



CAP RENOV+

NOTICE

Les calculs dans CAP RENOV+

Version du 01/01/2023
Valable pour la version 2022.4



27 rue Maurice Flandin 69003 Lyon
caprenov@pia-production.fr
04 82 53 69 50

Table des matières

Introduction	6
Parcours de saisie	7
Bilan énergétique.....	7
Type de logement.....	10
Période de construction	14
Besoin de chauffage	14
<i>Données météo</i>	16
<i>Température extérieure de base</i>	17
<i>Forme et orientations</i>	18
<i>Configuration de la maison</i>	20
<i>Déperditions de la construction</i>	20
<i>Masques solaires</i>	20
<i>Usage du logement</i>	20
Consommation de chauffage	21
<i>Données et calculs communs (3CL-2021 et calculs en euros)</i>	21
<i>Données et calculs spécifiques (3CL ou calcul en euros)</i>	22
Besoin en eau chaude sanitaire	22
Consommation d'eau chaude sanitaire.....	22
<i>Part des besoins pris en charge</i>	23
<i>Rendements</i>	23
Besoin de froid	23
Consommations de climatisation	23
Consommation des auxiliaires.....	23
Consommation d'éclairage.....	24
Consommation des appareils spécifiques	24
Conversion des énergies	24
Etiquette Cep.....	24
Etiquette GES.....	24
Estimation des économies d'énergie	24
Estimation du gain de confort	25
Bilan économique	25
Coûts estimés des travaux.....	25
Prix des énergies et factures d'énergie	25
Dépenses d'énergie cumulées et temps de retour sur investissement	25
<i>Taux d'inflation et temps de retour</i>	25
<i>Scénario climat</i>	25
Module « Radiateurs par pièce »	25
Contexte d'usage, cible et périmètre	26
Méthode de calculs et sources des données	25
<i>Calcul des déperditions de la pièce</i>	25
<i>Température de confort</i>	25
<i>Calcul de la puissance de chauffe des radiateurs</i>	25
<i>Calcul de la puissance de chauffage nécessaire</i>	25
<i>Calcul du taux de couverture</i>	25
Conclusion.....	26

Introduction

CAP RENOV+ utilise la méthode de calcul 3CL 2021 (Annexe 1 de l'arrêté du 31 mars 2021).

Néanmoins, pour permettre la réalisation d'évaluation énergétique rapides ou d'audits énergétique complet (conformes RGE) d'autres sources de données et d'autres méthodes de calcul sont aussi utilisées.

Afin de donner aux plus experts ou aux administrations qui en auraient besoin une vision complète et détaillées des données utilisées, nous avons établi cette notice technique. Ce document est mis à jour à chaque nouvelle version du logiciel. Elle est accessible en libre accès depuis :

- Le site
- L'application CAP RENOV+

Les méthodes de calculs et les données utilisées par le logiciel ont pour but de **garantir la fiabilité des résultats** et **réduire l'éco-délinquance**. En effet le logiciel :

- Encadre les données saisissables par l'utilisateur par des bornes mini et maxi sur les performances
- Empêche de personnaliser la bibliothèque de matériaux pour rester dans des valeurs de performance qui existent bel et bien sur le marché des matériaux et des équipements thermiques.
- Génère un rapport PDF et non pas un rapport WORD, pour éviter des modifications faciles des résultats de simulation.

Parcours de saisie

Le mode de saisie du logement existant est adapté au domaine d'expertise de l'utilisateur. Il est possible de choisir le mode le plus adapté à la situation. Quatre modes de saisie existent :

	Architecture et composition des parois	Equipements
Express	Saisie simplifiée	Saisie simplifiée
Priorité isolation	Saisie détaillée	Saisie simplifiée
Priorité chauffage	Saisie simplifiée	Saisie détaillée
Expert	Saisie détaillée	Saisie détaillée

Le périmètre détaillé de l'application est disponible sur le site cap-renov.fr dans la rubrique « fonctionnalités ».

		Simple	Expert
Enveloppe	Saisie des combles	1 seul type de paroi	2 types de parois
	Saisie des plancher bas	1 seul type de paroi	2 types de parois
	Saisie des murs	1 seul type de paroi	2 types de parois
	Mitoyenneté	Pas de saisie possible des surfaces mitoyennes	Saisie des surfaces mitoyennes
	Orientation des ouvertures	Par défaut à partir de la façade la plus vitrée	Saisie de l'orientation des ouvertures
	Dimensions des ouvertures	Par défaut à partir de la configuration de la maison	Saisie possible des dimensions
	Epaisseur des murs et des isolants	Par défaut en fonction de l'année du bâtiment	Saisie possible
	Surfaces des parois	Calculées par défaut à partir de la configuration de la maison	Saisie des surfaces possibles
Equipements	Caractéristiques des émetteurs de chaleurs	Température et années des émetteurs par défaut	Saisie possible de la température et de l'année
	Régulation du chauffage	Valeur par défaut	Saisie détaillée du type de régulation
	Rendement et caractéristiques des chaudières	Valeurs par défaut selon l'année et la puissance par défaut	Saisie détaillée des caractéristiques possible

Bilan énergétique

Type de logement

CAP RENOV+ permet d'évaluer uniquement les logements **individuels** et ne couvre **ni les bâtiments collectifs, ni les bâtiments tertiaires**.

Le type de logement saisi (maison ou appartement) conditionne les choix qui sont proposés dans CAP RENOV+ dans la partie « description du logement existant » :

- Type de plancher haut
- Type de plancher bas
- Type de mitoyenneté
- Type de production de chauffage et/ou d'eau chaude sanitaire (individuel ou collectif).

Période de construction

La période de construction a un impact sur les données suivantes :

- Le type d'isolation pris par défaut dans le cas d'une isolation d'une paroi inconnue
- La valeur conventionnelle de la perméabilité sous 4Pa
- L'année d'installation des émetteurs si celle-ci est inconnue
- Les aides compatibles avec le projet

Besoin de chauffage

Données météo

Données météorologiques par zone climatique (3CL 2021)

Les sollicitations environnementales utilisées dans CAP RENOV+ sont issues des annexes de la méthode 3CL-2021 et dépendent :

- De la zone climatique
- De l'altitude
- De l'inertie du bâtiment.

