

Confort thermique, rendement et consommation

Document de travail interne. Les sources citées ont été consultées directement ; celles qui n'ont pas pu être ouvertes sont signalées comme telles.

Dossier de recherche n° 3 — Confort thermique, consommation et comparatifs

Troisième volet du dossier documentaire de **thermadeco.com**. Il couvre le confort thermique, le rendement, la consommation et la comparaison entre technologies de chauffage.

Avertissement de méthode, important. Ce volet est le moins documenté des trois. La recherche sur les études quantifiant les économies du chauffage rayonnant n'a pas abouti dans le temps imparti : les points concernés sont donc marqués **NON VÉRIFIÉ** et le site ne les affirme pas. Nous préférons publier un dossier incomplet qu'un dossier inventé.

1. Confort thermique : température opérative et température moyenne de rayonnement

C'est le fondement du seul bénéfice réellement documenté du chauffage rayonnant.

Définitions.

- **Température opérative** : température fictive d'une enceinte uniforme qui produirait le même échange thermique avec le corps qu'une combinaison donnée de température d'air, de rayonnement et de vitesse d'air.
- **Température moyenne de rayonnement (TMR)** : moyenne des températures des surfaces environnantes, pondérée par leur angle de vue depuis la personne.

Approximation utilisée sur le site (air peu mobile, vitesse < 0,2 m/s) :

$$T_{\text{opérative}} \approx (T_{\text{air}} + T_{\text{rayonnement}}) / 2$$

C'est l'approximation classique pour un air quasi immobile. Elle justifie la phrase publiée : *gagner 2 °C de température de paroi permet de perdre 2 °C d'air à confort identique.*

Références normatives — citées comme références, **textes payants non consultés** :

- **ANSI/ASHRAE Standard 55**, *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*
— <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>
- **ISO 7730** (édition 2025), *Ergonomie des ambiances thermiques*
— <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/iso-77302025/ergonomie-des-ambiances-thermiques-determination-analytique-et-interpretati/xs147847/449863>

Statut : ÉTABLI pour les définitions et la relation qualitative (elles figurent dans les deux normes de référence et dans tout manuel de thermique du bâtiment). **NON VÉRIFIÉ** : nous n'avons pas pu ouvrir les textes normatifs eux-mêmes, donc aucun coefficient précis n'est publié sur le site au-delà de l'approximation ci-dessus.

2. Températures extérieures de base (méthode 3CL-2021)

Utilisées par le calculateur de dimensionnement du site.

Température extérieure de base	altitude < 400 m	400 – 800 m	> 800 m
Zone H1	–9,5 °C	–11,5 °C	–13,5 °C
Zone H2	–6,5 °C	–8,5 °C	–10,5 °C
Zone H3	–3,5 °C	–5,5 °C	–7,5 °C

- Source : *Températures extérieures de base (3CL-2021 vs EN 12831)*, Cap Renov+ (méthode 3CL-2021, annexe 18.1)
- URL : <https://aide.cap-renov.fr/fr/article/temperatures-exterieures-de-base-3cl-2021-vs-en12831-le8nir/>
- Citations verbatim : « Les valeurs de Tbase sont simplifiées avec une valeur par zone climatiques (H1a etc.) et selon 3 tranches d'altitudes » ; « Dans la EN 12831, les températures de base sont plus précises que celles de la méthode 3CL-2021. Elles sont données par département [...] CAP RENOV+ affiche les déperditions totales du logement selon cette méthode, car c'est elle qui est utilisée en bureau d'étude et qui fait référence en cas de litige. »

Statut : ÉTABLI (source officielle de la méthode de calcul réglementaire française). **Réserve publiée sur le site** : la norme EN 12831, plus fine (par département), est celle qui fait référence pour un dimensionnement définitif. Le site invite donc à faire valider le calcul par un bureau d'études.

3. Prix de l'énergie

Le site **ne publie aucun prix du kWh en dur** : le calculateur demande à l'utilisateur de saisir celui de sa facture, avec une valeur par défaut modifiable.

- Source : *Les prix des énergies*, Cap Renov+
- URL : <https://aide.cap-renov.fr/fr/article/les-prix-des-energies-qd07gj/>
- Citations verbatim : « Nous utilisons les sources suivantes : la commission de régulation de l'énergie (www.cre.fr) pour le gaz naturel et l'électricité » ; « Le prix des énergies est mis à jour annuellement. »
- Fait complémentaire : un prix de l'énergie est fixé par **arrêté** pour les simulations d'audit réglementaire.

Statut : ÉTABLI pour l'origine officielle (CRE). **Choix éditorial** : ne pas figer un prix qui deviendrait faux, mais indiquer où le trouver.

4. Rendement, COP et SCOP

- Un chauffage électrique par **résistance** convertit la quasi-totalité de l'électricité consommée en chaleur dans la pièce : son **COP vaut 1** par construction. Il n'y a pas de perte par conduit de fumée, mais il ne peut pas produire plus de chaleur qu'il ne consomme d'électricité.
- Une **pompe à chaleur** déplace des calories : son **SCOP** (coefficient de performance saisonnier) se situe couramment entre **3 et 4** pour une installation domestique bien dimensionnée.

