

PROJET CECOB



Confort d'été dans la construction à ossature
bois

Note de synthèse

Avril 2026



EXPERTISES



Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document diffusé par l'ADEME a été réalisé à l'initiative de son/ses auteur(s) ; il a reçu un soutien financier de l'ADEME mais n'engage pas l'ADEME. Son contenu (ou les données qu'il contient) n'engage que la seule responsabilité de son/ses auteurs et ne représente pas la position de l'ADEME.

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01
Numéro de contrat : 2204D0016

Étude réalisée par :

A003architectes : Stéphane Cochet
ENSAP Bordeaux – GRECCAU : Aline Barlet et Régis le Normand
FCBA : Sylvain Boulet
INSA Toulouse – LMDC : Zineb Boutayeb, Stéphane Ginest, Matthieu Labat et Claire Oms
Cdc Habitat : Benjamin Bilski et Sandrine Blasco

Projet de recherche coordonné par : FCBA

Appel à projet de recherche : « Vers des bâtiments responsables » - Edition 2022

Coordination technique - ADEME : LARUELLE Céline

Direction/Service : Bâtiment

Résumé

Le projet CECOB vise à mieux caractériser le confort d'été dans les bâtiments à structure bois en croisant mesures in situ, enquêtes auprès des occupants et modélisation thermique.

Mené sur deux démonstrateurs, un bureau paysager à Bordeaux et la résidence « Les Toits de Belleville » à Paris, le projet analyse l'influence conjointe des caractéristiques du bâti, des usages réels et des comportements d'adaptation sur les conditions de confort intérieur et, plus particulièrement, sur le confort thermique d'été.

Les mesures montrent que les conditions thermiques varient selon la configuration des espaces, l'exposition et la capacité de ventilation. Les indicateurs calculés sur une année, sur la saison estivale ou sur un épisode caniculaire mettent en évidence des effets différents selon la temporalité retenue, la lecture estivale semblant toutefois la plus proche du ressenti des usagers recueilli dans les enquêtes.

La modélisation thermique confirme enfin le rôle déterminant de la ventilation naturelle, de l'orientation et de la morphologie des logements, tout en montrant qu'une meilleure prise en compte des usages améliore la précision des simulations. Le projet met ainsi en évidence l'intérêt d'une approche croisée pour comprendre le confort d'été et identifier les leviers d'amélioration.

Il ouvre également des perspectives de prolongement, notamment par le renforcement du dispositif de mesure, l'intégration d'autres dimensions du confort intérieur et le développement d'indicateurs adaptés aux différentes saisons.

Abstract

The CECOB project aims to better characterize summer thermal comfort in timber-frame buildings by combining on-site measurements, occupant surveys, and thermal modeling.

Conducted on two demonstrator buildings—an open-plan office in Bordeaux and the “Les Toits de Belleville” residential complex in Paris—the project analyzes the combined influence of building characteristics, actual usage patterns, and adaptive behaviors on indoor comfort conditions, and more specifically on summer thermal comfort.

The measurements show that thermal conditions vary depending on the layout of the spaces, their orientation, and ventilation capacity. The indicators calculated over a year, the summer season, or a heatwave highlight different effects depending on the time frame considered; however, the summer analysis appears to most closely align with the users’ perceptions gathered in the surveys.

Finally, thermal modeling confirms the decisive role of natural ventilation, orientation, and housing design, while showing that better consideration of usage patterns improves simulation accuracy. The project thus highlights the value of an integrated approach to understanding summer comfort and identifying levers for improvement.

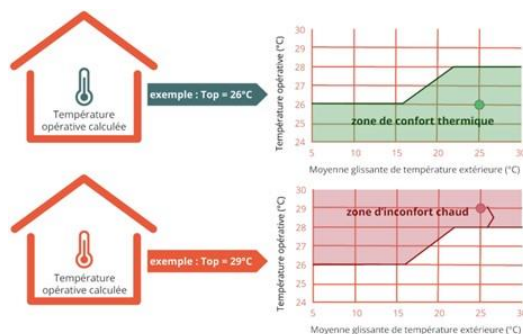
It also opens up avenues for further research, notably through the enhancement of the measurement system, the integration of other dimensions of indoor comfort, and the development of adapted indicators.