Elles sont utilisées dans le calcul du besoin de chauffage et de climatisation (déperditions, apports solaires, nombre d'heures de fonctionnement, ...) **pour la production des résultats conventionnels ainsi que pour calculer l'étiquette énergie- climat et les consommations en énergie primaire.**

Pour le calcul de l'étiquette (3CL 2021), les variables suivantes sont utilisées comme données d'entrées du calcul **au pas de temps mensuel** :

- DHref,
- Nref,
- Température extérieure moyenne
- Ensoleillement reçu

Données météorologiques par zone climatique (estimations des factures en euros)

Pour le scénario personnalisé (calcul des factures en euros), les données météo sont issues de fichiers météo horaires (RT2012, Météo France et Info Climat) afin de produire les données d'entrées du calcul annuel (degrés heures, ensoleillement etc...).

Cas particulier : pour déterminer le besoin de rafraîchissement (estimation des factures en euros uniquement), le calcul des apports solaires est réalisé au pas de temps horaire pendant la saison de climatisation.

Pour l'estimation des factures en euros, différents fichiers météo, découpés par zones climatiques, sont utilisés :

- Existant :
 - Données météo 1994-2008 pour le calcul des factures en euros
- Scénarios de rénovations (au choix de l'utilisateur) :
 - Données météo 2015-2019 pour le calcul des factures en euros
 - Données météo 2020-2050 pour le calcul des factures en euros

Les données météo 2020-2050 prennent en compte le réchauffement climatique et sont déterminées d'après G. Ouzeau, M. Déqué, M. Jouini, S. Planton, R. Vautard, Jean Jouzel, 2014. Le climat de la France au XXI^e siècle, Volume 4, Scénarios régionalisés : édition 2014 pour la métropole et les régions d'outre-mer, RAPPORTS Direction générale de l'Énergie et du Climat

Température extérieure de base

La température extérieure de base est une température conventionnelle utilisée pour définir la puissance des générateurs de chauffage. Elle dépend de la localisation du logement.

La température extérieure de base **issue de la norme NF EN12831** (complément P52-612) est définie à partir de :

- Du département
- De l'altitude
- D'une correction pour les logements situés sur le littoral.

Elle est utilisée :

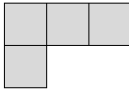
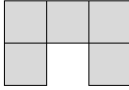
- Pour le calcul de « l'estimation des déperditions thermiques de base » (page « bilan avant travaux ») utile pour pré-dimensionner la puissance du système de chauffage. C'est cette température de base qui est utilisée en bureaux d'étude et qui fait référence en cas de litige.
- Pour l'estimation de la valeur par défaut de la puissance de générateur de chauffage dans les scénarios de travaux.

Une seconde température extérieure de base, **issue de la méthode de calcul 3CL-2021** (Annexe 18.1), est utilisée dans CAP RENOV+. Elle est utilisée pour l'estimation de la valeur par défaut de la puissance de générateur de chauffage dans la description du logement existant quand elle n'est pas connue (page « caractéristiques des générateurs »).

Forme et orientations

Type de plan

La saisie du type de plan (compact/allongé etc) du bâtiment permet de déterminer automatiquement dans CAP RENOV+ les surfaces des parois et le périmètre de l'habitation. Ces données sont utilisées pour le calcul des déperditions.

Forme	Géométrie	Coefficient surface	Coefficient périmètre	Coefficient grand côté	Coefficient petit côté	Angles sortants	Angles rentrants	Nb murs refend
Compacte		1,27	5	1,27	1	4	0	0
Allongée		1,77	6	1,77	1	4	0	1
L		3	8	3	2	4	1	2
L allongé		4	10	4	2	4	1	3
U		5	12	4	3	4	2	4

Cette méthode simplifiée permet d'estimer les surfaces de paroi à partir de la surface habitable. Les surfaces de parois sont donc pré-remplies **mais sont modifiables par l'utilisateur (en expert)**.

Mitoyenneté



La mitoyenneté d'une façade définit le coefficient de réduction des déperditions, appelé coefficient b, qui est utilisé dans le calcul des déperditions des murs. La méthode 3CL-2021 fixe toutes les valeurs du coefficient b suivant le type de mitoyenneté, hormis celle donnant sur un local non-chauffé accessible. Ce cas particulier demande de déterminer le coefficient de réduction des déperditions en fonction des parois du local non-chauffé (surface de parois attenantes au logement, surface de parois donnant sur l'extérieur, isolation des parois).

Configuration de la maison

Surface habitable

La surface habitable à saisir est la somme des superficies de chacune des pièces du logement, en prenant en compte seulement les zones d'une hauteur sous plafond supérieure à 1,80m. Il est exclu de la surface habitable les combles non-aménagés, les sous-sols, les caves, les garages, les loggias.

Dans CAP RENOV+, la surface minimale pour une maison est de 40m² et pour un appartement, de 20m². Pour les deux types de logement, il est possible de saisir une surface habitable allant jusqu'à 600m².

Le nombre de niveaux est utilisé pour répartir la surface habitable sur chaque niveau.

Type de plancher haut

La saisie du type de plancher haut du logement permet de déterminer le coefficient de réduction des déperditions qui est utilisé dans le calcul des déperditions des planchers haut.

La méthode 3CL-2021 fixe toutes les valeurs du coefficient b suivant le type de plancher haut, hormis celle donnant sur des combles perdus accessibles qui demande de définir le coefficient de réduction des déperditions en fonction des caractéristiques des combles (surface de parois de la toiture, l'isolation des rampants des combles perdus, le niveau de ventilation des combles perdus).

Dans CAP RENOV+, il est possible de saisir 2 types de plancher haut. Le ratio associé à chaque type est calculé à l'aide des surfaces des planchers renseignées.

Type de plancher bas

La saisie du type de plancher bas du logement permet de déterminer le coefficient de réduction des déperditions qui est utilisé dans le calcul des déperditions des planchers bas.

La méthode 3CL-2021 fixe toutes les valeurs du coefficient b suivant le type de plancher bas.

