



Centre d'Expertise des Techniques de l'Infrastructure de la Défense

GUIDE TECHNIQUE



Approuvée par la note n° 500923/ARM/SGA/CETID/DOTI/PTTE du 27/03/2024

Rédigé par CETID/DOTI/PTTE

Rénovation thermique des bâtiments existants du MINARM Relevant des réglementations thermiques pour l'existant

Version 1
Mars 2024

Le présent guide a pour but de définir les dispositions à prendre en compte afin de répondre aux différentes réglementations thermiques en vigueur à ce jour.



MINISTÈRE
DES ARMÉES



Secrétariat général pour l'administration

SERVICE D'INFRASTRUCTURE
DE LA DÉFENSE



Tous droits réservés CETID

HISTORIQUE DES MISES A JOUR

Les mises à jour répertoriées ci-dessous se réfèrent à _____ approuvée par _____ n° ____ du ____.

Indice de modif.	Objet	Date de mise à jour	Paragraphe modifié	Paragraphe ajouté	Paragraphe supprimé

Table des matières

ABRÉVIATIONS	4
1 Introduction	6
2 Références	7
3 Sélection du type de rénovation thermique	9
3.1 Eligibilité du bâtiment	9
3.2 Définitions des rénovations	9
3.3 Sélection du type de rénovation	10
4 FICHE N°2 : EXIGENCES SID IMPOSÉES POUR UNE RENOVATION LEGERE	11
4.1 Contexte	11
4.2 Bouquet de travaux.....	12
4.3 Exigences minimales demandés.....	13
5 FICHE N°3 : EXIGENCES SID IMPOSEES POUR UNE RENOVATION LOURDE	15
5.1 Exigences de moyens	15
5.2 Exigences de résultats	16
5.3 Calendrier	21
5.4 Types d'usages	22
5.5 Catégories d'usages	23
5.6 Détermination des usages d'un bâtiment.....	24
5.7 Classification des bâtiments vis à vis des scénarios d'usages	25
6 FICHE N°4 : GRANDS PRINCIPES DE LA REGLEMENTATION	32
6.1 RT élément par élément	32
6.2 RT globale	33
6.3 Diagnostic de Performance Energétique	34
6.4 Label BBC rénovation.....	35
6.5 Décret tertiaire.....	36
6.6 Décret BACS (Building Automation and Control System).....	38
6.7 Qualité d'Air Intérieur (QAI)	39
7 FICHE N°5 : EXEMPLES	41
7.1 Hypothèses initiales.....	41
7.2 Critère de sélection du bâtiment : la consommation énergétique du bâtiment	41
7.3 Exemple n°1 : Logement collectifs	42
7.4 Exemple n°2 : Bâtiment tertiaire	44
7.5 Estimation du coût.....	45

ABRÉVIATIONS

Sigles	Définitions
ANRU (zone)	Zone définie par l'Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine
APD	Avant-Projet Détaillé
APS	Avant-Projet Sommaire
AVP	Avant-projet (comprend l'APS et l'APD)
CIRFA	Centre d'information et de recrutement des forces armées
Cep	Consommation conventionnelle d'énergie primaire
Cef	Consommation conventionnelle d'énergie finale
CETID	Centre d'expertise des techniques de l'infrastructure de la Défense
CMU	Centre médical unique
CMA	Centre médical des armées
CO	Conduite d'opération
COP	Coefficient de performance
CVC	Chauffage, ventilation, climatisation
DAMS	Dépôt d'armes et de munitions spéciales
DCE	Dossier de consultation des entreprises
DCSID	Direction centrale du service d'infrastructure de la Défense
DH	Degrés-Heures
DOE	Dossier des ouvrages exécutés
DP	Déclaration préalable
DPE	Diagnostic de performance énergétique
ECS	Eau chaude sanitaire
EER	Energy Efficiency ratio
EIC NEB	Espace d'instruction collective, numérisation de l'espace de bataille
EIF	Etude initiale de faisabilité
EnR	Energie renouvelable
EXE	Phase d'exécution des travaux
FOD	Fuel domestique
GTC	Gestion technique centralisée
GTP	Gestion technique du patrimoine
kWh _{ep}	kWh d'énergie primaire
kWh _{ef}	kWh d'énergie finale
MinArm	Ministère des Armées
Moe	Maîtrise d'œuvre

Sigles	Définitions
NTI	Niveau technique d'intervention
PAC	Pompe à chaleur
PC	Permis de construire
PRO	Projet de marché
REC	Réception des travaux
RT « élt./élt. »	Réglementation thermique existant « élément par élément »
RTglob	Réglementation thermique globale
RT2012	Réglementation thermique 2012
SCOP	Seasonnal Coefficient of performance
SEER	Seasonnal Energy Efficiency Ratio
SDE	Schéma directeur Energie
SID	Service d'Infrastructure de la Défense
SIMU	Service interarmées des munitions
SITTAL	Simulateur d'instruction technique du tir aux armes légères
SHAB	Surface Habitable
SHON	Surface Hors Œuvre Nette
SMPE	Stratégie ministérielle de performance énergétique
STD	Simulation thermique dynamique
SED	Simulation Energétique dynamique
Tic	Température intérieure conventionnelle
TO	Technico-opérationnel

1 Introduction

L'Union Européenne a fixé, dans le pack énergie climat, trois objectifs pour 2030 : réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) d'au moins 40 % par rapport aux niveaux de 1990, porter la part des énergies renouvelables à au moins 27 % et réduire de 27 % la consommation d'énergie. Afin de répondre à ces objectifs, la France a décliné ces objectifs sous la forme de dispositions réglementaires inscrites aux Codes de l'Environnement, de la Construction et de l'Habitation (CCH) et de l'Energie du droit français.

Depuis le 1^{er} janvier 2022, Le CCH a été mis à jour pour le parc tertiaire et résidentiel neuf passants d'une réglementation thermique 2012 à une Réglementation Environnementale 2020 (RE2020). Cette nouvelle réglementation prend en compte le bâtiment dans l'ensemble de son cycle de vie, afin de minimiser son empreinte énergétique et environnementale.

Cependant, chaque année, la part des constructions de bâtiments neufs ne concerne que 1% des travaux dans le bâtiment et 80% du parc de 2050 est déjà construit. La rénovation a donc une part importante à jouer dans les années à venir. De nombreux écrits (décret, arrêtés, ...) encadre la réglementation actuelle.

A cette fin et afin d'orienter les opérations de rénovation, le CETID a souhaité publier un guide fixant les exigences nécessaires à une rénovation. Ce guide issue d'un travail de synthèse permet d'avoir une vision globale des réglementations mais également une direction unique à suivre. Il est constitué sous forme de fiche.

Deux grandes familles de rénovation ont été retenues :

- La rénovation légère qui porte :
 - o Sur le remplacement de certains éléments du bâtiment ;
 - o Sur les bâtiments non pris en compte par la rénovation lourde;
- La rénovation lourde qui porte sur une rénovation complète du bâtiment.

La fiche de rénovation légère est sous la forme de tableau permettant, très rapidement, de définir les exigences minimales d'un élément du bâtiment (cloison, chaudière, VMC, ...). Cette fiche peut servir à la fois pour la rédaction de cahiers des charges mais également pour comparer les solutions techniques proposés par l'entreprise.

La fiche de rénovation lourde est structurée en deux parties fixant deux types d'objectifs :

- Objectif de moyen ;
- Objectif de résultat.



Point de vigilance : les dispositions du guide **s'appliquent à tous les bâtiments entrant dans le périmètre de compétence du SID** suivant les critères définis ci-après. Sur certaines emprises militaires, les opérations de constructions ne sont pas soumises à permis de construire ou à déclaration préalable (exemple des plates-formes aéronautiques). Dans ce cas particulier, la date de validation d'APS se substitue à la date de dépôt de demande de permis de construire ou de déclaration préalable.

2 Références

Code de la Construction et de l'Habitation

- Articles R. 131-25, R. 131-26 et R.131-28 du Code de la construction et de l'habitation. *Ces articles fixent les principes des mesures prévues pour les rénovations lourdes.*

RT globale

- Arrêté du 20 décembre 2007 relatif au coût de construction pris en compte pour déterminer la valeur du bâtiment, mentionné à l'article R. 131-26 du code de la construction et de l'habitation *Cet arrêté donne la valeur du coût de construction par m² pour déterminer la valeur hors foncier du bâtiment ;*
- Arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 m², lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants *Cet arrêté définit les exigences réglementaires applicables et le niveau de performance à atteindre pour la RT « globale » ;*
- Arrêté du 08 août 2008 portant approbation de la méthode de calcul Th-C-E ex prévue par l'arrêté du 13 juin 2008 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000 mètres carrés, lorsqu'ils font l'objet de travaux de rénovation importants. *Cet arrêté approuve la méthode réglementaire TH-C-E ex utilisée pour le calcul de la consommation conventionnelle d'énergie des bâtiments existants dans le cadre de la réglementation thermique des bâtiments existants.*

RT élément par élément

- Arrêté du 3 mai 2007 modifié par l'arrêté du 22 mars 2017 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.

Diagnostic de Performance Energétique (DPE)

- Arrêté du 31 mars 2021 relatif aux méthodes et procédures applicables au diagnostic de performance énergétique et aux logiciels l'établissant
- Arrêté du 31 mars 2021 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments ou parties de bâtiments à usage d'habitation en France métropolitaine
- Arrêté du 8 octobre 2021 modifiant la méthode de calcul et les modalités d'établissement du diagnostic de performance énergétique

Label BBC

- Arrêté du 03 octobre 2023 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label prévu à l'article R.171-7 du code de la construction et de l'habitation.

Décret tertiaire

- Décret n°2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire ;
- Arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire (dit arrêté « Méthode ») ;
- Arrêté du 24 novembre 2020 modifiant l'arrêté du 29 septembre 2021 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire (dit arrêté « Valeurs absolues I ») ;
- Décret n 2021-1271 du 29 septembre 2021 modifiant les articles R. 174-27 et R. 174-28 du code de la construction et de l'habitation relatifs aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire ;
- Arrêté du 29 septembre 2021 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire (dit arrêté « Report de délais ») ;
- Arrêté du 13 avril 2022 modifiant l'arrêté du 10 avril 2020 relatif aux obligations d'actions de réduction des consommations d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire (dit arrêté « Valeurs absolues II »).

Décret BACS

- Décret n° 2020-887 du 20 juillet 2020 relatif au système d'automatisation et de contrôle des bâtiments non résidentiels et à la régulation automatique de la chaleur.

Etude de faisabilité des approvisionnements en énergie

- Décret n°2013-979 du 30 octobre 2013 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie des bâtiments nouveaux ;
- Arrêté du 30 octobre 2013 modifiant l'arrêté du 18 décembre 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs et parties nouvelles de bâtiments et pour les rénovations de certains bâtiments existants en France métropolitaine ;
- Décret n°2007-363 du 19 mars 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie, aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique ;
- Arrêté du 18 décembre 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs et parties nouvelles de bâtiments et pour les rénovations de certains bâtiments existants en France métropolitaine.

Qualité de l'Air Intérieur (QAI)

- Décret n°2022-1689 du 27 décembre 2022 modifiant le code de l'environnement en matière de surveillance de la QAI ;
- Décret n°2022-1690 du 27 décembre 2022 relatif à l'évaluation des moyens d'aération et à la mesure des polluants effectuées au titre de la surveillance de la QAI.

3 Sélection du type de rénovation thermique

3.1 Eligibilité du bâtiment

La rénovation thermique des bâtiments s'applique à **tous les bâtiments**, hormis :

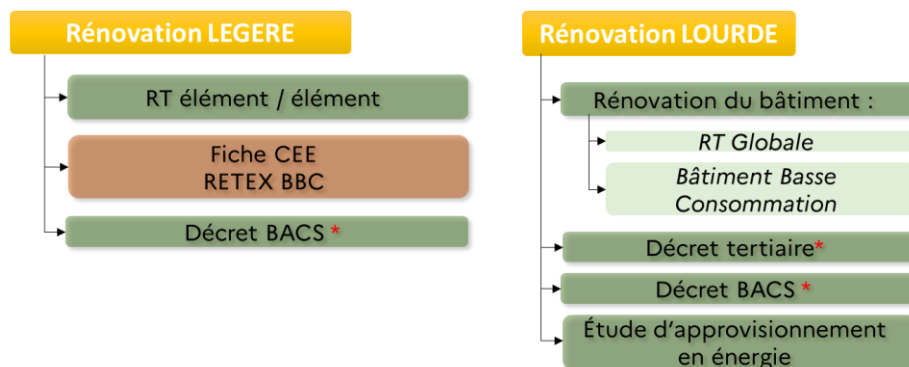
- Pour la rénovation légère :
 - Les bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes particulières liées à un usage autre que d'habitation, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air ;
 - Les bâtiments situés dans les départements d'outre-mer¹.
- Pour la rénovation lourde
 - Les bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes particulières liées à un usage autre que d'habitation, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air ;
 - Les bâtiments situés dans les départements d'outre-mer ;
 - Les bâtiments ou parties de bâtiments à usage agricole, artisanal ou industriel, autres que les locaux servant à l'habitation, dans lesquels le système de chauffage ou de refroidissement ou de production d'eau chaude pour l'occupation humaine produit une faible quantité d'énergie au regard de celle nécessaire aux activités économiques ;
 - Les bâtiments ou parties de bâtiments non chauffés, dans lesquels les seuls équipements fixes de chauffage sont des cheminées à foyer ouvert, et ne disposant pas de dispositif de refroidissement des locaux ;
 - Les bâtiments destinés à rester ouverts sur l'extérieur en fonctionnement habituel.

