis de ce que vous sentez et leur contraire sont affichés ci-dessous. Veuillez entourer le niveau qui correspond le plus à la sensation que vous éprouvez. »

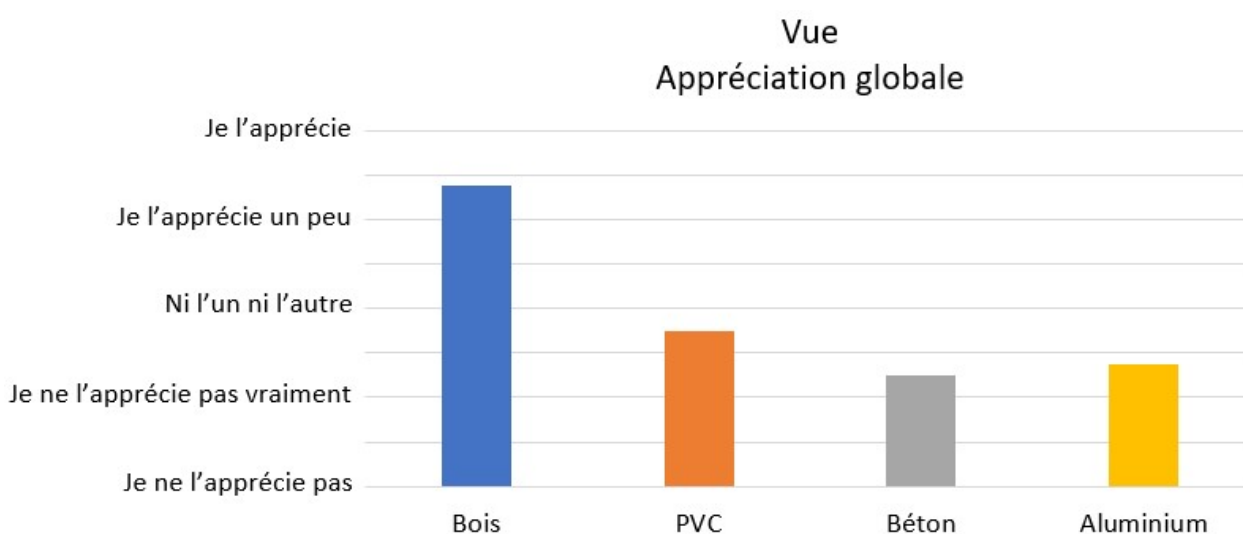


L'analyse des enquêtes indique que le ressenti lié à l'odeur du bois est **apprécié**, contrairement au béton et à l'aluminium.

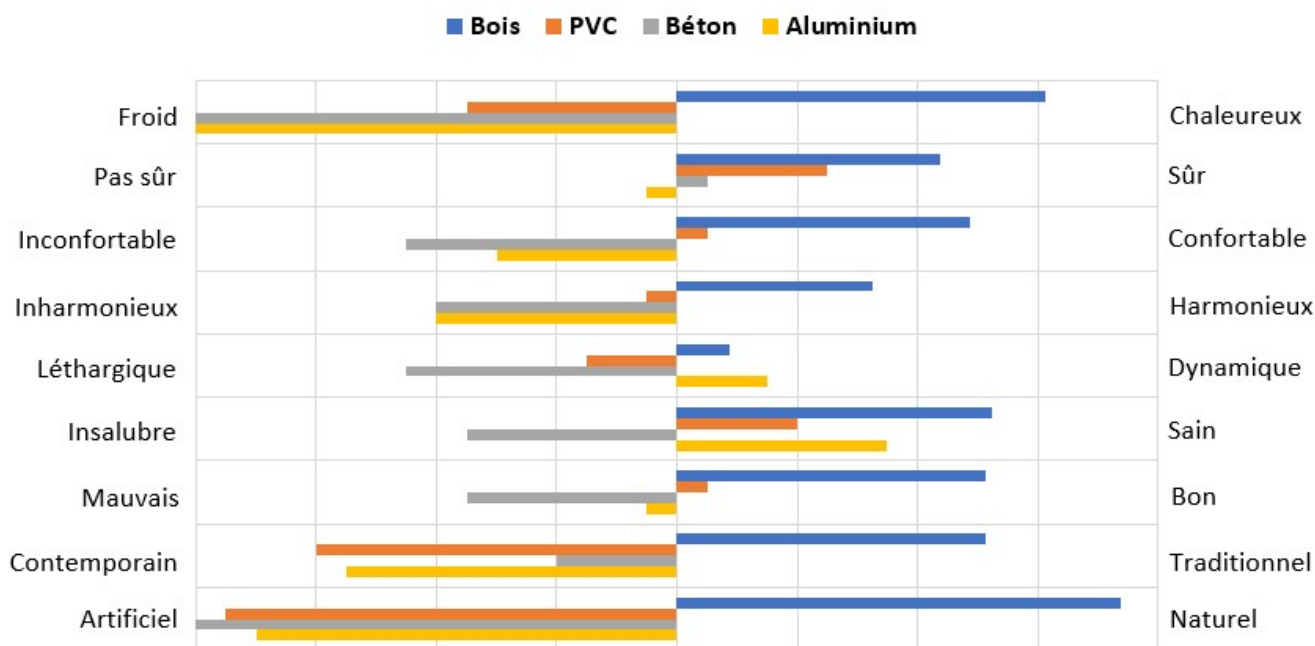
Afin de qualifier la perception associée à l'odeur du bois, les participants ont principalement mis en avant les adjectifs suivants : **confortable, sain, bon, traditionnel et naturel**.