Dans CAP RENOV+, il est possible de saisir 2 types de plancher bas. Le ratio associé à chaque type est calculé à l'aide des surfaces des planchers renseignées.

Enfouissement de la construction / du sous-sol

Dans CAP RENOV+, l'enfouissement des murs du rez-de-chaussée peut être saisi dans le cas d'un plancher bas sur terre-plein, vide-sanitaire et sous-sol. L'enfouissement du sous-sol peut aussi être précisé.

Si le sous-sol est non-enterré ou semi-enterré alors le calcul de déperditions du plancher bas prend en compte la résistance de la paroi avec un coefficient de réduction des déperditions (b) à 0,95.

Si le sous-sol est enterré alors le calcul de déperditions du plancher bas prend en compte la résistance équivalente de la paroi (calcul du Ue) avec un coefficient de réduction des déperditions (b) à 1.

Dans la méthode de calcul 3CL 2021 les murs enterrés ne possèdent pas de coefficient de réduction des déperditions. Les murs enterrés sont donc considérés comme des murs sur l'extérieur.

La hauteur moyenne sous-plafond

A l'aide de la hauteur sous-plafond, la hauteur en pied de pente et la hauteur sous-faîtage, CAP RENOV+ calcule une hauteur sous-plafond moyenne. Le calcul prend en compte la hauteur sous-plafond moyenne de chacun des niveaux sauf pour le dernier niveau dans le cas d'une toiture rampant : $(\text{Hauteur sous faîtage} + 1,80) / 2$. Si la hauteur en pied de pente est supérieure à 1,80 alors CAP RENOV+ prend en compte la hauteur en pied de pente.

La méthode 3CL-2021 prend en compte la hauteur sous plafond moyenne pour :

- Le calcul du débit d'air lié aux infiltrations
- Le calcul du G utilisé pour obtenir le facteur d'intermittence

Le ratio des zones est pris en compte dans ce calcul pour le dernier niveau du logement. La hauteur sous plafond moyenne du niveau est multipliée par le ratio de la zone associée.

Définition des surfaces de parois

La définition des surfaces de parois (combles, murs, planchers bas) n'étant pas incluse dans la méthode 3CL-2021, le logiciel permet 2 méthodes de saisie des surfaces de parois :

- **En mode expert** : Une saisie des surfaces nettes déperditives par l'utilisateur, préremplie par l'algorithme utilisé en mode simple
- **En mode simple** : définition automatique des surfaces de parois à partir de la surface habitable, de la forme du logement, du nombre de niveaux et des hauteurs sous-plafond, pieds de pente et faîtage.

Inertie du bâtiment

L'inertie du bâtiment impacte :

- Les données météorologiques
- La détermination des apports gratuits
- Le calcul du facteur d'intermittence
- Le calcul du besoin mensuel de froid

En présence de plusieurs types de murs, de planchers hauts ou de planchers bas, l'inertie de la paroi à considérer est donnée par celle des surfaces majoritaires.

La classe d'inertie du bâtiment est déterminée de la façon suivante :

Plancher haut	Plancher bas	Paroi verticale	Classe d'inertie
Lourd	Lourd	Lourde	Très lourde
-	Lourd	Lourde	Lourde
Lourd	-	Lourde	Lourde
Lourd	Lourd	-	Lourde
-	-	Lourde	Moyenne
-	Lourd	-	Moyenne
Lourd	-	-	Moyenne
-	-	-	Légère

La classe d'inertie est « déterminé » automatique par CAP RENOV+ à partir des caractéristiques des parois mais n'est pas affichée dans le rapport PDF. Cette donnée est présente dans l'export CSV.

Déperditions de la construction

Combles-Toitures

Les coefficients de transmission thermique, appelés U, proviennent de la méthode 3CL-2021 pour :

- Les planchers haut non isolés,
- L'isolation par défaut, c'est à dire lorsque celle-ci est inconnue de l'utilisateur.

La valeur de U de la paroi non isolée dépend du type de matériau.

La valeur de U de l'isolant est déterminée par défaut en fonction du type de plancher haut, de l'année de construction, de la zone climatique, et du type d'énergie produisant le chauffage.

Dans le cas d'une isolation connue, les valeurs des lambdas pris en compte dans CAP RENOV+ proviennent des documents PACTE/RAGE et de sources bibliographiques pour les matériaux « non normés », notamment La conception bioclimatique, Courgey S., Oliva J-P., 2008. L'utilisateur a la possibilité de saisir l'année de l'isolation et l'épaisseur de l'isolant. **Le choix de l'année de l'isolation impacte le lambda de l'isolant** pris en compte.

La technique d'isolation du plancher haut prise en compte par défaut dans CAP RENOV+ dépend du type de plancher haut :

- Rampants, toiture terrasse en bois ou grenier ou local non chauffé en bois : isolation thermique par l'intérieur,
- Combles perdus, toiture terrasse en béton ou grenier ou local non chauffé en béton : isolation thermique par l'extérieur.

Les résistances superficielles sont incluses dans la résistance thermique de la paroi affichée dans CAP RENOV+.

Murs extérieurs

Les coefficients de transmission thermique, appelés U, proviennent de la 3CL 2021 pour :

- Les murs non isolés,
- L'isolation par défaut, c'est à dire lorsque celle-ci est inconnue de l'utilisateur.

La valeur de U de la paroi non isolée dépend du type de matériau. Certains matériaux ne figurant pas dans la méthode 3CL-2021 (béton précontraint, béton pouzzolane, adobe/bauge, brique alvéolée avec isolation, madrier et poteaux-poutres), les valeurs prises en compte dans CAP RENOV+ proviennent de PACTE/RAGE et de sources bibliographiques, notamment La conception bioclimatique, Courgey S., Oliva J-P., 2008.

La valeur de U de l'isolant par défaut est déterminée en fonction de l'année de construction, de la zone climatique, et du type d'énergie produisant le chauffage.

Dans le cas d'une isolation connue, les valeurs des lambdas pris en compte dans CAP RENOV+ proviennent de PACTE/RAGE et de sources bibliographiques : notamment La conception bioclimatique, Courgey S., Oliva J-P., 2008. L'utilisateur a la possibilité de saisir l'année de l'isolation et l'épaisseur de l'isolant. Le choix de l'année de l'isolation impacte le lambda de l'isolant pris en compte dans CAP RENOV+.