3.2 Définitions des rénovations

La réglementation encadrant la rénovation du parc existant est dense. Afin de simplifier la compréhension, le guide s'appuiera sur deux grandes familles de rénovation :

- La rénovation légère ;
- La rénovation lourde.

Le détail des réglementations par type de rénovation est détaillé dans le schéma ci-dessous :



*: Réglementation obligatoire

Figure 1: Famille de rénovation

Le choix du type de rénovation est défini précisément au paragraphe suivant.

¹ Voir guide sur l'amélioration de l'efficacité énergétique des installations de génie climatique Outre-mer, réf : n° 503854/SGA/SID/CETID/BETBO/SGCAI du 28/10/2016.

3.3 Sélection du type de rénovation

Le choix du type de rénovation se fait selon l'arbre décisionnel ci-dessous. Chaque rénovation est détaillée dans les fiches qui suivent.

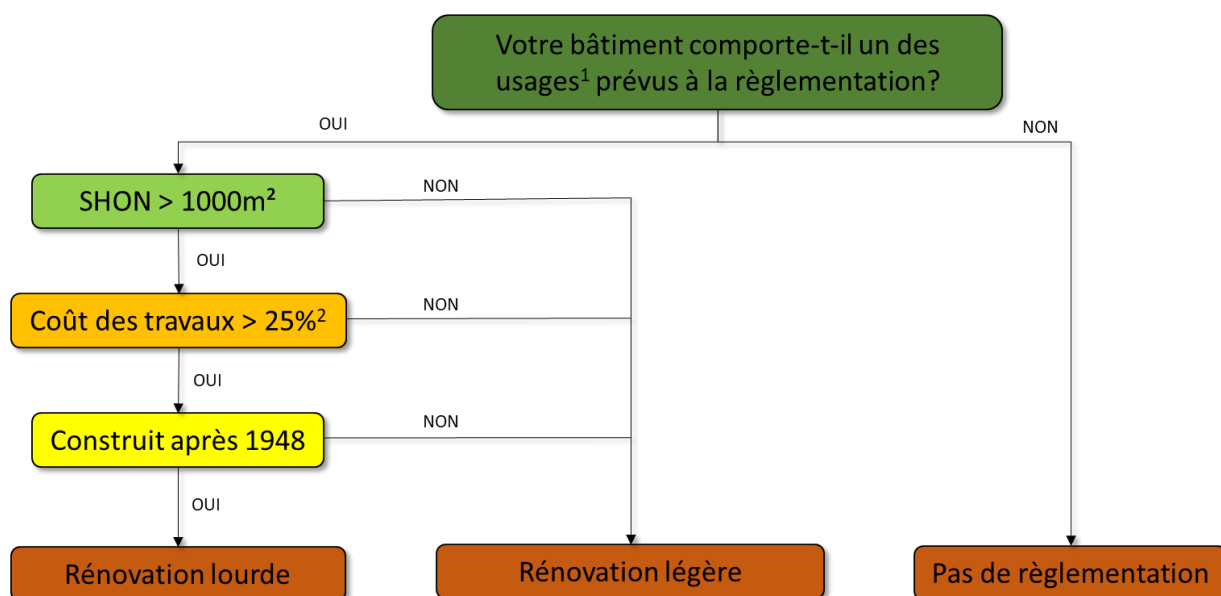


Figure 2: Choix de la rénovation



Point de vigilance : Si le bâtiment doit être rénové complètement mais qu'il ne rentre pas dans les critères d'une opération de rénovation lourde, il est considéré comme une rénovation légère et l'option bouquet de travaux sera mise en œuvre.

¹ Les usages sont définis dans la fiche n°3

² >25% du coût de la construction. Ces coûts sont actualisés par arrêté tous les ans

4 **FICHE N°2 : EXIGENCES SID IMPOSÉES POUR UNE RENOVATION LEGERE**

4.1 Contexte

La rénovation par élément permet de définir les **exigences minimales (EM)** à demander à l'entreprise lors de la rénovation d'un élément du bâtiment (enveloppe, système⁴,...). Ces exigences minimales peuvent servir de référence lors d'une opération de rénovation lourde.

Pour ce type de rénovation, un tableau de synthèse a été réalisé en analysant les caractéristiques demandées dans l'arrêté du 22 mars 2017, les CEE⁵ et les différents retours d'expériences⁶ des rénovations selon les exigences Bâtiments Basses Consommations.

Les performances minimales retenues prennent en compte les éléments suivants :

- Isolation des parois opaques ;
- Isolation des parois vitrées ;
- Chauffage ;
- Eau chaude sanitaire ;
- Refroidissement ;
- Ventilation mécanique ;
- Eclairage non résidentiel.



Point de vigilance : Les travaux doivent être cohérent avec le bâtiment. Ces travaux ne doivent pas engendrer un risque de pathologie du bâti.

Par exemple, le remplacement des fenêtres est lié à la ventilation du bâtiment :

- VMC simple flux : entrées d'air neuf à prévoir aux fenêtres ;
- VMC double flux : Pas d'entrées d'air neuf à prévoir aux fenêtres.

⁴ Est entendu par système tous les équipements assurant une fonction déterminé (chaufferie, panneaux solaire,...)

⁵ Les certificats d'économie d'énergie (CEE) ont été mis en place pour financer des travaux de rénovations énergétiques.

⁶ Recueilli sur le site internet de l'observatoire BBC.

4.2 Bouquet de travaux

Lorsque vous ne rentrez pas dans la définition d'une rénovation lourde mais que vous souhaitez rénover votre bâtiment, des bouquets de travaux sont à réaliser.

La notion de bouquet de travaux se définit par « un ensemble de travaux cohérent dont la réalisation simultanée apporte une amélioration de l'efficacité énergétique et environnemental du bâtiment ».

L'observatoire BBC distingue 7 lots détaillés ci-dessous :

- Lot n°1 : Isolation des murs ;
- Lot n°2 : Isolation de la toiture ;
- Lot n°3 : Isolation du plancher bas ;
- Lot n°4 : Remplacement des menuiseries ;
- Lot n°5 : Remplacement du système de ventilation ;
- Lot n°6 : Remplacement du système de chauffage ;
- Lot n°7 : Remplacement du système de production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS).

L'observatoire BBC a relevé que dans plus de 70% des cas, un bâtiment rénové comprend entre 6 à 7 lots. L'opération d'isolation doit être décomposée en trois phases **maximums** (cf : arrêté du 3 octobre 2023⁷ :). Ces trois phases doivent être planifiées dans le temps et avant le début des travaux. Il s'agit d'avoir une logique globale de rénovation, comme par exemple :

- Année N : Lots n° 1,2,4 et 5;
- Année N + 1 : Lots n° 6 et 7 ;
- Année N + 2 : Lot n°3 (si l'opération est réalisable).

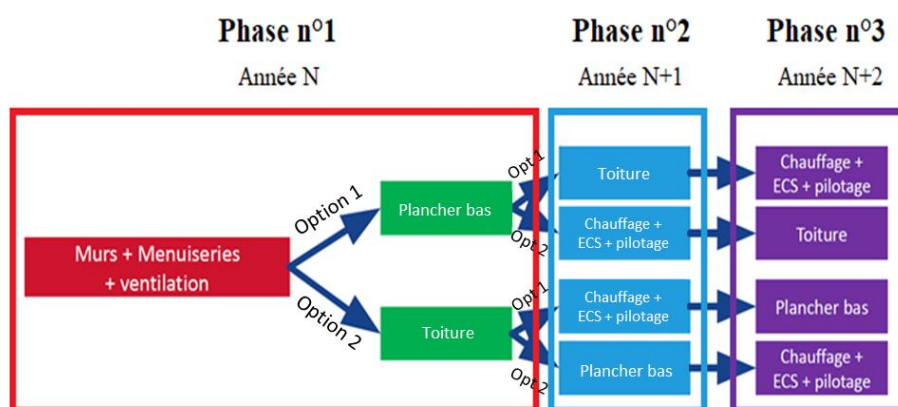


Figure 3: Exemple de décomposition en bouquet de travaux



Point de vigilance : Dans l'exemple ci-dessus, la phase n°2 (chauffage, ECS) est située entre deux phases d'isolations. Le fait d'avoir programmé ces trois phases dès la conception permet de dimensionner le chauffage au juste besoin (bâtiment complètement isolé). Ce bon dimensionnement pourra :

- Passer sous le seuil ICPE ;
- Diminuer la maintenance ;
- Diminuer le coût de l'investissement.

A retenir :

- **La rénovation doit être composée de 3 phases maximum ;**
- **Les 3 phases doivent être maîtrisées et planifiées avant le début des travaux ;**
- **Un bouquet de travaux est constitué par 6 à 7 lots ;**
- **Privilégier la rénovation de l'enveloppe avant la rénovation du système de chauffage.**

- ⁷ Arrêté du 03 octobre 2023 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label prévu à l'article R.171-7 du code de la construction et de l'habitation.

4.3 Exigences minimales demandées

Les exigences minimales à appliquer pour tout projet de rénovation légère sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1: Caractéristiques minimales rénovation par élément

Système		Désignation	Performance technique
BATI	Isolant	Paroi opaque	
		Résistance thermique de l'isolant: Murs en contact avec l'extérieur (y compris en contact avec un local non chauffé).	$R > 4,4 \text{ [K.m}^2/\text{W]}$
		Résistance thermique de l'isolant: Toitures terrasses.	$R > 6,5 \text{ [K.m}^2/\text{W]}$
		Résistance thermique de l'isolant: Planchers de combles perdus.	$R > 8,5 \text{ [K.m}^2/\text{W]}$
		Résistance thermique de l'isolant: Rampants de toiture.	$R > 7,5 \text{ [K.m}^2/\text{W]}$
		Résistance thermique de l'isolant: Planchers bas.	$R > 3 \text{ [K.m}^2/\text{W]}$
		Paroi vitrée	
		Coefficient de transmission thermique pour paroi vitrée	$U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2.\text{K}$ et $0,35 \leq S_w \geq 0,3$
SYSTÈMES	chaudières étanches/ sur conduit de fumée	Chauffage / refroidissement	
		Rendement minimal PCI à pleine charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 70 °C: - 20 kW < Puissance nominale (Pnom) < 400 kW - Pnom > 400 kW	$\eta > 88,5 + 1,5 \cdot \log(P_n)$ $\eta > 92,4 \%$
		Rendement minimal PCI à 30 % de charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 40 °C: - 20 kW < Puissance nominale (Pnom) < 400 kW - Pnom > 400 kW	$\eta > 88,5 + 1,5 \cdot \log(P_n)$ $\eta > 92,4 \%$
		Efficacité énergétique saisonnière (Ets) Chaudière à haute performance individuelle	> 90%
		Chaudière à haute performance collective: - Si Pnom < 70kW Alors l'efficacité énergétique saisonnière (Ets): - Si 70 kW < Pnom < 400kW Alors l'efficacité utile à Pnom= 100% et Pnom= 30%: - Si Pnom > 400kW Alors le rendement avec PCI à pleine charge et à 30%:	$\eta > 90\%$ $\eta > 87\%$ et $\eta > 95,5\%$ $\eta > 92\%$
	Chaudière bois	Chaudière biomasse individuelle Pnom < 20kW - efficacité énergétique saisonnière Pnom > 20kW - efficacité énergétique saisonnière	$\eta > 77\%$ $\eta > 79\%$
		Chaudière biomasse collective Pnom < 500kW efficacité énergétique saisonnière Pnom > 500kW rendement PCI à plein charge	$\eta > 83\%$ $\eta > 92\%$
		Remplacement ou installation de foyer fermé ou poêle pour Pnom < 300kW	$\eta > 65\%$
		Remplacement ou installation de poêle à granulés de puissance inférieur à 50kW	$\eta > 65\%$
		Remplacement ou installation de poêle à accumulation lente	$\eta > 65\%$