SOMMAIRE

1. Introduction	6
2. Dispositif expérimental	6
3. Méthodes de suivi et d'analyse	7
4. Indicateurs physiques et confort perçu.....	7
5. Résultats croisés et confrontation des approches	8
6. Synthèse et conclusions.....	10

1. Introduction

Le projet CECOB a pour objectif de mieux caractériser le confort d'été dans les bâtiments à structure bois, en croisant mesures in situ, enquêtes auprès des occupants et modélisation thermique. Dans le contexte de la RE2020, l'évaluation de l'inconfort estival repose sur l'indicateur des degrés-heures d'inconfort. Le projet vise à confronter cet indicateur aux retours des usagers et aux simulations, tout en questionnant la pertinence d'autres indicateurs de confort thermique pour mieux rendre compte du confort réellement ressenti.



Principe du calcul de l'indicateur DH

Le dispositif expérimental repose sur deux démonstrateurs complémentaires : un bureau paysager à Bordeaux et un ensemble résidentiel parisien associant logements en structure bois et logements en structure béton. Ce choix permet de confronter deux contextes d'usage contrastés, depuis un environnement tertiaire où les marges d'action des occupants sont limitées jusqu'à des logements dans lesquels les stratégies d'adaptation occupent une place essentielle.



Vues extérieures du bureau paysager à Bordeaux et de la résidence les « Toits de Belleville »

Sur la base de campagnes de monitoring menées sur plus d'un an dans chacun des démonstrateurs, d'enquêtes auprès des usagers de ces bâtiments et d'analyses par modélisation, le projet CECOB a permis d'examiner l'influence des caractéristiques constructives, des conditions d'exploitation et des comportements des occupants sur les performances estivales des bâtiments. Les résultats obtenus mettent en évidence le rôle conjoint du bâti, des usages et de l'échelle temporelle d'analyse dans la compréhension du confort d'été.

2. Dispositif expérimental

Le premier démonstrateur étudié est un **bureau paysager à Bordeaux**, de structure porteuse en bois de type poteaux-poutres et largement vitré. Le bâtiment présente une faible inertie et une forte exposition aux apports solaires, ce qui en fait un cas d'étude particulièrement pertinent pour l'analyse des surchauffes estivales. Plusieurs postes de travail ont été instrumentés afin de couvrir des positions variées vis-à-vis des façades et des orientations.

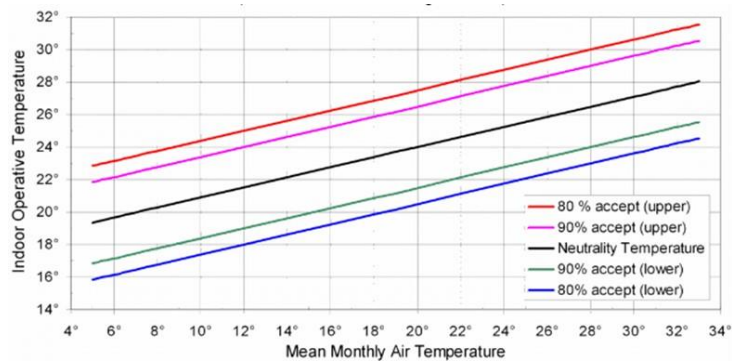
Le second démonstrateur est la **résidence Les Toits de Belleville, à Paris**, qui associe des logements existants en structure béton et une surélévation récente en structure bois. Cette configuration permet de comparer, au sein d'un même ensemble résidentiel, des logements présentant des logiques constructives différentes. L'instrumentation a été déployée dans huit logements, dont six en surélévation bois et deux logements existants en béton, en tenant compte des orientations, du caractère traversant et de la taille des logements.

3. Méthodes de suivi et d'analyse

Le suivi des conditions intérieures s'appuie sur des capteurs mesurant en continu la température de l'air, l'humidité relative et la concentration en CO₂, complétés à Bordeaux par des données météorologiques extérieures et des températures de surface. Dans la résidence, des capteurs similaires ont permis de suivre la température, l'humidité relative, la luminosité et la concentration en CO₂ dans les logements, afin d'observer les variations des ambiances intérieures au cours du temps. Dans la résidence, les mêmes paramètres mesurés à l'intérieur ont été comparés à ceux enregistrés à l'extérieur des logements, afin d'apprécier au mieux les comportements des usagers, étape essentielle avant la confrontation avec la modélisation.