Les résistances superficielles sont incluses dans la résistance thermique de la paroi affichée dans CAP RENOV+.

Dans CAP RENOV+, il est possible de saisir 2 types de murs extérieurs. Le ratio associé à chaque type est calculé à l'aide des surfaces des murs renseignées.

Les surfaces de murs à saisir dans CAP RENOV+ sont les surfaces déperditives nettes de murs par façade et par type (s'il y en a plusieurs). **Les surfaces de murs donnant sur un autre logement ne sont pas considérées comme déperditives.** La saisie des surfaces est disponible seulement en mode expert.

Ouvertures

Les données suivantes proviennent de la méthode 3CL-2021 :

- La performance du vitrage U_g
- La performance de l'huissierie U_w
- La performance des fermetures U_{jn}
- La performance des portes U_d

Les caractéristiques des vitrages prisent en compte dans la description du logement sont :

- **Double vitrage ancien** : ouverture verticale, remplissage air sec, vitrages non traités, 4/12/4
- **Double vitrage récent** : ouverture verticale, remplissage argon ou krypton, vitrages peu émissifs, 4/16/4
- **Triple vitrage** : ouverture verticale, remplissage argon ou krypton, vitrages peu émissifs, 4/16/4/16/4

Les fenêtres et les portes-fenêtres sont traités comme considérées battantes dans CAP RENOV+.

Dans tous les calculs, les menuiseries mixtes bois métal prennent les caractéristiques de menuiseries bois.

La saisie des ouvertures se fait par la saisie du nombre d'ouvertures et la dimension moyenne des ouvertures, en distinguant 5 types : portes, portes fenêtres, baies vitrées, fenêtres de toit, portes.

Sols

Les coefficients de transmission thermique, appelés U, proviennent de la méthode 3CL-2021 pour :

- Les planchers bas non isolés,
- L'isolation par défaut, c'est à dire lorsque celle-ci est inconnue de l'utilisateur.

La valeur de U de la paroi non isolée dépend du type de matériau.

Pour les vides sanitaires, les sous-sols non chauffés enterrés, et les terre-pleins, le calcul des déperditions se fait avec un coefficient U_e en remplacement de U_{pb} . (Prise en compte de l'effet de réduction des déperditions sur le sol).

Pour les sous-sols non chauffés semi-enterrés et non-enterrés, le calcul des déperditions se fait avec un coefficient U_{pb} .

La valeur de U de l'isolant par défaut est déterminée en fonction de l'année de construction, de la zone climatique, et du type d'énergie produisant le chauffage.

Dans le cas d'une isolation connue, les valeurs des lambdas pris en compte dans CAP RENOV+ proviennent de PACTE/RAGE et de sources bibliographiques : notamment La conception bioclimatique, Courgey S., Oliva J-P., 2008. L'utilisateur a la possibilité de saisir l'année de l'isolation et l'épaisseur de l'isolant. Le choix de l'année de l'isolation impacte le lambda de l'isolant pris en compte dans CAP RENOV+.

La technique d'isolation du plancher bas prise en compte par défaut dans CAP RENOV+ est l'isolation thermique par l'intérieur.

Les résistances superficielles sont incluses dans la résistance thermique de la paroi affichée dans CAP RENOV+.

Ponts thermiques

Ponts thermiques linéiques des parois

Les valeurs des ponts thermiques sont issues de la méthode 3CL-2021.

*Conformément à la méthode, les ponts thermiques liés aux structures légères (bois ou autre) sont négligés.
Cas particulier, les ponts thermiques des terrasses en structure légère sont pris en compte dans les déperditions.*

Le gros-œuvre des refends est identique au gros-œuvre des murs principaux :

- Dans le cas de deux types de murs, c'est le gros-œuvre du type de mur majoritaire qui est retenu.
Dans le cas de deux types de murs avec un ratio 50/50, c'est le gros œuvre avec l'inertie la plus lourde qui est retenu.

Ponts thermiques linéiques des menuiseries

Les ponts thermiques des menuiseries sont pris en compte pour toutes les menuiseries sauf pour les fenêtres de toit. Le type de pose de fenêtres n'étant pas modifiable par l'utilisateur, nous avons choisi par défaut ce type de pose pour le calcul des ponts thermiques :

- Au nu intérieur
- Sans retour d'isolant

La largeur du dormant de la menuiserie prise en compte dans CAP RENOV+ et non modifiable par l'utilisateur est :

- Simple vitrage : 5 cm
- Autre : 10 cm

Conformément à la méthode, les ponts thermiques au niveau des seuils de portes, de baies et de portes-fenêtres ne sont pas pris en compte car considérés comme négligeables.

Déperditions par renouvellement d'air

Les données utilisées dans les calculs proviennent de la méthode 3CL-2021. Les déperditions par renouvellement d'air dépendent de l'étanchéité à l'air du bâtiment (valeur Q4).

La valeur par défaut proposée par CAP RENOV+, est estimée en fonction :

- Du type (appartement/maison)
- De l'année de construction
- De l'existence d'une isolation des murs et/ou des plafonds.
- Du nombre de façades exposées

Une façade exposée est une façade donnant sur l'extérieur ou mitoyenne à moins de 25%.

Les VMC par insufflation sont traitées comme des VMC simple flux autoréglables et avec les mêmes caractéristiques selon les années d'installation.

Déperditions totales de la construction

La méthode de calcul 3CL-2021 donne le résultat des déperditions de l'enveloppe sous la forme d'un coefficient GV, exprimé en Watt/Kelvin.

Le calcul des déperditions de l'enveloppe est le suivant : $GV = DP_{\text{mur}} + DP_{\text{plancher bas}} + DP_{\text{plancher haut}} + DP_{\text{menuiserie}} + PT + DR$

Avec :

- PT : déperditions par les ponts thermiques
- DR : déperditions par le renouvellement de l'air
- DP paroi : déperdition par les parois (murs/plancher haut/plancher bas/menuiseries).