SYSTÈMES	PAC	Système Air/Air Performance si Pnom< 12kW -Energy Efficiency Ratio (EER) -Seasonal Coefficient of Performance (SCOP) -Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) Efficacité énergétique saisonnière (Etas) si Pnom> 12kW -En chauffage -En refroidissement Si l'installation est en toiture -En chauffage -En refroidissement	EER> 2,8 SCOP> 4,2 SEER> 6 η> 145% η> 250% η> 130% η> 150%
		Système Air/Eau; Eau/Eau Performance -EER Air/Eau -EER Eau/Eau Efficacité énergétique saisonnière (Etas) PAC AIR/EAU et EAU/EAU Si Pnom< 400kw -Moyenne et haute température -Basse température Si Pnom> 400kw -COP à la sortie de l'échangeur thermique intérieur de 35°C	EER> 2,6 EER> 3 η> 111% η> 126% COP> 3,4
		Efficacité énergétique saisonnière (Etas) pour PAC à absorption ou gaz AIR/EAU et EAU/EAU Pnom< 400kW -moyenne et haute Températures -Basse Température Pnom> 400kW -COP	η> 111% η> 126% COP> 1,3
	Isolation des réseaux	Isolation réseau hydraulique chauffage ou ECS	Classe 4
		Isolation réseau de chaleur Conductivité thermique λ [W/mK] Coefficient de perte thermique Umax [W/m²K]	λ<0,06 Défini dans le tableau 2
		Isolation des points singuliers d'un réseau	R> 1,5 à T° moyenne de 50°C R> 1 à T° moyenne de 100°C
		Récupération de chaleur sur eaux grises pour la production d'ECS	taux d'efficacité > 35%
	Ventilation		
	VMC	Auxiliaires de ventilation habitation	classe énergie B Pabspondéré< 0,25wthc/m³.h
		Auxiliaires de ventilation autre qu'habitation	Pabs< 0,3W/m³h
		VMC double flux	Classe énergie A rendement échangeur 85% (individuelle) 75% (collectif)
	Divers		
	Revêtement	Pose d'un revêtement réfléchif: indice de reflectance solaire	>100 en neuf et>90 à l'état vieilli
	Electricité	Eclairage LED: Durée de vie calculé à 25°C supérieur ou égale Chute de flux lumineux conformément à la norme EN62722-2-1 inférieur ou égale à	> 50000 heures à 25°C < 20%

Le tableau n°2 fait le lien avec l'isolation des réseaux de chaleur du tableau n°1. La classe 4 est la classe minimum d'isolation.

Tableau 2: Isolation des réseaux de chaleur

Isolation réseau de chaleur	
DN	Umax isolant (W/m².K)
	Classe 4
32	0,21
40	0,22
50	0,24
60	0,25
65	0,26
80	0,28
100	0,31
125	0,35
150	0,39
175	0,42
200	0,46
250	0,54
300	0,61
350	0,69
>400	0,76

5 **FICHE N°3 : EXIGENCES SID IMPOSEES POUR UNE RENOVATION LOURDE**

La Rénovation lourde issue de la RT de l'existant fixe 2 exigences : moyens et résultats.

5.1 Exigences de moyens

5.1.1 Principes généraux

En complément des exigences de résultats, un bâtiment soumis à la rénovation lourde devra comporter les caractéristiques techniques respectant les exigences de moyens définies au titre III de l'arrêté du 13 juin 2008 susvisé.

Ces principales exigences, concernent essentiellement :

- **L'isolation thermique** : traitement des ponts thermiques significatifs, isolation des parois intérieures séparant une zone à occupation continue, d'une zone à occupation discontinue, etc ;
- **Le confort d'été** : protections solaires, ouvertures des baies, brasseurs d'air, ... ;
- **Le calcul ou la mesure des consommations d'énergie** par usage et/ou surface desservie (chauffage, refroidissement, éclairage, prises de courant, production d'ECS, centrale de ventilation, etc.) ;
- **La performance** et la mise en place de dispositifs particuliers sur les systèmes de ventilation, chauffage, refroidissement, éclairage.

Les travaux réalisés ne doivent pas dégrader le confort d'été préexistant. Ils ne doivent pas augmenter les points de condensation, ni entraîner un risque de détérioration du bâti.

5.1.2 Etude technico économique en équipement de production thermique

Préalablement au dépôt de permis de construire ou en phase APS (en l'absence de PC) le maître d'ouvrage doit réaliser une étude de faisabilité technique et économique comparant le système énergétique pressenti à différentes variantes.

Conformément à l'action n°15 de la Stratégie Ministérielle de Performance Energétique (SMPE), **le raccordement à un réseau de chaleur ou froid sera à privilégier dès lors que ce raccordement est possible.**

En l'absence ou l'impossibilité de se raccorder à un réseau de chaleur, les variantes à comparer sont :

- Chauffage au bois ou biomasse ;
- Pompe à chaleur géothermique ou autres types ;
- Cogénération ;
- Chauffage au gaz avec condensation ;
- Solaire thermique ;
- Solaire photovoltaïque ;
- Eoliens.

Si les travaux portent uniquement sur l'enveloppe les variantes à comparer sont :

- Solaire thermique ;
- Solaire photovoltaïque ;
- Eoliens.

5.1.3 Système technique

En cas de remplacement du système de chauffage, il est **interdit** d'installer un nouveau système de chauffage qui inclut un ou plusieurs équipements pour lesquels le niveau d'émissions de GES de chacun est supérieur à 150 [gCO₂eq/kWh PCI] et si leur taux de couverture⁸ est supérieur à 30 %.

⁸ Taux de couverture = quantité d'énergie fournie par le ou les équipements (dont les émissions de GES > 150[gCO₂eq/kWh PCI]) sur les besoins annuels totaux couverts par le système.

5.2 Exigences de résultats

Pour satisfaire aux réglementations, 3 exigences de résultats devront être respectées :

- La consommation conventionnelle d'énergie ;
- L'émission des gaz à effet de serre ;
- Le confort d'été.

Nota : Le calcul des coefficients, C_{ep} et Tic doit obligatoirement être réalisé sur l'un des logiciels d'application de la RT de l'existant validé par le ministère de la transition écologique⁹.

Pour connaître la consommation en énergie finale initiale (ou avant travaux) $C_{ep\text{ initiale}}$ du bâtiment, le compteur individuel sera à privilégier (plus précis). Si le bâtiment ne possède pas de compteur individuel, **une Simulation Energétique Dynamique (SED) réalisée à partir d'une Simulation Thermique Dynamique (STD) devra démontrer la consommation initiale (avant travaux). Dans les deux cas, une SED devra être réalisée pour confirmer l'objectif de réduction de la C_{ep} d'après travaux.**

5.2.1 La consommation conventionnelle d'énergie

La consommation conventionnelle d'énergie d'un bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les auxiliaires devra répondre à un double critère :

a) La consommation d'énergie primaire (C_{ep}) du bâtiment en [kWh_{ep}/(m².an)]

Le calcul du coefficient C_{ep} prend en compte les consommations liées au chauffage, au refroidissement, à la production d'ECS, à l'éclairage et aux auxiliaires. Il est réalisé par un calcul réglementaire (méthode Th-CE-ex)

La surface prise en compte est :

- La surface habitable (SHAB) pour les bâtiments à usages d'habitation ;
- La Surface Hors œuvre Nette (SHON) pour le reste.

La valeur du $C_{ep\text{ max}}$ ¹⁰ est fixée en fonction du type de bâtiment et est définie :

- Pour les bâtiment d'habitation :
 - Par l'atteinte d'un Diagnostic de Performance Energétique de classe B ($C_{ep} < 110$ [kWh_{ep}/(m².an)]).
- Pour les autres bâtiments :
 - Par l'article 13 de de l'arrêté du 13 juin 2008 (RT globale) qui fixe des valeurs seuils ;
 - Par l'atteinte du niveau BBC ($C_{ep\text{ projet}}^{11} < -40\% C_{ep\text{ référence}}^{12}$) ;

De manière générale :

$$C_{ep\text{ initiale}} > C_{ep\text{ max}} > C_{ep\text{ référence}} > C_{ep\text{ projet}}$$

⁹ La liste à jour des logiciels évalués est présente sur le site <http://www.rt-re-batiment.fr/>.

¹⁰ Consommation en énergie primaire maximum.

¹¹ Consommation conventionnelle en énergie pour le bâtiment en projet sur la base des équipements et matériaux réellement installés.

¹² Consommation conventionnelle d'énergie du bâtiment en projet, calculée sur la base des caractéristiques de référence défini dans le titre II de l'arrêté du 13 juin 2008 (RT globale).

b) **La consommation d'énergie finale (Cef)¹³ du bâtiment** en [kWhep/(m².an)]

La Simulation Energétique Dynamique permettra d'estimer de manière précise la Cef du bâtiment après travaux. **L'objectif de réduction** de consommation est fixé en **fonction du type de bâtiment** (habitation, tertiaire) et se base sur la **consommation en énergie primaire avant travaux**.

Pour les bâtiments à usage d'habitation :

- Si $110 \text{ [kWhep/(m}^2\text{.an)]} < C_{ep\text{initiale bâtiment}} < 280 \text{ [kWhep/(m}^2\text{.an)]}$: il sera recherché -50% de la Cef initiale du bâtiment ;
- Si $280 \text{ [kWhep/(m}^2\text{.an)]} < C_{ep\text{initiale bâtiment}}$: il sera recherché -60% de la Cef initiale du bâtiment.

La figure ci-dessous récapitule les objectifs de résultat à atteindre pour les bâtiments d'habitation.

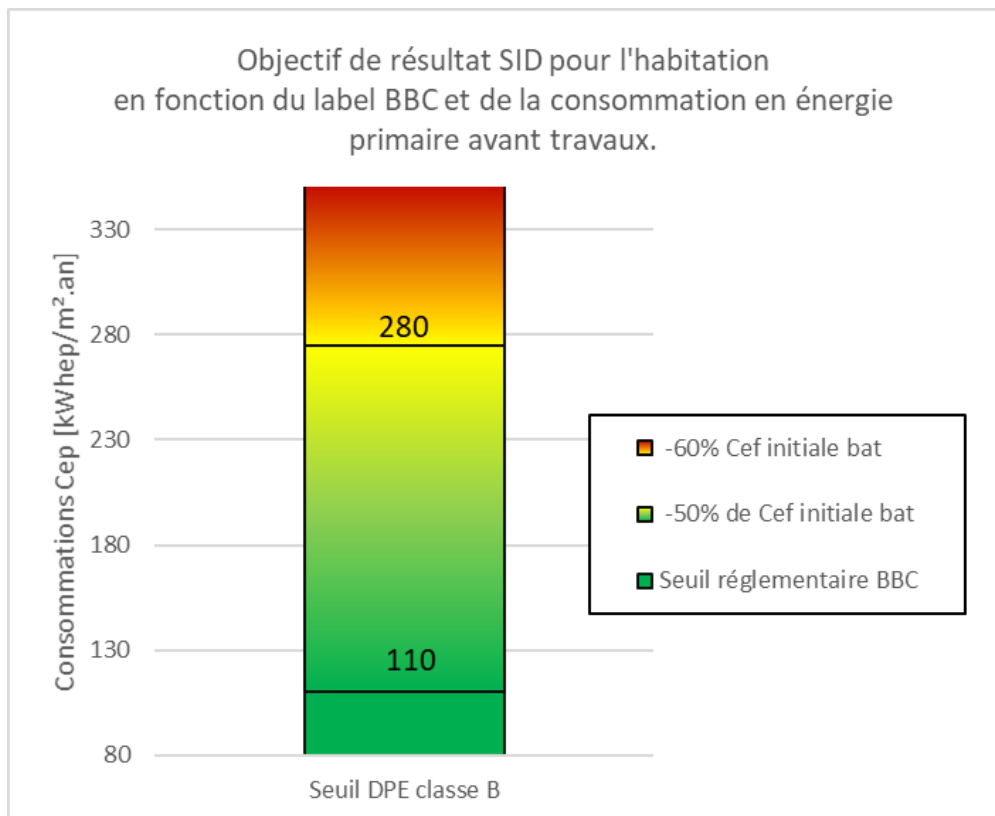


Figure 4: Objectif de résultat de consommation pour les bâtiments d'habitation.

Exemple : La consommation en énergie primaire de mon bâtiment avant travaux est de $200 \text{ [kWhep/(m}^2\text{.an)]}$. Je me situe entre $110 \text{ [kWhep/(m}^2\text{.an)]}$ et $280 \text{ [kWhep/(m}^2\text{.an)]}$. J'imposerai à l'entreprise un objectif de -50% de consommation en énergie finale (Cef).



Point de vigilance : Afin d'atteindre les objectifs de rénovation thermique, les bâtiments énergivores ($>180 \text{ [kWhep/(m}^2\text{.an)]}$) seront à rénover en priorité.

¹³ Energie livrée au consommateur pour sa consommation finale (exemple : consommation du compteur linky)

Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation

La figure ci-dessous récapitule les objectifs de résultat à atteindre pour les autres bâtiments que l'habitation.