Les campagnes de mesures couvrent des durées significatives : environ dix-huit mois pour le bureau paysager et seize mois pour la résidence. Cette durée a permis d'observer à la fois les tendances saisonnières et les épisodes de chaleur marqués, tout en offrant la possibilité de comparer plusieurs périodes d'analyse.





Modèle de confort adaptatif (Dear and Brager - 2001)

5. Résultats croisés et confrontation des approches

Bureau paysager

Dans le bureau paysager, les mesures mettent en évidence des différences de conditions thermiques selon la position des postes de travail dans le plateau. Lorsque l'on considère l'échelle annuelle ou la saison estivale, les postes proches des façades apparaissent globalement plus exposés, avec des températures et des indicateurs de confort thermique légèrement plus élevés que les postes plus centraux. Ces écarts suggèrent l'influence de l'exposition, de la proximité des vitrages et du rayonnement solaire sur le confort d'été. Dans ce contexte, les protections solaires, le traitement des vitrages et l'organisation spatiale apparaissent comme des leviers d'amélioration.

Du côté des enquêtes, les résultats confirment globalement cette hiérarchie. L'APCI thermique met en évidence des différences sensibles entre zones, les postes les plus exposés apparaissant comme les moins favorables du point de vue du confort perçu. L'APCI global varie moins, ce qui montre que l'appréciation d'ensemble intègre aussi des éléments liés au confort acoustique, à la luminosité, à la qualité de l'air, au mobilier ou encore à la perception générale de l'espace, tout en restant cohérente avec les résultats observés pour le confort thermique.

La confrontation entre mesures et enquêtes montre que les indicateurs les plus discriminants pour ce démonstrateur sont la température intérieure, les degrés-heures et l'Humidex maximal. Les modèles adaptatifs sont plus cohérents lorsque l'analyse se concentre sur la saison estivale, mais ils restent moins discriminants que les approches réglementaires et hygrothermiques dans ce contexte tertiaire, où les marges d'action des occupants sont limitées.

	Ensemble bureau paysager	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
APCI Global	1,8	1,5	2,0	2,0	1,8
APCI thermique	2,3	1,8	2,2	2,7	2,6
Tic (°C)	31,1	29,5	30,7	32,1	32,2
DH	648	387	548	984	674
Humidex_max	39,0	37,1	38,2	41,8	39,0
Fauconnier (%) année	62,4	65,1	66,4	57,6	60,5
Adaptatif_80 (%) année	98,6	98,5	99,2	97,8	98,7
Adaptatif_90 (%) année	92,8	93,8	94,8	89,7	92,9
Fauconnier (%) été	36,8	45,6	38,9	27,2	35,4
Adaptatif_80 (%) été	98,3	99	99	96	99
Adaptatif_90 (%) été	92,9	94,3	96,1	86,4	94,8
Fauconnier (%) semaine	4,3	10	3	1,33	2,67
Adaptatif_80 (%) semaine	98,8	96	100	99	100
Adaptatif_90 (%) semaine	92,4	87	98	87,3	97,3

Résultats de la comparaison pour le bureau paysager entre APCI et indicateurs objectifs

