

GT 4 QUALITE DES ENVIRONNEMENTS INTERIEURS

Livrable de la phase 2

Proposition d'indicateurs de confort thermique à retenir

Septembre 2025

©Manuel Bouquet / Terra

Avec le soutien de :

TABLE DES MATIERES

Préambule	
PREAMBULE	2
1. CONTEXTE ET Objectifs.....	4
1.1. Rappel de la phase 1.....	4
1.2. Phase 2.....	4
2. indicateur PRincipal proposé	5
2.1. Standard Effective Temperature (SET).....	5

PREAMBULE

Face aux enjeux climatiques, il devient indispensable de repenser dès aujourd'hui la manière dont nous concevons et construisons les bâtiments de demain et d'après-demain qui doivent devenir des espaces plus résilients, habitables, confortables et sains pour protéger et soutenir leurs occupants.

La réglementation environnementale des bâtiments neufs (RE2020) dessine déjà une trajectoire ambitieuse en faveur de la performance environnementale des bâtiments en fixant un cap clair et une trajectoire progressive en termes d'énergie, de carbone et de confort d'été. Le projet CAP2030, quant à lui, vise à aller au-delà en adoptant une approche globale, tout en accompagnant le déploiement de la RE2020. En effet, en complément de l'énergie et du carbone, CAP2030 explore de nouvelles thématiques comme l'adaptation au changement climatique, la biodiversité, la gestion durable de l'eau, l'économie circulaire, la qualité des environnements intérieurs, l'approche low-tech et la mesure des performances, éclairant ainsi une voie de progrès que tous, Etat, collectivités et acteurs de la filière, souhaitent poursuivre.

Lancé en 2023, le projet CAP2030 est porté par les associations Alliance HQE-GBC, le Collectif des Démarches Quartiers Bâtiments Durables et le Collectif Effinergie réunies au sein d'un GIE (Groupement d'Intérêt Écologique). Il bénéficie de l'appui scientifique et technique du CSTB, de l'accompagnement du Plan Bâtiment Durable, ainsi que du soutien de la DGALN et l'ADEME. Il réunit une large communauté d'acteurs de la filière construction – maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, architectes, entreprises, experts, chercheurs et associations – dans un cadre d'action collectif, volontaire et innovant.

Les travaux de CAP2030 ont été menés au sein de 9 groupes de travail :



Chaque groupe de travail a été piloté par les associations réunies au sein du GIE, avec l'appui du CSTB. Des experts y ont été ponctuellement associés. Ils ont réuni au total plus de 1 000 acteurs volontaires.

Les travaux ont été séquencés en deux phases :

- Phase 1 : 1^{er} semestre 2024
- Phase 2 : 2^{ème} semestre 2025

Les travaux de la phase 1 ont abouti à l'élaboration de propositions d'indicateurs, qui ont été consolidés par le Conseil Scientifique et Technique, et dont le format dépend de la maturité des

thématiques, des travaux de recherche existants et du retour d'expérience disponible. Les travaux de la phase 2 sont venus préciser, approfondir et enrichir les travaux de la phase 1.

Ils sont synthétisés dans des livrables publiés par chaque groupe de travail.

Il est important de souligner que ces livrables reprennent l'ensemble des propositions travaillées au sein de chacun des groupes de travail, sans ordre de priorité ou de hiérarchisation particulier.

C'est sur la base de ces travaux que le cadre commun de référence (CCR) a été élaboré, objet central du projet CAP2030. Il a pour ambition de proposer une grammaire commune basée sur des critères partagés et facilement appropriables par les porteurs de projet.

De manière opérationnelle, les maîtres d'ouvrage volontaires pourront expérimenter ce Cadre Commun de Référence à travers les outils - certifications, labels et Démarches Bâtiments Durables - portés par les associations pilotes de CAP2030 ou leurs partenaires conventionnés et. Ils viendront, grâce à leurs projets, alimenter l'Observatoire CAP2030 durant toute la phase d'expérimentation. L'observatoire CAP2030, phase 3 du projet CAP2030, a pour objectifs de faciliter le partage de retours d'expérience entre acteurs et de créer une base solide de connaissances pour améliorer progressivement la fiabilité et la pertinence du CCR mis à disposition.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. Rappel de la phase 1

Dans la phase 1 du projet, plusieurs propositions concernant le confort thermique pour aller au-delà du cadre réglementaire actuel ont été identifiées à partir des travaux de l'état de l'art et d'expérimentations de terrain (à partir des mesures d'ambiance intérieur réalisées au cours du projet RENOPTIM 2022-2024)

- Prendre en compte la température ressentie par les occupants, intégrant les échanges radiatifs et convectifs, l'humidité, le métabolisme (1 Met par défaut au repos et à adapter selon l'activité) et l'isolation vestimentaire (via des hypothèses selon la saison).
- Indicateur de confort ressenti pour les différentes phases d'un projet (conception et exploitation).
- Utiliser la **Standard Effective Temperature (SET)** comme indicateur central de confort thermique.
- Travailler à partir de **séries temporelles de données** pour caractériser le **confort dynamique** sur des journées types (été/hiver) en remplacement de la température opérative dans les degrés Heures de la RE2020.
- Proposer des **seuils de confort basés sur les retours d'expérience** des études RENOPTIM et QUETE de Qualitel, et d'une adaptation de la norme du confort adaptatif (prEN 16798-1).
- Associer l'indicateur SET à des classes de confort thermique (comme dans la norme du confort adaptatif, cf. catégories I, II et III)