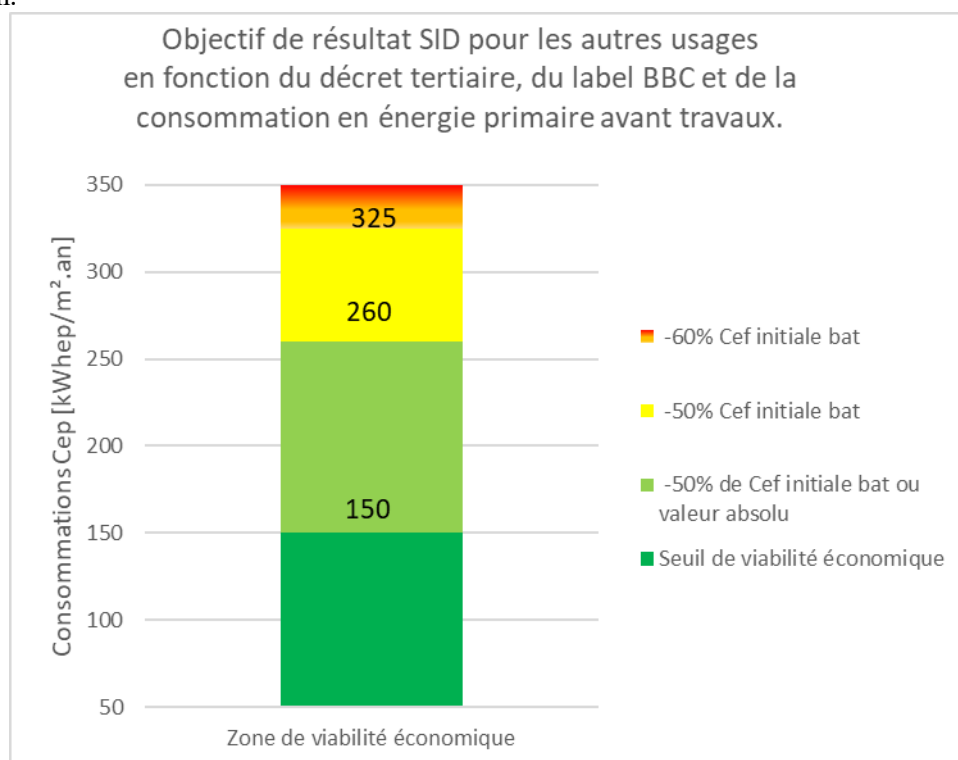


Figure 5: Objectif de résultat bâtiment tertiaire

Exemple : La consommation en énergie primaire de mon bâtiment avant travaux est de 200[kWhep/(m².an)]. Je me situe entre 150 [kWhep/(m².an)] et 260 [kWhep/(m².an)]. J'imposerai à l'entreprise un objectif de -50% de consommation en énergie finale (Cef) ou la valeur absolue.



Point de vigilance : Afin d'atteindre les objectifs de rénovation thermique, les bâtiments énergivores (>180 [kWhep/(m².an)]) seront à rénover en priorité.

5.2.2 L'émission de gaz à effet de serre (GES)

Lors de la rénovation d'un bâtiment **d'habitation**, ce bâtiment sera limité à un seuil d'émission de GES fixé à : 11 [kg CO₂/m².an].

Pour les bâtiments **autres que d'habitation**, il n'y a pas de seuil d'émission de GES.

5.2.3 Confort d'été

5.2.3.1 La température intérieure conventionnelle (Tic)

La Tic est la valeur maximale horaire en période d'occupation de la température opérative.

Elle doit être inférieure à la température intérieure conventionnelle de référence (**Tic_{ref}**) atteinte en été.

Cette exigence ne s'applique pas aux bâtiments ou parties de bâtiments appartenant à la catégorie CE2¹⁴.

¹⁴ Un local est de catégorie CE2 s'il est muni d'un système de refroidissement ainsi que l'une des conditions définies en annexe III de l'arrêté du 13 juin 2008.

5.2.3.2 Degré Heures (DH)

Le degré heure est un indicateur d'été qui mesure la durée cumulée pendant laquelle les occupants d'un bâtiment sont exposés à une température supérieure à un seuil de confort prédéfini (26°C pour ce guide).

Le calcul du nombre de degré heure est apparu avec la RE2020. Un exemple de calcul est représenté sur la figure ci-dessous.

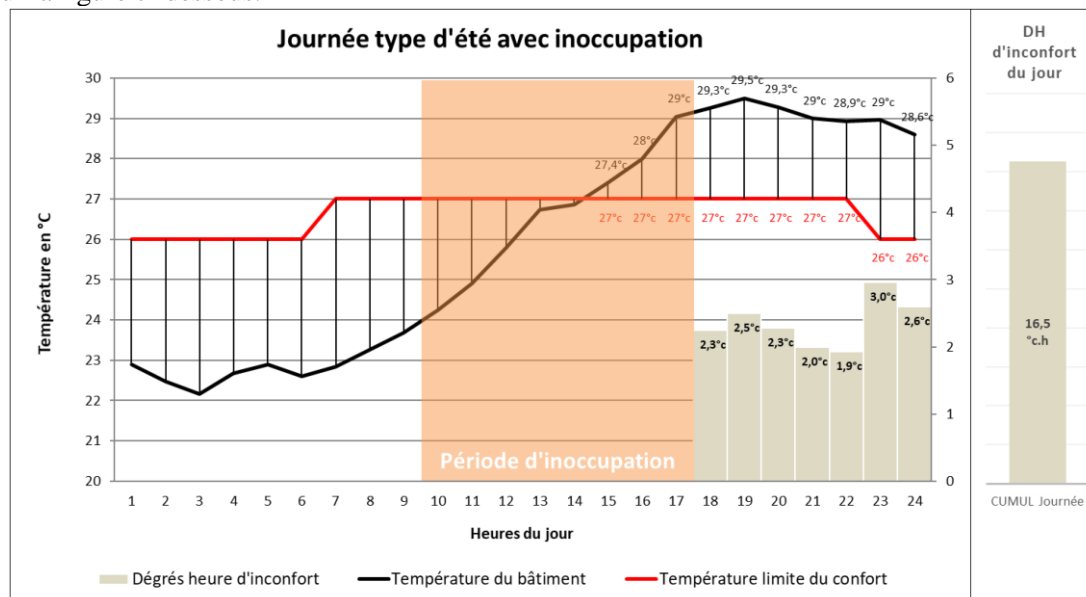


Figure 6: exemple de calcul de DH en RE 2020

Les critères pour le confort d'été selon les degrés heures sont :

- L'installation d'un **système de climatisation de confort est à proscrire en zones climatiques H1 et H2.**



Figure 7: Répartition des zones climatiques

- En zone H1 et H2, un calcul de simulation thermique dynamique devra justifier l'installation d'un appareil de refroidissement.
- Pour ces zones, la température opérative¹⁵ en période d'occupation ne devra pas dépasser 26 [°C] pendant plus de 1500 heures par an¹⁶. Le scénario pris en compte sera basé sur les **conditions météorologiques de la canicule de 2003.**
- Le confort d'été sera assuré prioritairement via l'installation de protections solaires sur les baies vitrées, des brasseurs d'air (exemple : ventilateur de plafond Exhale) et une inertie du bâtiment appropriée.

¹⁵ Elle représente la température ressentie.

¹⁶ La température de confort maximal en été est de 26°C. A titre d'exemple, 1500 DH correspondent à 28°C pendant 12h par jour et cela 62 jours/an ou 30°C pendant 12h/jours et cela 31 jours par an.



Figure 8: Ventilateur de plafond type Exhale

- En zone H3, Si les apports **internes** de chaleur sont trop importants et si les solutions du point précédent ne permettent pas de rester en dessous du seuil des 1500 DH, le rafraîchissement sera envisageable.

5.2.4 Perméabilité à l'air

Afin de garantir la qualité globale du bâtiment rénové, une **mesure de la perméabilité à l'air** est nécessaire. Ce test obligatoire est réalisé par un organisme agréé sous 4[Pa] et les valeurs maximales sont les suivantes :

Types d'usages	Valeur maximale de perméabilité à l'air
Bâtiment à usage d'habitation – maison individuelle, logement collectif	1.20 [m ³ /(h.m ²)] de parois déperditives hors plancher bas
Bureaux, hôtellerie, restauration, enseignement, établissement sanitaire	1.7 [m ³ /(h.m ²)]
Autres usages	3 [m ³ /(h.m ²)]

5.2.5 Perméabilité des réseaux

Les **systèmes de ventilation** répondent aux exigences fixées par le **protocole prouvent**.

Ce protocole permet en quatre étapes de vérifier la bonne étanchéité du réseau aéraulique du bâtiment.

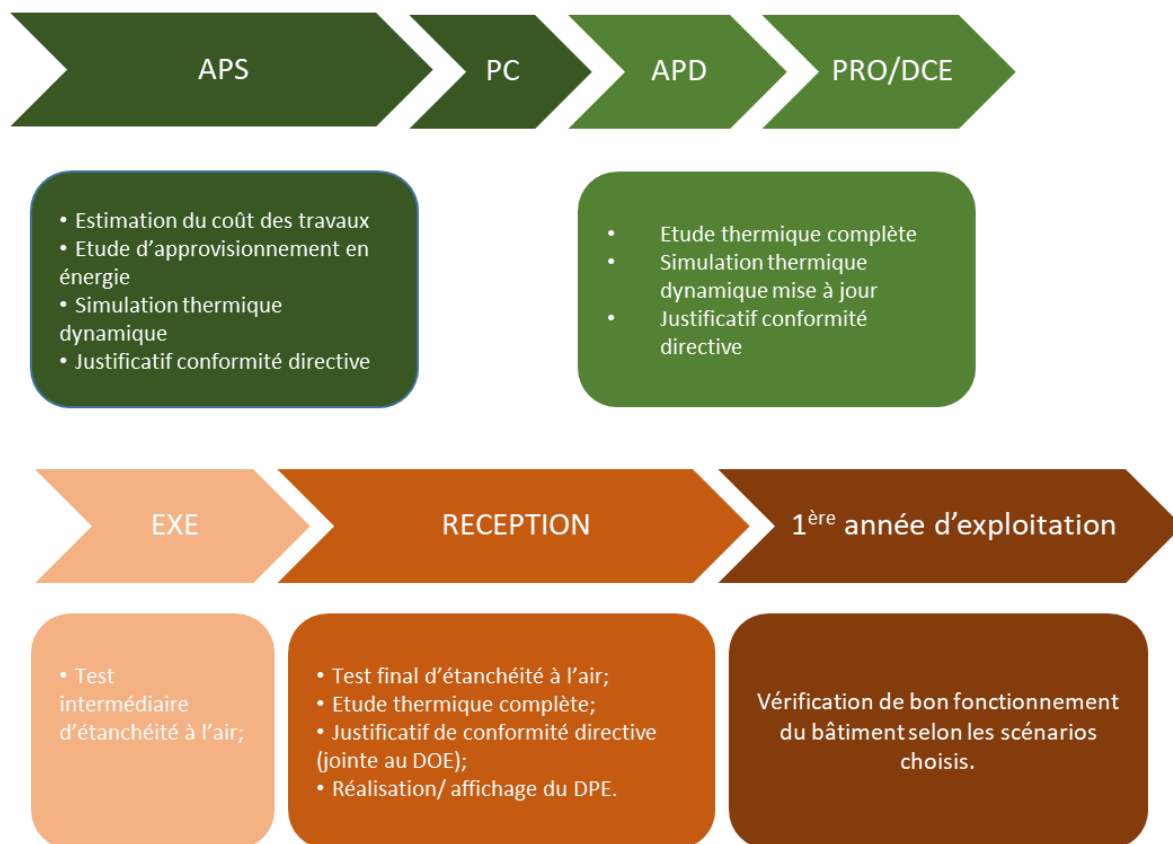
Ces étapes sont :

- Pré-inspection ;
- Vérifications fonctionnelles ;
- Mesures fonctionnelles aux bouches : mesures de débit ou mesure de pression ;
- Mesure de perméabilité à l'air des réseaux de ventilation.

Le niveau d'étanchéité des réseaux devra être **au minimum de classe B**.

5.3 Calendrier

Le calendrier ci-dessous répertorie les attendus lors d'une opération de rénovation lourde.



A retenir :

- **2 types d'exigences : moyens, résultats ;**
- **La réalisation d'une simulation thermique dynamique pour compléter le calcul réglementaire (Cef, DH) ;**
- **Un impact fort sur la consommation en énergie, particulièrement sur l'énergie réellement consommée (Cef) ;**
- **Une vision future avec l'inconfort d'été calculé sur la base de scénarios météo en 2050.**

5.4 Types d'usages

5.4.1 Préambule

La RT de l'existant et le label BBC rénovation s'appuient sur des données conventionnelles d'occupation et d'usage, mais définies de façon à être les plus proches possibles des conditions moyennes d'utilisation sur le segment de bâtiment visé.

A chaque type de bâtiment correspond un « type d'usage » qui définit de façon conventionnelle toutes les données relatives à l'occupation, aux horaires de chauffage, de climatisation, d'éclairage et de ventilation, aux températures de consigne en chaud, en froid, aux apports internes, etc.

La RT de l'existant possède 16 types d'usages décomposés en 29 sous catégories.

Le décret tertiaire, plus précis distingue 28 catégories (catégories d'usages) décomposé en 80 sous catégories.