Pour afficher le résultat des déperditions de l'enveloppe en Watt, dans la partie « déperditions de la construction » du bilan, CAP RENOV+ applique au coefficient GV un delta T° global avec $\Delta T^{\circ} \text{ global} = \text{Température intérieure de consigne} - \text{Température extérieure de base}$

Les déperditions affichées dans la page « Bilan avant travaux » et dans le rapport PDF sont calculées à l'aide :

- De la température intérieure de consigne de 19°C
- De la température extérieure de base de la norme EN12831-1.

Les déperditions affichées dans le fichier d'export CSV sont calculées avec la température extérieure de base de la norme EN12831-1 et avec une température intérieure de consigne :

- Pour la colonne « personnalisé », avec **la température de consigne saisie par l'utilisateur** dans CapRenov.
- Pour la colonne « conventionnel » avec **la température intérieure de consigne de 19°C**
- Pour la colonne « dépensier » avec **la température intérieure de consigne de 21°C**

Masques solaires

Les données suivantes proviennent de la méthode 3CL-2021 :

- Le facteur solaire des menuiseries (S_w)
- Le facteur d'ensoleillement :
 - o Les masques proches ne sont pas encore intégrés dans CAP RENOV+
 - o Les masques lointains sont considérés comme homogènes.

Ces données sont utilisées pour calculer la surface sud équivalente, c'est à dire la surface de paroi, fictive, verticale, exposée au sud, totalement transparente et sans ombrage.

Usage du logement

La **méthode 3CL** est une méthode ne prenant pas en compte l'occupation réelle mais prenant en compte des **hypothèses standardisées d'occupation**.

Les **données d'occupation saisies par l'utilisateur** sont utilisées **uniquement pour les calculs économiques**, et ne modifient pas les résultats conventionnels.

Consigne de chauffage

La consigne de chauffage prise en compte dans le **calcul de l'étiquette énergétique (méthode 3CL)** est de 19°C, réduite de 3°C pendant la journée, en semaine.

Consigne de rafraîchissement

La température de consigne de rafraîchissement est de 28°C pour les calculs conventionnels.

Occupation du logement

Le **scénario conventionnel (calcul de l'étiquette - méthode 3CL)** d'occupation hebdomadaire des logements est le suivant :

- De 0h à 9h et de 17h à 24h avec une période de sommeil allant de 0h et de 6h et de 22h à 24h les lundi, mardi, jeudi et vendredi
- De 0h à 9h et de 13h à 24h avec une période de sommeil allant de 0h à 6h et de 22h à 24h le mercredi
- De 0h à 24h les samedi et dimanche avec une période de sommeil allant de 0h à 6h et de 22h à 24h

Soit sur une semaine :

- 132h d'occupation dont 56h de sommeil
- 36h d'inoccupation

La 3CL prend en compte une inoccupation (vacances) de 7 jours en décembre (dernière semaine) pendant la période de chauffe.

Apports internes

Occupants

La méthode 3CL-2021 considère un apport de chaleur de **90W par « adulte équivalent »**. Le nombre « d'adultes équivalent » est calculé en fonction de la surface habitable.

Les apports dues aux occupants sont calculés pour **une présence dans le logement de 132h par semaine** (cf paragraphe usage ci-dessus).

Pertes récupérées de chauffage

Les pertes récupérables du générateur de chauffage sont calculées pour déterminer le besoin de chauffage. Elles sont calculées selon le nombre d'heures de chauffage mensuel (N_{ref}) correspondant à la saison de chauffe et déduites du besoin de chauffage.

Pertes récupérées d'ECS

Les pertes récupérables liées à la distribution et au stockage de l'ECS sont calculées pour déterminer le besoin de chauffage. Elles sont, elles aussi calculées selon la durée de la saison de chauffage à l'aide du nombre d'heures de chauffage mensuel (Nref).

Eclairage

La puissance en fonctionnement de l'éclairage sont fixés conventionnellement à 1,4W/m².

Pour le calcul des apports internes liés à l'éclairage une valeur moyenne annuelle (unique pour toutes les zones climatiques) est utilisée soit 2123 h (1 an = 8760 h).

Ce nombre d'heure est déterminé à partir des heures de lever et de coucher du soleil croisées avec les heures d'occupation où l'éclairage peut être nécessaire. Il en ressort pour chaque zone climatique et pour chaque mois le nombre moyen d'heure d'éclairage journalier.

Les moyennes annuelles calculées par zones climatiques permettent de déterminer **une moyenne nationale (2123h) utilisée ensuite pour calculer un ratio de 0,34W/m².**

$$1,4W/m^2 \times \frac{2123h}{8760h} = 0,34W/m^2$$

Consommation de chauffage

Les consommations de chauffage sont calculées selon deux méthodes de calcul :

- **La méthode 3CL-2021** pour tous les résultats conventionnels (classe énergétique, gain en énergie primaire...)
- **La méthode personnalisée** pour tous les calculs économiques (estimation des dépenses en euros)

Des données sont communes aux deux méthodes de calcul :

- Les rendements d'installation de chauffage
- Le rendement global des générateurs émetteurs
- Le facteur de couverture solaire pour le chauffage qui dépend de la zone climatique.
- Les coefficients de conversion PCS/PCI.

Des données et des boucles de calcul diffèrent entre les deux méthodes de calcul :

- La puissance nominale du générateur de chauffage
- La part des besoins de chauffage pris en charge entre générateur principal et appoint.
- La récupération des pertes

Données et calculs communs (3CL-2021 et calculs en euros)

Rendements des installations (rendement de génération)

Les rendements des installations de chauffage à combustion à eau chaude diffèrent suivant la température de départ, l'année et le type de l'émetteur. Si l'année est inconnue de l'utilisateur alors l'année de construction du bâtiment est utilisée.

Cette donnée permet de déterminer la **température moyenne de fonctionnement** de la chaudière et intervient dans le calcul du rendement de génération.

Dans le cas de la présence d'une régulation sur la chaudière (modulation directe de la puissance du brûleur) la température moyenne de fonctionnement est variable en fonction de la charge de la chaudière.

Dans ce cas la température de fonctionnement sera plus faible pour une charge partielle de la chaudière. Cela permet donc de réduire les pertes et d'augmenter le rendement global de génération.