→ Vue

« Qu'avez-vous ressenti lorsque vous avez vu l'échantillon ? »



« Des mots décrivant des impressions vis-à-vis de ce que vous voyez et leur contraire sont affichés ci-dessous. Veuillez entourer le niveau qui correspond le plus à la sensation que vous éprouvez. »



L'analyse des enquêtes indique que le ressenti lié à la vue du bois est **apprécié**, contrairement au béton et à l'aluminium.

Afin de qualifier la perception associée à la vue du bois, les participants ont principalement mis en avant les adjectifs suivants : **chaleureux, confortable, sain, bon, traditionnel et naturel**.

Conclusion

L'étude City Zen Wood, menée par l'institut technologique FCBA et soutenue par le CODIFAB et France Bois Forêt, a débuté en 2019 avec pour ambition de proposer des outils et des méthodologies d'évaluation objective de l'influence de matériaux (Bois, PVC, Béton et Aluminium) sur le confort des usagers et d'en tester la pertinence par la réalisation d'une première campagne de mesures.

Des protocoles ont donc été développés afin d'observer les réponses physiologiques et psychologiques d'une cohorte d'individus, dans le domaine des émotions liées au stress et à l'apaisement par l'analyse des trois sens : toucher (main et pied), vue et odorat.

Les réponses physiologiques ont été observées par l'analyse des pressions artérielles systolique et diastolique ainsi que de la fréquence cardiaque et de sa variabilité. Les réponses psychologiques ont été observées par l'analyse d'enquêtes basées sur des questionnaires mis au point par l'équipe projet. Les réponses aux sollicitations avec les quatre matériaux ont été analysées, selon les deux méthodes.

La mise en œuvre des protocoles a permis d'identifier d'une part des réponses significativement ou tendancielleme nt différentes selon le matériau utilisé et d'autre part une modification significative des constantes physiologiques évaluées entre un état de repos et une stimulation.

L'analyse des données statistiquement discriminantes acquises dans le cadre de cette étude exploratoire a permis une première caractérisation de l'influence du bois :

- Protocole « physiologique » : les sollicitations sensorielles avec les échantillons de bois ont généré, dans la plupart des cas, des effets physiologiques positifs (abaissement du rythme cardiaque et de la pression artérielle par exemple) traduisant le passage à un état plus apaisé de l'individu;
- Protocole « psychologique » : Les résultats d'enquêtes traduisent le fait que le bois est apprécié. Les qualificatifs tels que « confortable », « agréable », « naturel », « sain » ou encore « chaleureux » ont préférentiellement été associés au bois lors des différentes stimulations.

L'objectif premier de ce projet a été atteint et la pertinence de la méthodologie et des outils développés a pu être confirmée par cette première campagne de tests. Cependant, une réserve doit être posée sur la première interprétation des résultats présentés dans ce rapport en raison de la nature et de la faible taille de la cohorte d'individus étudiés.