Le choix du type d'usage adéquat est primordial pour appliquer correctement la réglementation thermique lors d'une opération de rénovation.

La partie suivante a pour but d'aider le concepteur à choisir un type d'usage en fonction des spécificités des bâtiments du MINARM.

5.5 Catégories d'usages

Les 36 catégories d'usages retenus sont listées dans le tableau ci-après.

Le tableau ci-dessous et le tableau n°4 présent au §5.7 servent à faire le lien entre une catégorie d'usage réglementaire et nos bâtiments spécifiques MinArm. En fonction du scénario, le bâtiment répondra soit à un calcul réglementaire (RT globale, DPE), au décret tertiaire ou les deux.

Tableau 3: catégorie d'usage

N°	USAGES	RT globale/DPE	Décret tertiaire
1	Bâtiment à usage d'habitation - maison individuelle et accolée	X	
2	Bâtiment à usage d'habitation - logement collectif	X	
3	Hébergement	X	X
4	Etablissement sanitaire sans hébergement	X	X
5	Etablissement sanitaire avec hébergement avec blanchisserie	X	X
6	Etablissement sanitaire avec hébergement sans blanchisserie	X	X
7	Etablissement Enseignement zone d'enseignement	X	X
8	Etablissement Enseignement zone d'hébergement	X	X
9	Etablissement Enseignement zone de restauration 1 repas/jour	X	X
10	Etablissement Enseignement zone de restauration 2 repas/jour	X	X
11	Immeuble de Bureaux	X	X
12	Grande salle, Salle de spectacle, de conférence	X	X
13	Commerces	X	X
14	Restauration 1 repas/jour cuisine traditionnelle	X	X
15	Restauration 1 repas/jour self	X	X
16	Restauration 2 repas/jour cuisine traditionnelle	X	X
17	Restauration 2 repas/jour self	X	X
18	Hôtel - 1* sans blanchisserie	X	X
19	Hôtel - 1* avec blanchisserie	X	X
20	Hôtel - 2* sans blanchisserie	X	X
21	Hôtel - 2* avec blanchisserie	X	X
22	Hôtel - 3* sans blanchisserie	X	X
23	Hôtel - 3* avec blanchisserie	X	X
24	Hôtel - 4* sans blanchisserie	X	X
25	Hôtel - 4* avec blanchisserie	X	X
26	Etablissements sportifs	X	X
27	Stockage	X	
28	Industrie	X	
29	Transport	X	X
30	Etablissement de nuit et loisirs		X
31	Justice		X
32	Parc d'attraction et parc à thèmes		X
33	Résidence de tourisme		X
34	Stationnement		X
35	Terrains de camping et parc		X
36	Vente et service automobile		X

5.6 Détermination des usages d'un bâtiment

L'application de la rénovation lourde s'effectue bâtiment par bâtiment. Pour permettre une description précise des caractéristiques des différentes parties de bâtiment, la méthode Th-C-E-ex structure le bâtiment en 3 niveaux.

- **Niveau « BATIMENT »** : niveau où s'expriment les exigences réglementaires en matière de coefficient Cep, Tic et où sont définis les éléments communs à tout le bâtiment. Le niveau bâtiment peut comporter plusieurs zones.
- **Niveau « ZONE »** : niveau correspondant au regroupement des parties de bâtiment pour lesquelles les types d'usages sont identiques. Une zone peut être constituée d'un ou plusieurs groupes. Les groupes formant une zone ne sont pas forcément contigus. C'est à ce niveau qu'est caractérisée l'étanchéité à l'air de l'enveloppe. Les zones sont considérées comme étanches entre elles.
- **Niveau « GROUPE »** : niveau où l'on effectue l'ensemble des calculs (usage issu du champ d'application de la RTglob) et où sont concentrées la quasi-totalité des informations requises pour le calcul réglementaire. Les locaux formant un groupe ne sont pas forcément contigus.

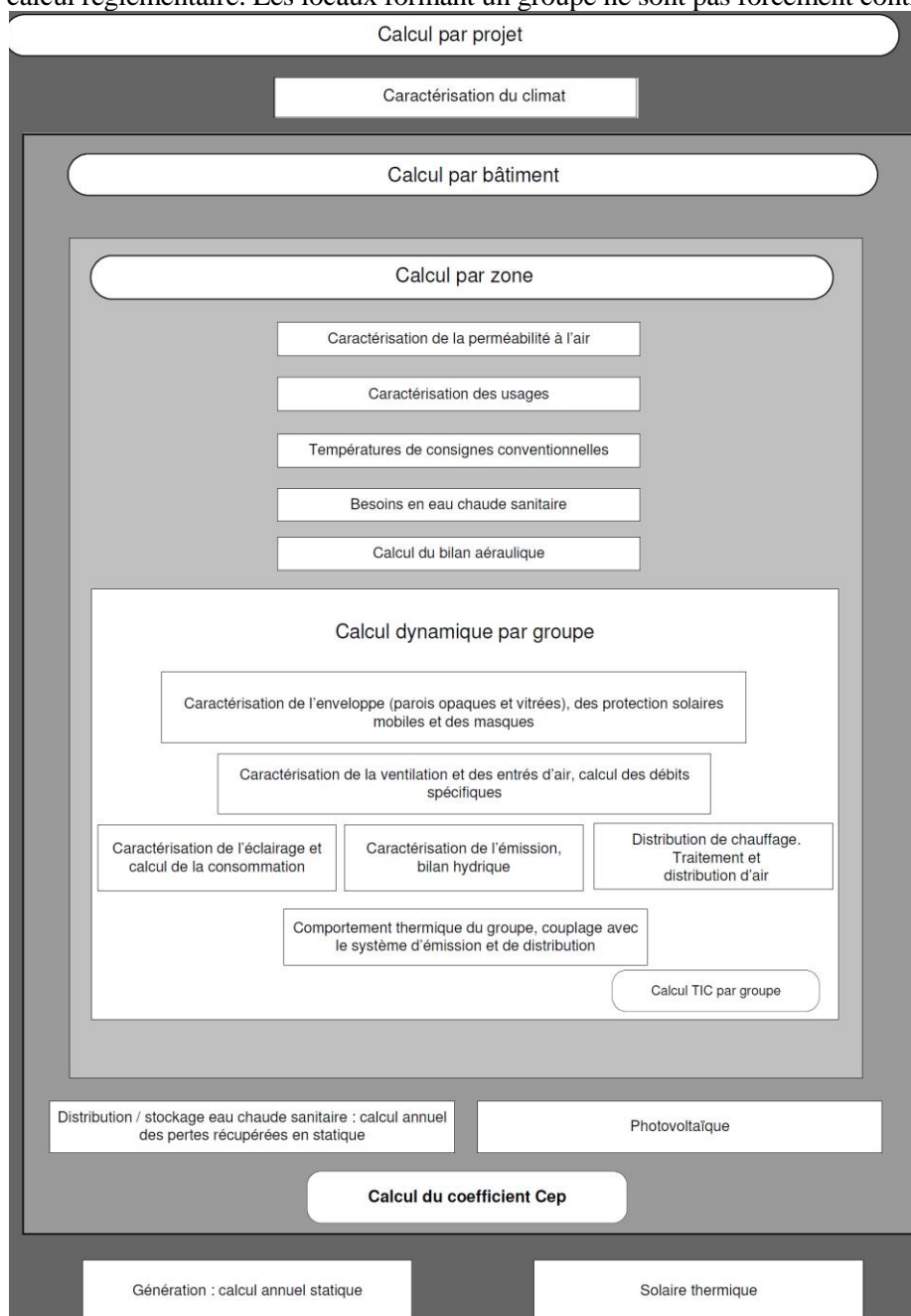


Figure 9 : Structuration du bâtiment selon la méthode Th-C-E-ex

L'identification de l'usage d'un bâtiment et de son exigence associée s'effectue selon la procédure suivante :

1. Identifier les bâtiments :
 - On considère les bâtiments accolés comme un bâtiment unique ;
 - Deux bâtiments sont accolés s'ils sont juxtaposés et liés par des parois mitoyennes dont la surface de contact est d'au moins 15 [m²] pour les maisons et 50 [m²] pour les autres bâtiments.
2. Identifier les bâtiments ou parties de bâtiments exclus de la rénovation lourde.
3. Identifier, de manière globale, le ou les usages issus de la liste des types d'usages qui caractérise(nt) le mieux la destination du bâtiment ou des différentes parties du bâtiment.
4. Identifier les types de locaux.
5. Constituer la (les) zone(s) composée(s) de tous les groupes ayant le même usage et, pour certains usages, les groupes ayant le même fonctionnement. Les zones peuvent être constituées de locaux non contigus.
6. Séparer, dans chaque zone, les groupes climatisés de type CE2 et les groupes non climatisés CE1.

BATIMENTS CONTENANT DES USAGES DEDIES A DES PROCEDES INDUSTRIELS

1. Aucun calcul règlementaire n'est effectué sur un bâtiment entièrement dédié à des procédés industriels.
2. Les zones du bâtiment contenant des usages dédiés à des procédés industriels (laboratoires, local serveurs, local DIRISI, etc.) seront traitées comme suit :
 - Zones dédiées uniquement à un procédé industriel : ces zones sont exclues du champ d'application de la rénovation lourde. On exclut ces zones du calcul, elles ne sont pas comptabilisées dans la SHON.
 - Zones avec procédé industriel mais desservies par des réseaux communs au bâtiment (chauffage, ventilation, éclairage, etc.) : Seuls les équipements exclusivement dédiés aux process ne sont pas pris en compte dans le calcul.

5.7 Classification des bâtiments vis à vis des scénarios d'usages

Dans le tableau n°4, un choix de scénario d'usage en lien avec le tableau n°3 est proposé pour chaque type de bâtiment. Les indications portées dans la colonne « **N° scénario** » sont à interpréter de la façon suivante :

- Si au moins un numéro de scénario (N°1 à 29) est mentionné : le bâtiment est soumis à la fiche rénovation lourde. Les exigences minimales de performance définies dans la fiche n°2, sont également applicables en complément de la rénovation lourde.
- Si au moins un numéro de scénario (N°30 à 36) est mentionné : le bâtiment est soumis aux règles du décret tertiaire. Les exigences minimales de performance définies dans la fiche n°2, sont également applicables en complément de celles de la rénovation lourde.
- Si plusieurs N° de scénario sont proposés : le choix se fera en fonction de l'usage précis du bâtiment (cas de la restauration : 5 possibilités suivant le type de restauration, du nombre de repas par jour et du nombre de jours ouverts par semaine).
Pour les bâtiments (hôpitaux, hôtels, etc.) comportant des parties nettement différenciées (jour, nuit, etc.), un scénario s'appliquera à chacune des parties.
- Si seul le symbole « EM » est mentionné : le bâtiment n'est pas soumis à la rénovation lourde. Seules les exigences minimales de performance définies dans la fiche n°2 sont applicables. C'est le cas notamment des bâtiments (ou parties de bâtiments) contrôlés en température (chauffés à plus de 12 [°C] ou/et refroidis) pour des besoins opérationnels.
- Si un numéro de scénario (N°1 à 36) + le symbole « EM » sont mentionnés : une partie du bâtiment est soumise à la rénovation lourde (en totalité ou partie en fonction du n° de scénario) et l'autre uniquement aux exigences minimales de performance définies dans la fiche n°2.
- Si la lettre « P » est mentionnée : la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment devra respecter le niveau d'exigence fixé au §5.2.4.
- Si aucune mention n'apparaît : le bâtiment n'est soumis ni à la rénovation lourde, ni au présent guide. C'est le cas des bâtiments ni chauffés (ou chauffés à une température ≤ 12 [°C]), ni refroidis.

A retenir :

- **Le choix de la catégorie d'usage qui sera retenue pour les calculs thermiques impactera fortement les objectifs à atteindre du bâtiment.**

Tableau 4: Classification des bâtiments selon les types d'usages

ZONE FONCTIONNELLE	SOUS FONCTION	DESCRIPTION TYPE D'OUVRAGE	N° SCENARIO	OBSERVATIONS
Commandement - Administration	Structure	Bureau et bâtiment administratif ainsi que les postes, les préfectures, les commissariats, la gendarmerie maritime et la gendarmerie de l'air, les bureaux de commandement, les Etats-majors organiques et les CIRFA.	11 + P	
		Stockage archives	27	Exigences minimales de performance
		Bibliothèque	EM	EM sauf si la bibliothèque fait partie d'un usage dans un scénario (université par exemple, scénario 7).
Soutien de l'homme	Hébergement	Logement (maison, appartement, chambre) des cadres et militaires du rang	1, 2, 8	<ul style="list-style-type: none"> • BCC avec kitchenette : 2 • BCC sans kitchenette, logements MdR : 8 + P • Maison individuelle ou accolée : 1
		Hôtellerie de passage en enceinte militaire : hôtel cadre, cercle et gîte	18 à 25	<ul style="list-style-type: none"> • 3 pour les gîtes d'étape
	Alimentation	Mess - Restaurant	9, 10, 15, 17 + 11 pour la zone bureau	Selon le type de restauration, le nombre de repas par jour et le nombre de jours d'ouverture par semaine. Le foyer peut être inclus dans les circulations et accueil du scénario 11. Les équipements de process doivent être exclus des calculs.
		Centre de production alimentaire : bloc d'alimentation, cuisine, boulangerie	EM	Exigences minimales de performance Les équipements de process doivent être exclus des calculs.