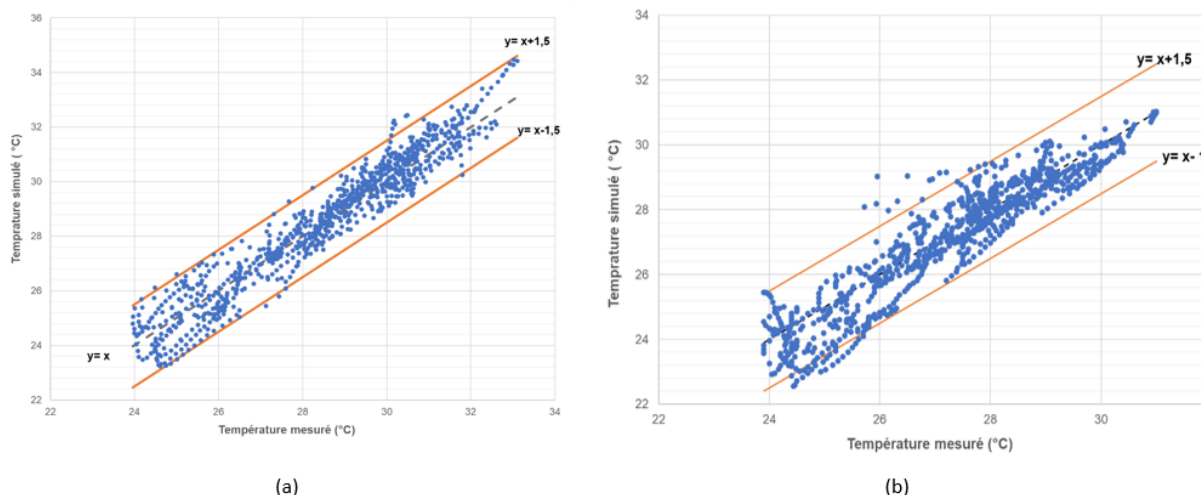
Résidence Les Toits de Belleville

Dans la résidence Les Toits de Belleville, les résultats montrent une variabilité importante entre logements, qui ne se réduit pas au seul contraste entre les structures bois et béton. Certains logements en structure bois présentent des conditions de confort thermique satisfaisantes, tandis que d'autres affichent des résultats plus défavorables en fonction de leur orientation, de leur exposition, de leur capacité de ventilation et de leur morphologie. Les logements traversants apparaissent globalement plus favorables, ce qui souligne l'importance de la ventilation naturelle et des possibilités d'adaptation offertes aux occupants.

L'indicateur DH calculé sur l'ensemble de l'année met en évidence des différences notables d'un logement à l'autre, traduisant des conditions de confort thermique contrastées. Les indicateurs recalculés sur la saison estivale font apparaître les écarts les plus marqués entre logements, en lien avec la performance thermique du bâti et les conditions d'exposition. Enfin, les indicateurs de type Fauconnier et les indicateurs de confort adaptatif établis sur la semaine caniculaire montrent que certains logements restent en partie dans la zone de confort, tandis que d'autres présentent des niveaux d'acceptabilité nettement plus faibles. Cette sensibilité souligne le rôle important des usages et des stratégies d'occupation dans le confort d'été résidentiel.

Les enquêtes confirment que le ressenti thermique dépend étroitement des possibilités d'action laissées aux occupants. L'APCI thermique est plus discriminant que l'APCI global et met en évidence des contrastes nets entre logements. Les indicateurs de type Fauconnier et les approches adaptatives semblent particulièrement adaptés pour cette typologie résidentielle, à condition de privilégier une temporalité estivale plutôt qu'une lecture annuelle trop lissée.

La modélisation thermique souligne enfin que les différences observées entre logements ne peuvent pas être attribuées uniquement au matériau de structure. Les scénarios testés montrent que la ventilation, l'orientation et le niveau d'exposition jouent un rôle au moins aussi important que la seule inertie. Le confort d'été dépend donc à la fois de la conception du bâtiment et des pratiques d'usage.



Comparaison entre températures simulées et mesurées pour le scénario calibré (15 m3.h-1) en période de non-occupation :
(a) logement 102 orienté plein sud et (b) logement 103 traversant

6. Synthèse et conclusions

Le projet confirme que le confort d'été dépend à la fois des caractéristiques du bâti et des pratiques d'usage. L'exposition, la transversalité, la capacité d'ouverture et les stratégies de ventilation influencent les conditions observées, mais leur effet dépend de la manière dont les occupants mobilisent les possibilités offertes par le bâtiment. Dans les logements, le rôle des occupants apparaît donc déterminant.

Les résultats suggèrent que les constructions bois ne sont pas nécessairement désavantagées en matière de confort d'été : avec une conception bioclimatique adaptée et des pratiques d'usage appropriées, elles peuvent atteindre des performances comparables à celles de solutions d'enveloppe plus lourdes.