Les calculs des rendements de génération sont effectués en PCS. Dans les équations pour le calcul du rendement de génération, ils sont donc convertis en PCS (en les divisant par le coefficient PCS/PCI). L'étiquette Cep exprimant les consommations en kWh PCI, les rendements de génération calculés en PCS sont ensuite convertis en PCI pour leur calcul.

Les rendements des installations de chauffage à combustion de type insert et poêles sont des valeurs tabulées par défaut définies dans la 3CL 2021 en fonction de :

- Le type d'appareil (poêle à granulés/appareils à bûches/appareils fioul ou charbon).
- L'année de l'appareil
- La présence ou l'absence de label flamme verte de l'appareil (bois uniquement)

La modification par l'utilisateur, dans CapRenov, des rendements de ces types d'appareils est prise en compte uniquement pour le calcul personnalisé (calcul en euros).

Les rendements de génération par défaut des pompes à chaleur sont issus de valeurs tabulées définies directement par la méthode de calcul 3CL 2021 à partir de ;

- La zone climatique
- L'année de la PAC
- Le type de PAC (air/air ou air/eau ou eau/eau ou eau glycolées/eau – ou géothermie).

Le SCOP ou COP (avant 2008) réel peut-être saisi s'il est justifié (données issues du fabricant et certifiées).

Dans le cas où plusieurs émetteurs sont reliés à la pompe à chaleur, le COP/SCOP le plus défavorable sera utilisé pour le calcul d'Ich (inverse du rendement de l'installation).

Données et calculs spécifiques (3CL ou calcul en euros).

Part des besoins pris en charge

La méthode 3CL-2021 indique des ratios de couverture des besoins de chauffage **forfaitaire** en fonction des systèmes de chauffage présents dans le logement.

Si l'installation de chauffage possède plusieurs zones (A et B) :

- Ratio zone A : surface chauffée par la zone A / Surface habitable
- Ratio zone B : surface chauffée par la zone B / Surface habitable

Si l'installation de chauffage possède un insert ou poêle bois en appoint :

- Ratio du système de chauffage principal : 75%
- Ratio de l'insert ou du poêle bois : 25%

Si l'installation de chauffage principal comporte un insert, poêle bois (ou biomasse) et un chauffage électrique dans la salle de bain :

- Ratio de l'insert ou du poêle bois : 90%
- Ratio du chauffage électrique dans la salle de bain : 10%

Si l'installation de chauffage possède en appoint un insert ou poêle bois et un chauffage électrique dans la salle de bain :

- Ratio du système de chauffage principal : 75% x 90%
- Ratio de l'insert ou du poêle bois : 25% x 90%
- Ratio du chauffage électrique dans la salle de bain : 10%

Le taux de couverture (en %) saisie est utilisé uniquement pour le calcul en euros. Pour les calculs liés à l'étiquette énergétique, les valeurs forfaitaires de la 3CL 2021 présentées sont utilisées.

Puissance nominale par défaut (en existant)

La puissance nominale est calculée selon la méthode 3CL-2021 pour la détermination de la puissance par défaut du générateur (existant).

Les variables intervenantes dans la définition de la puissance nominale par défaut sont :

- la température de base de la méthode 3CL-2021 (différentes de la température de base de la EN 12831-1)
- le type de générateur et son année
- la puissance nécessaire pour la production de chauffage
- la puissance nécessaire pour la production d'ECS dans le cas où le générateur assure la production d'ECS

La puissance nominale version 3CL-2021 est une donnée tabulée en fonction de la puissance maximale calculée (cf ci-dessus) pour le chauffage et l'ECS (soit la puissance de dimensionnement= P_{dim})

	CHAUDIERES MURALES INSTALLEES avant 2005 ou chaudières sur sol	CHAUDIERES MURALES INSTALLEES à partir de 2006
P_{dim} (kW)	P_n (kW)	P_n (kW)
≤ 5	18	5
$5 < \leq 10$	18	10
$10 < \leq 13$	18	13
$13 < \leq 18$	18	18
$18 < \leq 24$	24	24
$24 < \leq 28$	28	28
$28 < \leq 32$	32	32
$32 < \leq 40$	40	40
$40 <$	$\left(\text{Partie entière} \left(\frac{P_{dim}}{5} \right) + 1 \right) * 5$	

Puissance nominale par défaut (en rénovation)

En rénovation, le calcul de la puissance nominale par défaut correspond à un prédimensionnement de la puissance de chauffage.

Le calcul est réalisé à partir :

- De la température extérieure de base de la EN12831-1 (par département) plutôt que la température de la 3CL 2021 (zones climatiques).
- Des déperditions totales de la construction
- D'une surpuissance de relance (coefficient multiplicateur de 1,2)
- D'une surpuissance prenant en compte les pertes du réseau et le positionnement des radiateurs (coefficient de perte de 0,9).

En rénovation, une chaudière produisant de l'ECS en instantané aura une puissance nominale minimale par défaut de 21kW.

Besoin en eau chaude sanitaire

Comme le stipule la méthode 3CL-2021, les calculs conventionnels prennent en compte un nombre d'adultes équivalent pour déterminer le besoin en ECS avec :

- Pour un comportement conventionnel 56L d'eau chaude à 40°C/jour/personne.
- Pour un comportement dépensier 79L d'eau chaude à 40°C/jour/personne.

La température moyenne de l'eau froide dépend de la zone climatique et de l'altitude du logement. Une absence d'une semaine est prise en compte.

Consommation d'eau chaude sanitaire

Les données suivantes proviennent de la méthode 3CL-2021 :

- La puissance nominale par défaut du générateur de production d'eau chaude sanitaire
- Les rendements de production d'eau chaude sanitaire (Rg, Re, Rd, Rs)
- Le facteur de couverture solaire pour la production d'eau chaude sanitaire qui dépend de la zone climatique.

La méthode de calcul 3CL 2021 ne prends pas en compte la présence d'appoint (électrique ou autre) pour les générateurs ECS au bois (chaudière bois et poêle bûilleur).