<i>ZONE FONCTIONNELLE</i>	<i>SOUS FONCTION</i>	<i>DESCRIPTION TYPE D'OUVRAGE</i>	<i>N° SCENARIO</i>	<i>OBSERVATIONS</i>
Soutien de l'homme	Social - Loisirs	Salle polyvalente - Cinéma - Amphithéâtre -	12	
		Foyer, salle de détente et de loisirs	11 13 + 14, 15, 16, 17	<ul style="list-style-type: none"> • Si les locaux sont intégrés dans un bâtiment de type mess, le foyer est inclus dans la zone bureau : 16 • Si le bâtiment est indépendant : 13. • Si zone snack est intégrée dans le bâtiment : 14 ou 15 ou 16 ou 17 pour celle-ci. Les équipements de process doivent être exclus des calculs.
		Maison de l'enfance : crèche, garderie	7 + P	
		Club, local social et culturel	11 + P	
		Aumônerie, chapelle, église, abbaye	EM	Exigences minimales de performance
	Santé	Centre médical Infirmerie, CMP, CMU, CMA	4 + P	
		Centre de soins vétérinaire	4 + P	
	Autres soutien de l'homme	Local maître ouvrier	11 + P	
		Autre bâtiment vie : sanitaire, buanderie, vestiaire	EM	Exigences minimales de performance
	EPMS	Piscine - Bassin aquatique couvert	EM	Exigences minimales de performance
Instruction - Entraînement		Gymnase, salle de sport et complexe sportif	26	

ZONE FONCTIONNELLE	SOUS FONCTION	DESCRIPTION TYPE D'OUVRAGE	N° SCENARIO	OBSERVATIONS
Instruction - Entraînement	Instruction sur le Tir	Stand de tir, tunnel de tir, (emplacement des) cible(s), butte de tir, poste de tir	11 + EM	Si des bureaux sont intégrés au bâtiment : 11
	Instruction formation	Salle d'instruction : bâtiment d'enseignement et d'instruction, bâtiment pour la JDC, instruction informatique	7 + P	
		Simulateur de vol et simulateur, de tir y compris simulateur de tir SITTAL, simulateurs tactique et de commandement, EIC NEB SIMU, salle SIAM	EM + P	Exigences minimales de performance
		Centre équestre partie bâtie, manège, écurie, centre hippique (partie bâtie)	11	Pour le club house
Technico-opérationnel	Entretien, maintenance et stockage	Bâtiment entretien non spécialisé : atelier NTI 1, bâtiment technique non spécialisé, hangar métallique d'entretien ou de service, menuiserie, salle technique	28	Les équipements de process doivent être exclus des calculs.
		Bâtiment entretien spécialisé : atelier NTI supérieur, cabine de peinture	28	Les équipements de process doivent être exclus des calculs.
		Bâtiment de reprographie	11	Les équipements de process doivent être exclus des calculs.
		Bâtiment de stockage de matériel (hors engin) et de matériaux solides (charbon, bois, enrobé, etc.)	27	<ul style="list-style-type: none"> • Si bâtiment non chauffé : pas d'exigence • Si bâtiment chauffé: 27

<i>ZONE FONCTIONNELLE</i>	<i>SOUS FONCTION</i>	<i>DESCRIPTION TYPE D'OUVRAGE</i>	<i>N° SCENARIO</i>	<i>OBSERVATIONS</i>
Technico-opérationnel	Entretien, maintenance et stockage	Bâtiment de stockage à température contrôlée, stockage technique, et stockage de produits dangereux ou chimiques	EM + P	Exigences minimales de performance pour les bâtiments ou parties de bâtiments à température contrôlée
		Laboratoire technique	11 + EM + P	<ul style="list-style-type: none"> EM pour la partie hors RT Retirer du calcul RT les ventilations spécifiques
		Local technique, local incendie		Hors RT
		Installation technique ou industrielle : centrale à air, incinérateur, usine, centrale frigorifique, cheminée		Hors RT
	Stationnement et stockage	Garage, abri et hangar de stationnement (VL, blindé, remorque, char), parking souterrain	34 + EM	EM pour les bâtiments ou parties de bâtiments à température contrôlée à plus de 12 [°C]. Impacter par le décret tertiaire voir fiche n°3 (objectif de résultat en Cef)
		Garage, abri et hangar de stationnement (bateau, navire)	34 + EM	
		Garage, abri et hangar de stationnement (avion, hélicoptère)	34 + EM	
	Pyrotechnie	Alvéole et dépôt de munitions, fosse à explosifs, igloo, DAMS, soute à munitions	EM	EM pour les bâtiments ou parties de bâtiments à température contrôlée à plus de 12 [°C].
		Bâtiment expérimentation pyrotechnie	EM	EM pour les bâtiments ou parties de bâtiments à température contrôlée à plus de 12 [°C].
		Installation spécifique aux sous-marins : alvéole marine	EM	EM pour les bâtiments ou parties de bâtiments à température contrôlée à plus de 12 [°C].
		Sémaphore	1 ou/et 3 + EM + 11	<ul style="list-style-type: none"> Partie hébergement : 1 ou/et 3 Partie vigie : EM Partie bureau : 11

<i>ZONE FONCTIONNELLE</i>	<i>SOUS FONCTION</i>	<i>DESCRIPTION TYPE D'OUVRAGE</i>	<i>N° SCENARIO</i>	<i>OBSERVATIONS</i>
Technico-opérationnel		Centre et tour de contrôle	11 + EM	<ul style="list-style-type: none"> Partie bureaux : 11 Partie tour de contrôle : EM
		Balise		Hors RT
		Aérogare, gare	29	
	Infrastructures TO spécifiques	Bâtiment et centre de commandement, Poste de contrôle, Etat-major opérationnel	11 + P	Les équipements de process doivent être exclus des calculs.
		Installation et laboratoire d'essais : banc d'essais, stand d'essais, pont de visite	28	Les équipements de process doivent être exclus des calculs.
		Abri personnel et abri de combat		Hors RT
	Aire de bivouac	Construction modulaire Construction semi-dure et dure	3	
	Télécommuni- cation et information	Bâtiment et centre de transmission, centrale de télécommunication, station d'émission/réception	11 + EM + P	<ul style="list-style-type: none"> Zone bureaux chauffée ou/et refroidie pour le confort : 11 Zone hors RT (climatisée pour les besoins opérationnels) : EM
		Audiovisuel	11 + EM + P	<ul style="list-style-type: none"> Zone bureaux chauffée ou/et refroidie pour le confort : 11 Zone hors RT : EM
		Centre informatique	11 + EM + P	<ul style="list-style-type: none"> Zone bureaux chauffée ou/et refroidie pour le confort : 11 Zone hors RT (climatisée pour les besoins opérationnels) : EM
		Bâtiment serveurs - applications informatiques	11 + EM + P	<ul style="list-style-type: none"> Zone bureaux chauffée ou/et refroidie pour le confort : 11 Zone hors RT (climatisée pour les besoins opérationnels) : EM

<i>ZONE FONCTIONNELLE</i>	<i>SOUS FONCTION</i>	<i>DESCRIPTION TYPE D'OUVRAGE</i>	<i>N° SCENARIO</i>	<i>OBSERVATIONS</i>
Technico-opérationnel	Santé	Centre de transfusion	4 + P	
		Pharmacie	EM + P	Exigences minimales de performance
		Hôpital, clinique, morgue, radiologie, atelier de maintenance des équipements biomédicaux	4, 5, 6 + P	
		Animalerie	11	
		Centre de recherche médical, laboratoire pharmaceutique	11 + EM + P	<ul style="list-style-type: none"> • 11 pour la partie bureaux • EM pour la partie contrôlée en température pour des besoins opérationnels
Soutien du site	Sécurité	Armurerie	28	
		Poste de garde et de surveillance, poste de police et de sécurité, mirador, poste de secours, poste de guet, vigie; dispositif de contrôle d'accès en entrée	11 + 1	<ul style="list-style-type: none"> • 11 pour la partie bureaux • Si partie hébergement : 1
		Fauconnerie	11	
		Chenil, cynotechnique (partie bâtie)	11	
		Centrale électrique, thermique, station électrique, station énergétique	11 + EM	<ul style="list-style-type: none"> • 11 pour la zone bureaux • Si une partie doit être contrôlée en température pour des besoins opérationnels : EM
		Poste d'alimentation, transformateur électrique, groupe électrogène	EM	Pour la partie contrôlée en température pour des besoins opérationnels : EM
	Mémoire	Musée	EM + P	Exigences minimales de performance

6 **FICHE N°4 : GRANDS PRINCIPES DE LA REGLEMENTATION**

Pour aller plus loin dans la compréhension des différentes réglementations sur lequel se base ce guide, la fiche n°4 propose un résumé de chaque texte réglementaire. L'objectif est de comprendre les points principaux de chaque réglementation.

6.1 **RT élément par élément**

L'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants fixent les exigences associées à prendre en compte lors de travaux sur un bâtiment. À compter du 1er janvier 2018, l'arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 s'applique. Lorsqu'un maître d'ouvrage décide de remplacer ou d'installer, il doit installer des produits de performance supérieure aux caractéristiques minimales mentionnées dans l'arrêté du 3 mai 2007 et modifié au 1er janvier 2018. Les éléments pris en compte dans cet arrêté sont :

- Un élément d'isolation,
- Un équipement de chauffage,
- De production d'eau chaude,
- De refroidissement,
- De ventilation,
- Un équipement d'éclairage (pour les bâtiments tertiaires).



La réglementation thermique par élément s'applique aux bâtiments existants (résidentiels ou non). Ces obligations s'appliquent aux bâtiments qui ne répondent pas aux critères de la RT globale soit :

- Aux bâtiments de moins de 1 000 m²;
- Aux bâtiments de plus de 1 000 m² qui font l'objet de travaux de rénovation légers (qui ne reprennent pas l'ensemble des postes susceptibles d'améliorer la performance énergétique).
- La réglementation s'applique à tous les bâtiments construits avant 1948, quelle que soit leur surface et l'importance des travaux réalisés.

6.2 RT globale

Lorsqu'un bâtiment existant de surface supérieure à 1 000 m² fait l'objet de travaux de rénovation importants, il est soumis à la RT globale, dont les exigences sont définies dans l'arrêté du 13 juin 2008. La réglementation thermique globale s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires respectant simultanément les trois conditions suivantes :

- La surface hors œuvre nette (**SHON**) est supérieure à 1000 m² ;
- La date d'achèvement du bâtiment est postérieure au 1er janvier 1948 ;
- Le coût des travaux de rénovation thermique décidés par le maître d'ouvrage est supérieur à 25 % de la valeur hors foncier du bâtiment, actualisé tous les ans par un arrêté.

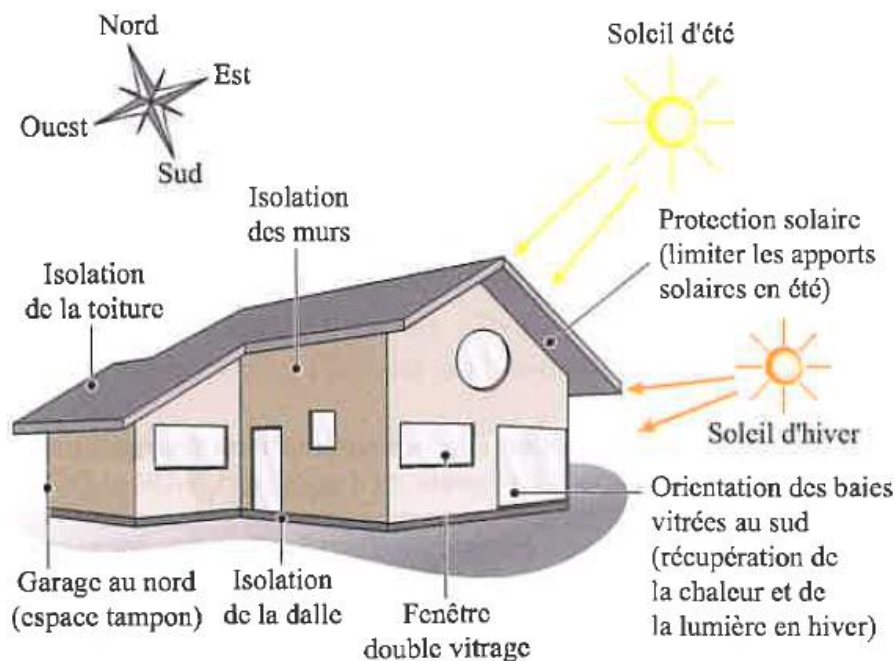


Figure 10: Prise en compte de l'ensemble des éléments d'un bâtiment

En complément de cette exigence :

- Pour les logements, la réglementation introduit une valeur maximale de consommation. La consommation d'énergie du bâtiment rénové pour le chauffage, le refroidissement et l'eau chaude sanitaire doit en effet être inférieure à une valeur limite qui dépend du type de chauffage et du climat. Cette consommation maximale est située entre 80 et 195 kWh/m²/an selon les cas, à comparer à la moyenne actuelle du parc qui est de l'ordre de 240 kWh/m²/an ;
- Pour les bâtiments non résidentiels, les travaux doivent conduire à un gain de 30 % sur la consommation d'énergie par rapport à l'état antérieur.