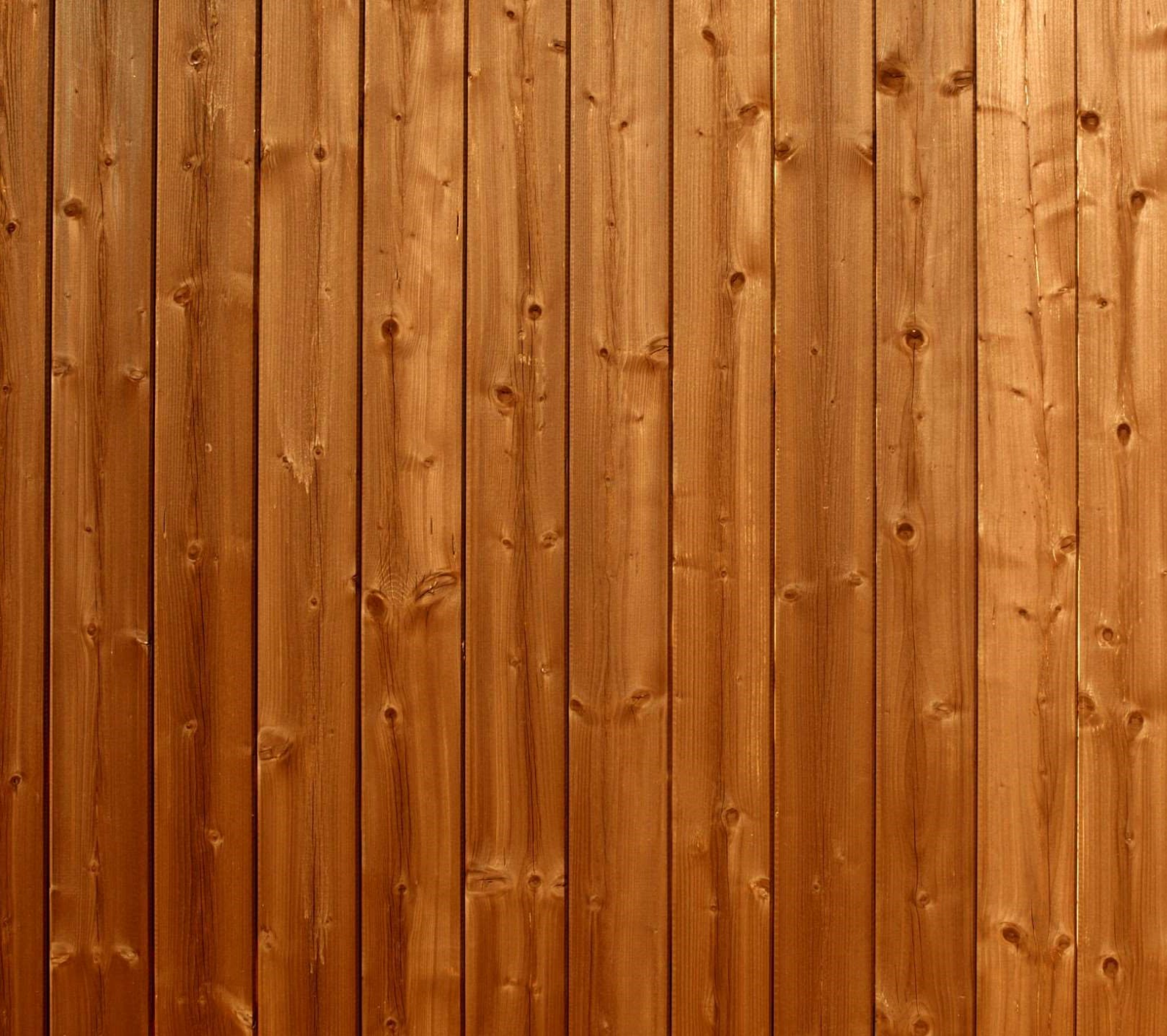
C'est pourquoi une prochaine campagne de tests est prévue sur un panel d'individus plus important.

En perspective, les suites du projet City Zen Wood permettront nous l'espérons, d'une part de confirmer les premières tendances identifiées et d'affiner les protocoles méthodologiques par exemple en diversifiant les constantes physiologiques observées ; d'autre part d'aller plus loin que le matériau brut et de s'intéresser par exemple à l'influence des finitions sur le niveau de confort des usagers de bâtiments.

En parallèle, de nouvelles expérimentations à l'échelle de l'environnement intérieur (influence de la présence de bois dans l'environnement intérieur) seront menées. Elles viseront l'analyse de l'influence de l'environnement intérieur sur la qualité du sommeil, le bien-être et la productivité au travail.

Références bibliographiques

- Tsunetsugu Y., Miyazaki Y., Sato H., « *Physiological Effects of wooden interiors in actual size living rooms on the automatic nervous activities* », Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science, 2002.
- Sakuragawa S., Miyazaki Y., Kaneto T., Makita T., « *Influence of wood wall panels on physiological and psychological responses* », Journal of the Japan Wood Research Society, 2004.
- Saito Y., Nishimaki M., Tatsumi Y., Ono S., Kinoshita M., Sasayama S., Saito K., « *Effects of Wooden and Vinyl Interior Finishes on Stress Reduction Estimate by Biological and psychological Parameters* », Journal of the Japan Wood Research Society, 2009.
- Kimura A., Sugiyama H., Sasaki S., Yatagai M., « *Psychological and Physiological Effects in Humans Induced by the Visual and Olfactory Stimulations of an Interior Environment Made of Hiba Wood* », The Japan Wood Research Society, 2011.
- Matsubara E., Kawai S., « *VOCs emitted from Japanese cedar interior walls induce physiological relaxation* », Building and Environment, 2014.
- Song S.S., Fey B., « *The Psychological Effects of Different Types of Housing Environment Under Different Weather Conditions* », Wood Research, 2016.
- Ikei H., Song C., Miyazaki Y., « *Physiological Effects of Touching Wood* ». International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017.
- Ikei H., Song C., Miyazaki Y., « *Physiological Effects of Touching Coated Wood* ». International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017.
- Ikei H., Song C., Miyazaki Y., « *Physiological effects of touching the wood of hinoki cypress with the soles of the feet* », International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018.
- Matsubara E., Ohira T., « *Inhalation of Japanese cedar wood odor causes psychological relaxation after monotonous work among female participants* », Biomedical Research, 2018.



CODIFAB

comité professionnel de développement
des industries françaises de l'ameublement et du bois