Statut : ÉTABLI par la physique pour le COP = 1 d'une résistance ; **ordre de grandeur usuel** pour le SCOP 3–4 d'une PAC. **NON VÉRIFIÉ** : nous n'avons pas pu ouvrir de source officielle européenne (EUR-Lex inaccessible) donnant les valeurs de SCOP par catégorie d'appareil. Le site présente donc le SCOP comme un paramètre **réglable** par l'utilisateur dans le calculateur, et non comme une valeur imposée.

Conséquence assumée sur le site : à chaleur identique, une pompe à chaleur consomme 2 à 4 fois moins d'électricité. Le site l'écrit noir sur blanc, dans la section « Consommation » et dans le comparatif. Aucun argument commercial ne change la physique.

5. Économie par degré de consigne — NON VÉRIFIÉ

La règle couramment citée est « environ 7 % d'économie par degré de consigne en moins ».

Recherche effectuée : les sources identifiées (Energy Saving Trust, infographies ADEME) sont diffusées au format PDF, que notre outil d'analyse n'a pas pu lire. Nous n'avons donc **pas pu vérifier le chiffre à la source**.

Décision éditoriale : le site ne publie pas « 7 % ». Il écrit :

« chaque degré d'air en moins réduit sensiblement la consommation — de l'ordre de 5 à 10 % selon la configuration, un ordre de grandeur retenu dans les guides de rénovation »

Aucune attribution institutionnelle n'est faite, puisque nous n'avons pas pu la vérifier. **À remplacer par un chiffre sourcé** dès qu'une source officielle sera accessible en texte.

6. Études quantifiant l'économie du chauffage rayonnant — NON TROUVÉ

Nous cherchions des travaux évalués par les pairs (type LBNL, IEA EBC) mesurant l'économie obtenue en abaissant la température d'air grâce à un chauffage rayonnant. **Cette recherche n'a pas abouti dans le temps imparti**. Aucune étude de ce type n'est donc citée sur le site, et aucune économie chiffrée n'est promise.

C'est le principal manque de ce dossier. Il devra être complété avant toute communication commerciale comportant un pourcentage d'économie.

7. Stratification des températures — schéma qualitatif

Le site présente un schéma comparant le profil vertical des températures en convection (air plus chaud au plafond) et en rayonnement (profil plus homogène), avec les ordres de grandeur **1–2 °C** contre **3–5 °C**.

Statut : schéma qualitatif, explicitement étiqueté comme tel sur la page. Ces valeurs ne proviennent pas d'une source unique vérifiée : elles correspondent aux ordres de grandeur habituellement cités en génie climatique. La légende du schéma indique que les écarts réels dépendent de l'isolation, de la hauteur sous plafond et de la ventilation.

À faire : documenter ce point sur une source technique (manuel ou étude) avant de l'utiliser comme argument chiffré.

8. Champs électromagnétiques — ordres de grandeur

- Source : *Que sont les champs électromagnétiques ?*, Organisation mondiale de la santé, 4 août 2016
- URL : <https://www.who.int/fr/news-room/questions-and-answers/item/electromagnetic-fields>
- Données reprises : à 50 Hz et à 30 cm, champ magnétique de 0,15 à 0,5 µT pour un four électrique, 2 à 20 µT pour un aspirateur, 0,01 à 7 µT pour un sèche-cheveux ; champ magnétique de fond domestique « jusqu'à un maximum d'environ 0,2 µT ».

Statut : ÉTABLI pour ces valeurs (source OMS). **NON VÉRIFIÉ** : la recommandation 1999/519/CE et les lignes directrices ICNIRP n'ont pas pu être ouvertes (EUR-Lex renvoie une réponse vide, les PDF sont inaccessibles). Le site **ne publie donc aucune valeur limite réglementaire** : il donne les ordres de grandeur de l'OMS et précise qu'aucune campagne de mesure spécifique aux panneaux muraux n'a été trouvée. Nous écrivons explicitement qu'affirmer « zéro champ » serait faux.

9. Synthèse des points à compléter

Point	Statut	Action
Économie par degré de consigne	NON VÉRIFIÉ	Remplacer la fourchette par un chiffre sourcé
Études sur les économies du rayonnant	NON TROUVÉ	Recherche à reprendre (LBNL, IEA EBC)
SCOP des pompes à chaleur	Ordre de grandeur	Sourcer sur un texte européen accessible
Valeurs limites CEM (1999/519/CE)	NON VÉRIFIÉ	Consulter via une bibliothèque ou le JO de l'UE
Stratification 1–2 °C vs 3–5 °C	Qualitatif	Sourcer sur un manuel de génie climatique
Textes d'ASHRAE 55 et d'ISO 7730	Payants	Consultation en bibliothèque universitaire

Sources consultées pour ce dossier

- Cap Renov+, *Températures extérieures de base (3CL-2021 vs EN 12831)* — <https://aide.cap-renov.fr/fr/article/temperatures-exterieures-de-base-3cl-2021-vs-en12831-le8nir/>
- Cap Renov+, *Les prix des énergies* — <https://aide.cap-renov.fr/fr/article/les-prix-des-energies-qd07gj/>

3. Organisation mondiale de la santé, *Que sont les champs électromagnétiques ?* (2016) — <https://www.who.int/fr/news-room/questions-and-answers/item/electromagnetic-fields>
4. ANSI/ASHRAE Standard 55 (référence normative, non consultée) — <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>
5. ISO 7730:2025 (référence normative, non consultée) — <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/iso-77302025/ergonomie-des-ambiances-thermiques-determination-analytique-et-interpretati/xs147847/449863>