Un bâtiment est découpé en zones ayant des usages différents (tertiaire, hébergement, ...). Chaque usage définit des scénarios d'utilisation spécifique (T° de consigne, période de chauffage) et sont regroupés dans des scénarios d'usages. Ces scénarios à définir pour l'entreprise sont détaillés §5.7 en fonction des spécificités du ministère.

6.3 Diagnostic de Performance Energétique

Depuis le 1^{er} juillet 2021, Le DPE réalisé pour **les bâtiments d'habitations** a fait l'objet d'une refonte qui le rend plus fiable, plus lisible et permet de mieux prendre en compte les enjeux climatiques.

La méthode de calcul (3CL) a été améliorée rendant plus fiable les données. Cette méthode de calcul a été reprise dans les objectifs de résultat du nouveau label BBC rénovation 2024.

Le nouveau DPE comporte une nouvelle étiquette énergie intégrant directement la consommation énergétique et les émissions de Gaz à effet de serre qui en découlent. Si l'on prend l'objectif d'un DPE de classe B, il y aura donc le double objectif énergie ($Cep_{max} < 110 [kWh/m^2/an]$) et de GES $< 11 [kg CO_2/m^2/an]$.

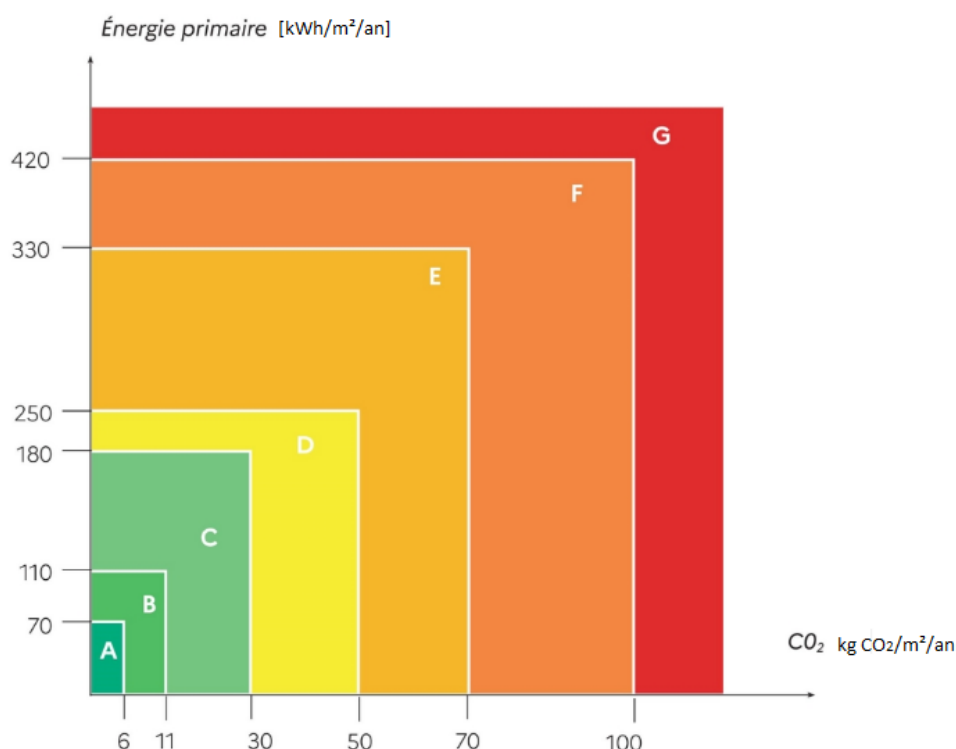


Figure 11: Etiquette énergie DPE, source: RT-RE

Pour les bâtiments tertiaires, le DPE existe mais n'est pas utilisé pour les calculs réglementaire.

6.4 Label BBC rénovation

Le label BBC rénovation est recommandé par la SMPE. Ce label vient en complément de la RT globale. En complément de cette exigence :

Pour les bâtiments d'habitation, le nouveau label BBC rénovation 2024 se base sur la méthode de calcul du DPE (3CL).

Pour les bâtiments à usage d'habitation, le label prévu à l'article R. 171-7 du code de la construction et de l'habitation comporte deux niveaux:

- Bâtiment basse consommation rénovation résidentiel **ou BBC rénovation résidentiel 2024** qui correspond à la réalisation des exigences cumulées suivantes :
 - L'atteinte de la classe A ou B au sens de l'article L. 173-1-1;
 - L'étude des postes de travaux de rénovation énergétique suivants: l'isolation des murs, l'isolation des planchers bas, l'isolation de la toiture, le remplacement des menuiseries extérieures, la ventilation, la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire, la production de froid ainsi que le traitement des interfaces associées;
 - La perméabilité à l'air de l'enveloppe sous 4 Pa, Q4Pa-surf, déterminée conformément aux modalités définies à l'annexe VII de l'arrêté du 4 août 2021 susvisé, est inférieure ou égale à 1,20 m³/(h.m²) de parois déperditives, hors plancher bas;
 - Une ventilation générale et permanente est assurée dans chaque logement conformément au premier alinéa de l'article 1er de l'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements :
 - Il est interdit d'**installer un nouveau système** de chauffage qui inclut un ou plusieurs équipements pour lesquels le niveau d'émissions de gaz à effet de serre (GES) de chacun est supérieur à 150 gCO₂eq/kWh PCI et dont le taux de couverture, tel que défini ci-dessous, est supérieur à 30 % ou de **conserver un système** de chauffage, un système de production d'eau chaude sanitaire ou un système de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire, dont les émissions de GES sont supérieures à 300 gCO₂eq/kWh PCI.
- Bâtiment basse consommation énergétique rénovation résidentiel première étape ou **BBC rénovation 2024 – première étape** qui correspond à la réalisation des exigences cumulées suivantes :
 - L'atteinte de la classe C *a minima* au sens de l'article L. 173-1-1;
 - La planification des travaux dans le temps, en trois étapes au maximum, doit permettre d'atteindre le niveau BBC rénovation 2024. Les travaux de rénovation doivent être programmés dans un audit énergétique respectant les conditions prévues à l'article 8 de l'arrêté du 17 novembre 2020 et réalisé par un auditeur tel que défini au VII de l'article 2 du décret du 14 janvier 2020, dans le cadre d'un parcours cohérent de rénovation par étapes, ainsi que l'étude des interfaces à chaque étape de travaux;
 - La première étape de travaux doit inclure des travaux portant *a minima* sur:
 - Une ventilation générale et permanente est assurée dans chaque logement conformément au premier alinéa de l'article 1er de l'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements ;
 - Deux postes de travaux traitant l'enveloppe du bâtiment parmi les postes suivants: l'isolation des murs, l'isolation des planchers bas, l'isolation de la toiture et le remplacement des menuiseries extérieures. Le traitement d'un poste correspond au traitement de l'intégralité du poste concerné.
 - La réalisation d'un test d'étanchéité, réalisé conformément aux modalités définies à l'annexe VII de l'arrêté du 4 août 2021, après la première étape dans le but de repérer les principales fuites qu'il conviendra de traiter avant ou pendant la prochaine étape de travaux;
 - L'interdiction d'installer un nouveau système de chauffage qui inclut un ou plusieurs équipements pour lesquels le niveau d'émissions de GES de chacun est supérieur à 150 gCO₂eq/kWh PCI et dont le taux de couverture, tel que défini ci-dessous, est supérieur à 30 %.

Cette méthode de calcul nécessite une bonne connaissance technique de ses installations. En l'absence des caractéristiques réelles du bâtiment, des valeurs **par défauts et pénalisantes** sont utilisées.

Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, la consommation conventionnelle d'énergie primaire du bâtiment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage, et les auxiliaires de chauffage, de refroidissement, d'eau chaude sanitaire et de ventilation, telle que définie à l'article 9 de l'arrêté du 13 juin 2008 susvisé, est inférieure ou égale de **40 % à la consommation conventionnelle de référence** telle que définie à l'article 9 de l'arrêté du 13 juin 2008 susvisé.

6.5 Décret tertiaire

Éco Énergie Tertiaire est une obligation réglementaire engageant les acteurs du tertiaire vers la sobriété énergétique. Issue du décret tertiaire, elle impose une réduction progressive de la consommation d'énergie dans les bâtiments à usage tertiaire afin de lutter contre le changement climatique. Pour y parvenir, les actions déployées vont au-delà de la rénovation énergétique des bâtiments. Elles concernent aussi la qualité et l'exploitation des équipements, le comportement des usagers ...

Le secteur tertiaire est défini par « *toutes les activités économiques qui ne font pas partie des deux autres secteurs* ». Le périmètre du secteur tertiaire est de fait défini par complémentarité avec les activités agricoles et industrielles (secteurs primaire et secondaire).

Sont concernés tous les bâtiments, parties de bâtiments ou ensemble de bâtiments hébergeant des activités tertiaires du secteur public et du secteur privé, quelle que soit leur année de mise en service, dans les configurations suivantes (Cf. II de l'article R. 174-22 du code de la construction et de l'habitation) :

1. Bâtiment d'une surface de plancher supérieur ou égale à 1 000 m² exclusivement allouée à un usage tertiaire ;
2. Toutes parties d'un bâtiment à usage mixte qui hébergent des activités tertiaires et dont le cumul des surfaces de plancher est supérieur ou égal à 1000 m² ;
3. Tout ensemble de bâtiments situés sur une même unité foncière ou sur un même site dès lors que ces bâtiments hébergent des activités tertiaires sur une surface de plancher cumulée supérieure ou égale à 1 000 m².



Ne sont pas concernés :

- Les bâtiments, parties de bâtiments ou ensembles de bâtiments dans lesquels est exercée une activité opérationnelle à des fins de défense, de sécurité civile (casernes de pompiers) ou de sûreté intérieure du territoire.

Les objectifs sont progressifs. Ils peuvent être atteints suivant deux modalités alternatives.

L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF EN VALEUR RELATIVE (%)

L'objectif correspond à une réduction de la consommation d'énergie finale :

- Par rapport à une année de référence (au choix de l'assujetti) qui ne peut pas être antérieure à 2010 ;
- **Incluant tous les usages énergétiques** sur une année ;
- Ajustée des variations climatiques (modalités de correction définies par arrêté) ;
- Qualifié par les données d'occupation et d'intensité d'usage correspondantes.

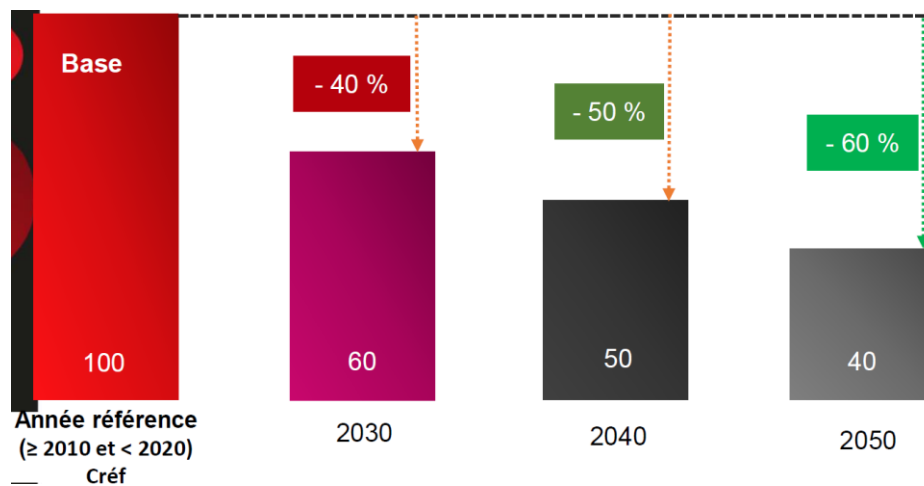


Figure 12: réduction de la consommation en valeur relative

Les valeurs à respecter s'établissent respectivement à partir de la consommation énergétique de référence avec une réduction de -40 % (2030), -50 % (2040) et -60 % (2050).

L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF EN VALEUR ABSOLU

L'objectif est déterminé :

- Pour chaque catégorie d'activité ;
- **Incluant tous les usages énergétiques sur une année ;**
- Par un seuil exprimé en kWh/m²/an en fonction de la consommation énergétique des bâtiments nouveaux de la même catégorie d'activité et des meilleures techniques disponibles ;
- En tenant compte d'indicateurs d'intensité d'usage propres à chaque typologie d'activité.