1.2. Phase 2

Les travaux de la phase 2 visent à choisir 1 indicateur parmi les indicateurs identifiés lors de la phase 1 :

- Température opérative (simulation / mesure à réception)
- PMVe (simulation / mesure à réception)
- PMVa (simulation / mesure à réception)
- SET (simulation / mesure à réception)
- SETa (simulation / mesure à réception)

2. INDICATEUR PRINCIPAL PROPOSE

Le SET est basé sur un modèle thermorégulateur du corps humain (modèle de Gagge / Pierce two-node model) et intègre les échanges thermiques entre une personne et son environnement :

- Convection (air),
- Rayonnement (murs, surfaces)
- Évaporation (sueur, respiration)
- Conduction (rare en situation réelle)

Le SET exprime la température ressentie équivalente dans une situation de référence :

- Température moyenne rayonnante équivalente à la température d'air ressenti
- Air à 50 % d'humidité relative
- Vitesse d'air de 0.1 m/s
- Personne assise (métabolisme = 1 met)
- Vêtu de vêtements standards (clo = 0.6)

L'utilisation SET va au-delà de la réglementation actuelle. Cet indicateur est déjà utilisé dans les standards de ASHRAE 55 pour l'évaluation des systèmes de brassage d'air. Le tableau suivant présente les sensations dominantes en fonction des niveaux de température SET.

SET (°C)	Sensation dominante	Niveau de confort ressenti
< 18	Froid	Inconfort fréquent
19 – 22	Ni chaud ni froid	Zone de confort optimale (hiver)
23 – 26	Légèrement chaud	Zone de confort optimale (été)
> 26	Chaud	Inconfort fréquent

2.1. Standard Effective Temperature (SET)

	Conception du bâtiment	Bâtiment à réception
Méthodes de calcul/mesure	Simulations thermo-dynamiques avec modélisation des conditions intérieures à l'échelle horaire, incluant les effets radiatifs, convectifs, humidité relative, métabolisme (1 met) et clo (0.4 en été, 0.7 en saison printemps et automne, 1 en hiver).	Mesure sur une année via une station de mesure microclimatique : température de l'air, humidité, température radiante, vitesse de l'air, vêtements, métabolisme. Calcul a posteriori via pythermalcomfort ou équivalent.
Indicateur	SET	

Seuils	Seuil de confort pour le résidentiel et le tertiaire															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SET (°C)</th> <th>Sensation dominante</th> <th>Niveau de confort ressenti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 18</td> <td>Froid</td> <td>Inconfort fréquent</td> </tr> <tr> <td>19 – 22</td> <td>Ni chaud ni froid</td> <td>Zone de confort optimale (hiver)</td> </tr> <tr> <td>23 – 26</td> <td>Légèrement chaud</td> <td>Zone de confort optimale (été)</td> </tr> <tr> <td>> 26</td> <td>Chaud</td> <td>Inconfort fréquent</td> </tr> </tbody> </table>	SET (°C)	Sensation dominante	Niveau de confort ressenti	< 18	Froid	Inconfort fréquent	19 – 22	Ni chaud ni froid	Zone de confort optimale (hiver)	23 – 26	Légèrement chaud	Zone de confort optimale (été)	> 26	Chaud	Inconfort fréquent
SET (°C)	Sensation dominante	Niveau de confort ressenti														
< 18	Froid	Inconfort fréquent														
19 – 22	Ni chaud ni froid	Zone de confort optimale (hiver)														
23 – 26	Légèrement chaud	Zone de confort optimale (été)														
> 26	Chaud	Inconfort fréquent														
	<p>Un second seuil de 28 °C (inconfort chaud fréquent) est proposé pour caractériser une situation d'inconfort thermique chaud, en tenant compte de l'adaptation des occupants à la chaleur et en cohérence avec les approches retenues dans la réglementation environnementale RE2020. Ces seuils de confort sont actuellement en cours d'étude par le CSTB, dans le cadre du projet RENOPTIM, et pourront être ajustés ou consolidés à partir des résultats de l'étude QUETE de Qualitel.</p> <p>Dans la continuité de la méthodologie des degrés heures de la RE2020, la production d'indicateurs de performance en % temps ou de degré heure cumulé d'heures SET hors zone de confort, c'est-à-dire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • SET>26°C : applicable de jour comme de nuit. La nuit (de 22 h à 7 h), le seuil de confort est fixé à 26 °C, afin de garantir un niveau de confort plus exigeant pendant les périodes de repos et de sommeil. • SET >28°C applicable de jour uniquement (de 7 h à 22 h). Ce seuil intègre la convention d'adaptation de +2 °C utilisée dans les études de référence (RE2020, RENOPTIM), reflétant la capacité d'adaptation progressive des occupants en cas de chaleur prolongée ou répétée 															
Mise en œuvre (niveau expertise et coût)	<p>Expertise requise : Moyenne à forte en simulation thermique dynamique.</p> <p>Coût : Outils de simulation souvent open-source, coût d'une licence sinon ; surcoût en temps d'étude, mais pas en matériel.</p>	<p>Expertise requise : Moyenne en instrumentation.</p> <p>Coût : Station microclimatique (coût modéré), possibilité de campagnes ponctuelles.</p>														

Co-pilotes du GT4 – QEI :
 Corinne BOUNHOURE – CSTB
 Gwenn Le Seac'H – Alliance HQE-GBC

Nicolas GUIGNARD – Collectif des Démarches Quartiers et Bâtiments Durables