Part des besoins pris en charge

Les consommations d'eau chaude sanitaire sont calculées pour :

- Le scénario conventionnel avec un volume d'eau chaude de 56 L/J.pers équivalente
- Le scénario dépensier avec un volume d'eau chaude de 79 L/J. pers. équivalente.
- Le scénario personnalisé avec un volume d'eau correspondant aux besoins des occupants en fonction de leur nombre et de leur pratique.

Rendements

Rendements des générateurs thermodynamiques

Le rendement global (Rg) et la performance des ballons (Rs) des systèmes thermodynamiques est porté par le COP. Il est modifiable directement dans CapRenov+ par l'utilisateur à partir de la documentation des fournisseurs. La valeur par défaut est issue de la 3CL 2021 à partir de valeurs tabulées selon :

- La zone climatique
- L'année
- Le type d'appareil (sur extérieur ou ambiant/sur air extrait/PAC double service).

Rendements de distribution (Rd)

Les rendements de distribution dépendent de la contiguïté des pièces alimentées par la production d'eau chaude. Dans tous les cas CAP RENOV prend en compte que les pièces alimentées sont "non contiguës" .

Besoin de froid

Le besoin de froid prend en compte :

- Les apports internes (calcul identique au besoin de chauffage)
- Les apports solaires (calcul identique au besoin de chauffage)
- Les déperditions (coefficient GV)
- Le nombre d'heures de climatisation (Nref)

Les méthodes de calcul du besoin de climatisation sont différentes pour le calcul de l'étiquette et pour le calcul en euros (estimations des factures énergétiques).

Pour le calcul de l'étiquette, le besoin de froid est calculé selon la 3CL 2021, au pas de temps mensuel puis annualisé. Les données météo correspondent aux annexes de la méthode de calcul 3CL 2021 (Ensoleillement et température extérieure moyennes).

Pour les calculs en euros, le besoin de froid est calculée selon la même méthode que la 3CL 2021 mais au pas de temps horaire. Le résultat horaire est ensuite mensualisé puis annualisé pour le calcul des consommations de climatisation. Les données météo proviennent des fichiers météo horaires (voir partie données météo) transformés en fonction de l'altitude.

Le besoin de froid est calculé pour le logement entier puis proratisé en fonction de la surface réellement climatisée.

Consommations de climatisation

Les consommations de climatisation sont calculées à partir du besoin de chauffage annuel et en fonction de la performance de l'installation (EER ou SEER)

Le coefficient d'efficacité énergétique par défaut est une valeur tabulée issue de la méthode 3CL 2021 selon

- La zone climatique
- L'année.

Dans CapRenov+ le EER ou SEER peut-être saisi directement par l'utilisateur à partir des documentations des fabricants.

Consommation des auxiliaires

La méthode 3CL-2021 prend en compte les consommations des auxiliaires pour les :

- Auxiliaires de ventilation
- Auxiliaires de génération de chauffage
- Auxiliaires de distribution de chauffage
- Auxiliaires de génération d'eau chaude sanitaire

Les consommations des auxiliaires de distribution pour une installation d'ECS individuelle sont nulles (pas de bouclage ECS).

Pour les installations avec une production par pompe à chaleur (chauffage et/ou ECS), les consommations des auxiliaires de génération sont prises en compte directement dans le SCOP (ou COP).

Pour les installations de refroidissement, les consommations des auxiliaires de génération sont prises en compte directement dans le SEER (ou EER).

Consommation d'éclairage

Les données suivantes proviennent de la méthode 3CL-2021 :

- Le nombre moyen d'heures d'éclairage par mois (dépendant de la zone climatique)
- Le coefficient du taux d'utilisation de l'éclairage en l'absence d'éclairage naturel (0,9)
- La puissance d'éclairage conventionnelle (1,4W/m²)

La saisie des zones et des équipements d'éclairage sert uniquement pour les calculs en euros.

Consommation des appareils spécifiques

La méthode 3CL-2021 prend en compte 5 usages.

La consommation des appareils spécifiques n'est pas prise en compte dans le calcul de l'étiquette énergie. La partie « équipements électriques » présente dans CAP RENOV+ sert uniquement pour les calculs en euros.

Les puissances prises en compte dans le calcul des consommations des appareils spécifiques proviennent de différentes sources dont l'ADEME, l'ALEC-Montpellier et Engie.

Conversion des énergies

CAP RENOV+ utilise les facteurs de conversion kWh-unités de combustible issus de l'arrêté du 15 septembre 2006 :

https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=03ECC875980A3D27BF8635D9F26F864F.tplgfr27s_1?cidTexte=JORFTEXT000000788395&dateTexte=20200414

Etiquette Cep

CAP RENOV+ utilise les facteurs de conversion de l'énergie finale (exprimée en PCI) en énergie primaire issus de l'annexe 3 de l'arrêté du 31 mars 2021 :

<https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=doxMrRrOwbJfJVvtWjfDP4qE7zNsiFZL-4wqNyqoY-CA=>

Etiquette GES

CAP RENOV+ utilise les facteurs de conversion kWh-kgEqCO₂ issus de l'annexe 4 de l'arrêté du 31 mars 2021 : <https://www.legifrance.gouv.fr/download/pdf?id=doxMrRrOwbJfJVvtWjfDP4qE7zNsiFZL-4wqNyqoY-CA=>

L'expression des émissions de gaz à effet de serre en nombre de kilomètres parcourus en voiture est issue de l'annexe 6 de ce même arrêté du 31 mars 2021.

Estimation des économies d'énergie

La jauge "économie d'énergies" représente le gain par rapport à la consommation existante calculé sur la **base de 5 usages conventionnel en énergie primaire** conformément à l'étiquette énergie.

Estimation du gain de confort

La jauge "confort" est une estimation par rapport au gain sur l'ambiance thermique du logement mais également aux gains sur l'usage de la solution par rapport à l'existant.

Bilan économique

Coûts estimés des travaux

Les coûts des travaux sont sujets à de fortes variations régionales et à d'importants écarts en fonction des offres de chaque entreprise.

Le but est avant tout d'apporter des ordres de grandeurs de coûts par défaut. L'utilisateur peut ensuite personnaliser les coûts de chaque poste de travaux. L'utilisateur peut aussi désactiver la fonction de pré-remplissage des prix.