Les résultats du monitoring montrent que les indicateurs ne présentent pas tous le même intérêt selon le contexte. Les indicateurs réglementaires, tels que la Tic et les degrés-heures, sont adaptés pour qualifier les situations où les marges d'action sont faibles. Les indicateurs fondés sur le ressenti et les approches adaptatives apportent une lecture complémentaire plus pertinente dans les logements occupés, où les stratégies mises en œuvre par les habitants jouent un rôle important. La confrontation entre indicateurs objectifs et subjectifs confirme ainsi l'intérêt d'une approche croisée.

Dans le bureau paysager, les écarts observés par les mesures se retrouvent dans les enquêtes, même si les modèles adaptatifs y sont moins discriminants. Dans la résidence, les usages et les stratégies d'adaptation ont un poids plus important, ce qui rend les indicateurs adaptatifs plus pertinents. Cette comparaison confirme que les résultats les plus robustes émergent lorsque les mesures in situ sont interprétées à la lumière du ressenti des occupants.

L'analyse multi-échelles s'est révélée instructive. L'année complète donne une vision structurante, mais elle lisse les épisodes les plus critiques. La saison estivale concentre l'analyse sur la période réellement pertinente pour le confort d'été, tandis que la semaine caniculaire met en évidence les limites du système lors des sollicitations extrêmes. Cette hiérarchie temporelle constitue un apport méthodologique important pour l'identification des leviers d'amélioration.

Les simulations thermiques dynamiques constituent ensuite un apport majeur du projet. En l'absence d'occupation, elles reproduisent correctement les températures intérieures à condition d'ajuster les paramètres de ventilation. Les périodes de chaleur marquée confirment l'importance de la configuration des logements. Le logement orienté sud présente des niveaux de surchauffe élevés, alors que le logement traversant montre des niveaux beaucoup plus faibles, ce qui confirme le rôle de la ventilation naturelle. En situation réelle, la prise en compte des usages, notamment la ventilation, l'occultation et les apports internes, devient indispensable.

Les enquêtes rendent compte des comportements adoptés par les occupants, et les mesures en montrent les effets sur les conditions de confort intérieur, ce qui améliore la lecture du fonctionnement des logements. La modélisation montre ainsi que le confort d'été résulte d'une combinaison entre configuration du logement, conditions climatiques et comportements des occupants, la ventilation naturelle apparaissant comme un levier essentiel, complémentaire à des solutions constructives comme l'augmentation de l'inertie thermique.

L'étude prospective menée par modélisation sur l'ajout d'enduit d'argile montre une amélioration du confort intérieur, avec une baisse des températures maximales et des degrés-heures. Les gains observés en simulation indiquent que cette solution

pourrait réduire l'inconfort thermique, en particulier pour les logements les plus exposés par leur orientation et leur configuration, tout en restant dépendante de la configuration du logement et des usages.

Cette étude présente enfin plusieurs limites. Les indicateurs mobilisés ne décrivent pas les mêmes dimensions du confort et leur pertinence varie selon la typologie de bâtiment et la temporalité considérée. Les analyses reposent aussi sur des contextes d'usage spécifiques, ce qui limite la généralisation des résultats. La modélisation reste enfin sensible aux hypothèses retenues, ce qui souligne l'intérêt de poursuivre la calibration et la validation à partir de données in situ.

Le projet CECOB laisse entrevoir plusieurs perspectives. Elles concernent d'abord le renforcement du dispositif de mesure, avec le déploiement de capteurs supplémentaires afin de comparer plus finement les structures bois et béton et de limiter les biais liés aux spécificités de chaque logement. Une comparaison plus robuste pourrait également reposer sur deux logements plus proches, idéalement un en bois et un en béton, soumis à des conditions d'usage équivalentes, afin d'isoler plus clairement l'effet de la structure sur le confort d'été. Par ailleurs, il serait pertinent de dépasser une lecture strictement thermique pour intégrer d'autres dimensions du confort intérieur, telles que la qualité de l'air, l'éclairage ou l'inconfort acoustique, dans une logique plus multicritère et plus proche du confort perçu. Enfin, l'étude du confort d'hiver ou de mi-saison gagnerait à s'appuyer sur des indicateurs spécifiquement adaptés à ces périodes, plutôt que sur des outils conçus pour l'inconfort estival.



EXPERTISES

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.