La base de solutions de CAP RENOV+ est alimentée à partir des documentations et catalogues des fabricants ainsi qu'à l'aide d'outil de chiffrage (Batichiffrage/Batiprix par exemple).

Prix des énergies et factures d'énergie

Les prix des énergies ne sont pas personnalisables par les utilisateurs.

Les prix des énergies sont actualisés tous les mois. Les valeurs utilisées sont une moyenne glissante sur 12 mois pour lisser les effets saisonniers.

Les sources utilisées sont :

- Base Pégase
- Commission de régulation de l'énergie
- Centre d'Etudes de l'Economie du Bois

Les factures réelles peuvent être renseignées par énergie et utilisées pour les projections économiques des scénarios.

Les consommations affichées dans la carte « Facture » sont en PCS.

Dans le cas où l'utilisateur choisi d'utiliser les factures réelles, le calcul des projections économiques (scénarios de rénovation) utilisera un ratio représentant la différence entre les factures calculées et les factures réelles pour une même énergie.

Dépenses d'énergie cumulées et temps de retour sur investissement

Taux d'inflation et temps de retour

Les dépenses cumulées sont calculées sur la base des consommations d'énergie du scénario conventionnel ou personnalisé selon le choix de prendre en compte, ou non les factures réelles d'énergie pour calculer les projections économiques (cf ci-dessus).

Le calcul prend en compte le taux d'inflation de chaque énergie. Le taux d'inflation par défaut est la moyenne de l'évolution du prix des énergies sur les 20 dernières années. Il peut être modifié pour chaque scénario

Le temps de retour sur investissement définit l'année à partir de laquelle la somme du coût de financement (coût des travaux + coût des emprunts – aides financières) et des dépenses d'énergie cumulées est inférieure au montant des dépenses cumulées en existant.

Au-delà de 30 ans, le temps de retour sur investissement est présenté avec la mention « infini ».

Scénario climat

Les projections économiques peuvent être calculées soit pour un climat conventionnel soit pour un climat prenant en compte les impacts du changement climatique (voir paragraphe « données météo »).

Pour estimer les impacts du changement climatique sur les températures de l'air dans les prochaines décennies en France métropolitaine, nous avons utilisé les données présentées dans le volume 4 du rapport de la Direction générale de l'Énergie et du Climat « Le climat de la France au XXI^e siècle, édition 2014 » (2). Ce rapport est lui-même basé sur le rapport (3) du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) de 2013.

Module « Radiateurs par pièce »

Contexte d'usage, cible et périmètre

Le module « Radiateurs par pièce » est accessible à tous les utilisateurs de CAP RENOV+. Ce module est inclus dans la licence CAP RENOV+.

Finalité du module :

- S'assurer du bon dimensionnement des radiateurs à eau chaude.
- Optimiser la température au départ du générateur et par conséquent, la performance du système

L'intérêt de réaliser ce dimensionnement est double pour les entreprises : optimiser une offre en proposant de conserver certains anciens radiateurs quand cela est possible, et garder la main sur le nombre, le modèle et les caractéristiques des radiateurs à poser.

Méthode de calculs et sources des données

La simulation d'un dimensionnement « Radiateurs par pièce » se fait à partir d'un scénario de rénovation d'une simulation CAP RENOV+. Le scénario de référence doit comporter un réseau de radiateurs hydrauliques.

Le module « Radiateurs par pièce » a été développé à partir de données consolidées (association Energies Avenir et données fabricants) et de la norme NF EN 442.

Calcul des déperditions de la pièce

Le calcul de déperdition est réalisé de manière identique que dans CAP RENOV+ (méthode 3CL 2021). La température de base utilisée est celle de la EN12831-1.

Température de confort

Cette donnée est reprise de la simulation de base de CAP RENOV+ (partie personnalisée). Il n'est actuellement pas possible de paramétrer cette donnée à l'échelle de la pièce.

Calcul de la puissance de chauffe des radiateurs

La détermination de la puissance de chauffe d'un radiateur est réalisée selon les valeurs types issues du [«guide de dimensionnement des radiateurs à eau chaude»](#) de l'association « énergie et avenir » et selon la méthode décrite dans la NF EN 442 (Radiateurs et convecteurs - Partie 1 : spécifications et exigences techniques).

Une pièce peut comporter jusqu'à 4 radiateurs maximum.

Calcul de la puissance de chauffage nécessaire

La puissance nécessaire est déterminée à l'aide des déperditions et de deux coefficients fixe :

- Le coefficient de surdimensionnement à 1,2
- Le rendement d'émission à 0,9 (donc 10% de surpuissance supplémentaire).

Calcul du taux de couverture

Le taux de couverture est défini comme le rapport entre la puissance de tous les radiateurs présents dans la pièce et la puissance de chauffage nécessaire dans la pièce.

Conclusion

CAP RENOV+ utilise plusieurs méthodes de calcul (conventionnelle et comportementale) afin de répondre à de multiples interrogations des utilisateurs ou de leurs clients :

- Où se trouvent les défauts de mon logement ?
- Quels travaux sont les plus efficaces ?
- Combien je vais payer de chauffage après les travaux ?
- Est-ce que je vais gagner en confort ?
- Quelles sont les aides auxquelles le projet est éligible et pour quel montant ?

Le calcul de consommations conventionnelles se base sur la méthode 3CL-2021.

Les données qui alimentent les calculs proviennent soit :

- De la méthode 3CL
- Du CSTB ou du programme PACTE/RAGE,
- De l'ADEME
- De normes européennes
- De données saisies manuellement par l'utilisateur
- Soit, plus à la marge, d'acteurs reconnus dans leur domaine.

L'équilibre permanent entre la nécessaire précision et fiabilité des résultats et la nécessité de remplir facilement et rapidement les données est au cœur de la démarche de CAP RENOV+.

Le rôle pédagogique de l'interface est une préoccupation constante dans le développement des fonctionnalités de l'application. CAP RENOV+ constitue un catalyseur dans la prise de décision de travaux de rénovation en alliant l'information sur les solutions et la quantification des gains potentiels.

Les aides financières nationales et locales sont intégrées avec une information sur l'éligibilité, la gestion des règles de cumul et le calcul du montant des aides.