Les valeurs à respecter sont fixées par arrêté avant le début de chaque décennie et les objectifs doivent être atteints à chaque échéance (2030, 2040, 2050).

Les assujettis qui présentent un niveau de consommation d'énergie important et qui n'ont pas encore entrepris d'actions de réduction s'orienteront plutôt vers l'objectif exprimé en valeur relative. Ceux qui ont déjà engagé des actions de réduction de leur consommation d'énergie s'orienteront vers l'objectif exprimé en valeur absolue.

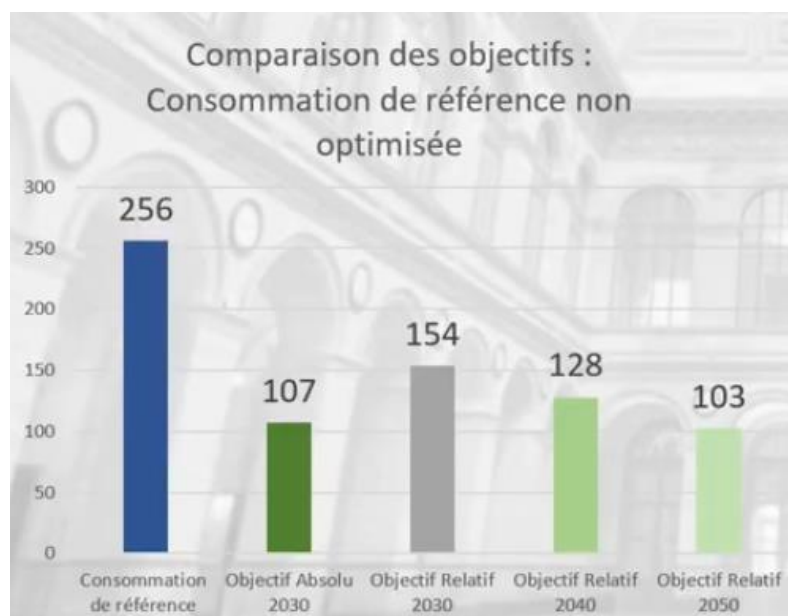


Figure 13: Distinction entre valeurs absolu et relative avec les consommations réelles, source: enerj meeting

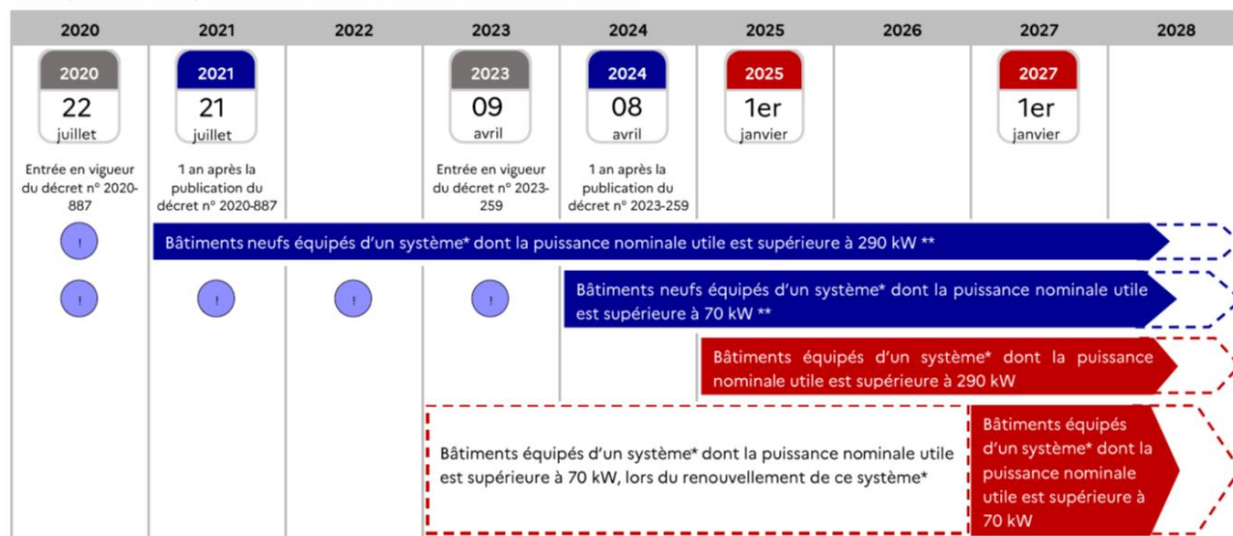
6.6 Décret BACS (Building Automation and Control System)

Ce décret impose de mettre en place pour les bâtiments neufs ou existant un système d'automatisation et de contrôle, d'ici le **1er Janvier 2025**. Elle concerne tous les bâtiments tertiaires non résidentiels, pour lesquels le système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non à un système de ventilation, a une puissance nominale **supérieure à 70kW (annexe II)**.

Une dérogation peut être accordée pour le neuf et l'existant si une étude prouve que le temps de retour sur investissement est supérieur à 10 ans.

Les systèmes de gestion sont répartis selon 4 classes. La classe A est la meilleur et la D la moins bonne. Afin de répondre aux exigences de ce décret, **un système de classe C minimum** devra être mis en place.

Ces textes réglementaires visent à optimiser la performance énergétique des bâtiments en imposant l'installation de systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments (BACS) pour tous les bâtiments tertiaires équipés de système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non avec un système de ventilation, dont la puissance est supérieure à 290 kW ou 70 kW, selon le calendrier suivant :



* Système de chauffage ou de climatisation, combiné ou non avec un système de ventilation.

** La date de dépôt de permis de construire faisant foi.

Les bâtiments pour lesquels le permis de construire a été déposé avant les dates d'entrée en vigueur des obligations pour les bâtiments neufs (à savoir le 22 juillet 2021 pour les puissances supérieures à 290 kW et le 09 avril 2024 pour les puissances supérieures à 70 kW) devront se mettre en conformité en tant que « bâtiments existants » avant le 1er janvier 2025 ou 2027, selon la puissance installée.

Figure 14: Echéance du décret BACS

6.7 Qualité d’Air Intérieur (QAI)

Trois réglementations et deux organismes encadrent la QAI :

- Le règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT) ;
- Le code du travail ;
- Le décret QAI ;
- L’Agence Nationale de sécurité sanitaire de l’alimentation, de l’environnement et du travail (ANSES) ;
- Haut Conseil de la santé publique (HCSP).

L’un des principaux indicateurs d’une bonne qualité de l’air est le CO₂. Les valeurs seuil apparaissant dans de nombreuses documentations sont situées entre 800 et 1000 ppm. Il est conseillé de mettre une alarme basse à 600ppm et une alarme haute à 800ppm afin d’éviter un risque d’inconfort. La **valeur seuil de 1000ppm doit normalement amener des actions correctives** afin de mieux renouveler l’air.

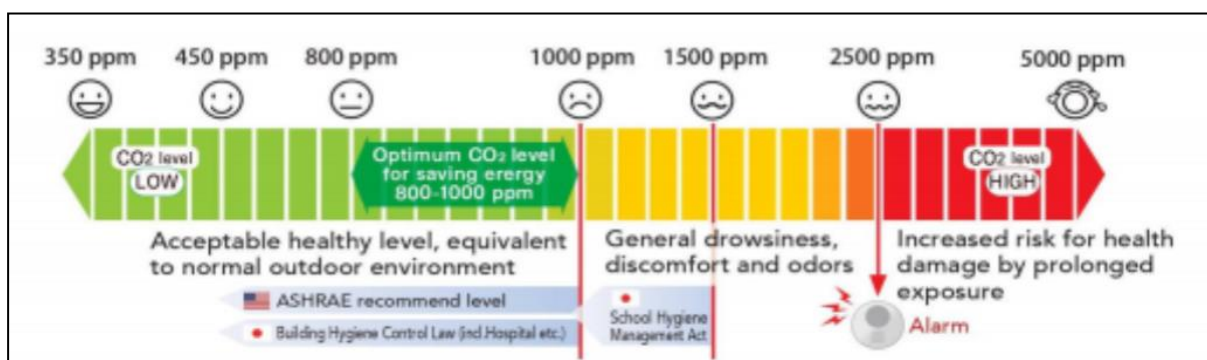


Figure 15: Seuil CO₂ pour une bonne qualité d'air intérieur

La prise en compte de la qualité de l’air intérieur dans les projets est désormais essentiel. Fin 2022, un décret a fait évoluer la surveillance de la qualité de l’air pour certains types d’activités.

Cette surveillance comporte :

- Une évaluation annuelle des moyens d’aération des bâtiments, incluant une lecture directe de la concentration en CO₂ ;
- Autodiagnostic de la QAI ;
- Une campagne de mesure des polluants (benzène et formaldéhyde) à chaque étape clé de la vie du bâtiment (cf : Décret n°2022-1690) ;
- Plan d’action.

Le calendrier de mise en œuvre impactera en :

- 2023 : Les établissements d’enseignements ;
- 2025 : Les structures sociales et médico-sociales.

A retenir :

- **4 réglementations principales (RTélément/élément, RT globale, Label BBC, Décret tertiaire,**
- **La RT globale travaille sur les 5 principaux postes de consommation en énergie primaire du bâtiment,**
- **Le décret tertiaire travail sur l'ensemble des postes de consommation en énergie finale (du compteur),**
- **L'importance de la qualité d'air intérieur avec un seuil haut maximal de 800ppm sans dépasser les 1000ppm.**

Objectif BBC et décret tertiaire

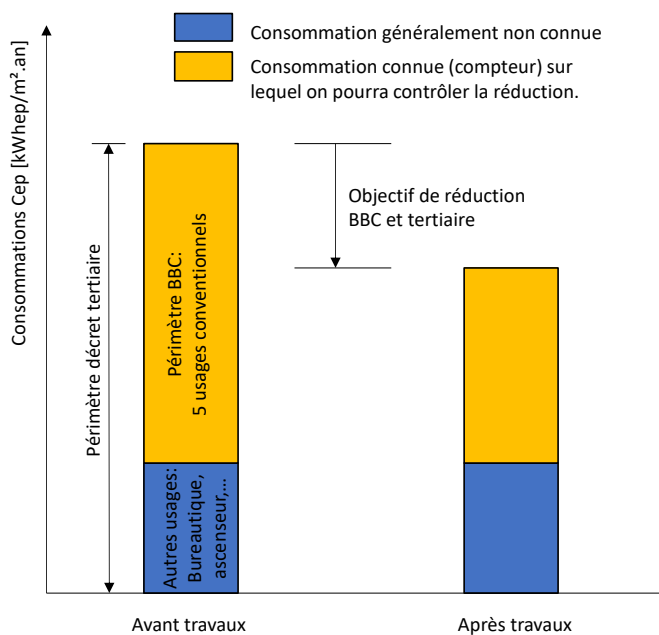


Figure 16: Synthèse des réductions de consommation

7 FICHE N°5 : EXEMPLES

7.1 Hypothèses initiales

Les hypothèses sont les suivantes :

- Le bâtiment est viable à la rénovation (structure, ...) ;
- Pas d'évolution de la répartition des consommations d'énergie (graphique ci-dessous) ;
- Même source d'énergie avant et après travaux.

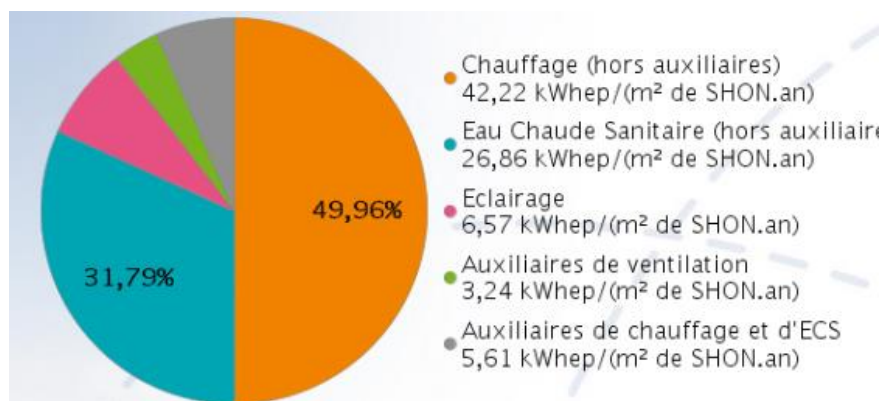


Figure 17: Répartition des consommations dans un bâtiment

Deux cas seront traités, le premier portera sur un logement collectif et le second sur un bâtiment tertiaire.

7.2 Critère de sélection du bâtiment : la consommation énergétique du bâtiment

Le parc du MinArm est l'un des plus grands de l'état Français, la priorisation des bâtiments à rénover est par conséquent complexe. Dans l'hypothèse où le bâtiment est apte à être rénové, l'observatoire BBC donne dans son rapport de 2019 une piste de réflexion intéressante pour la sélection du bâtiment.

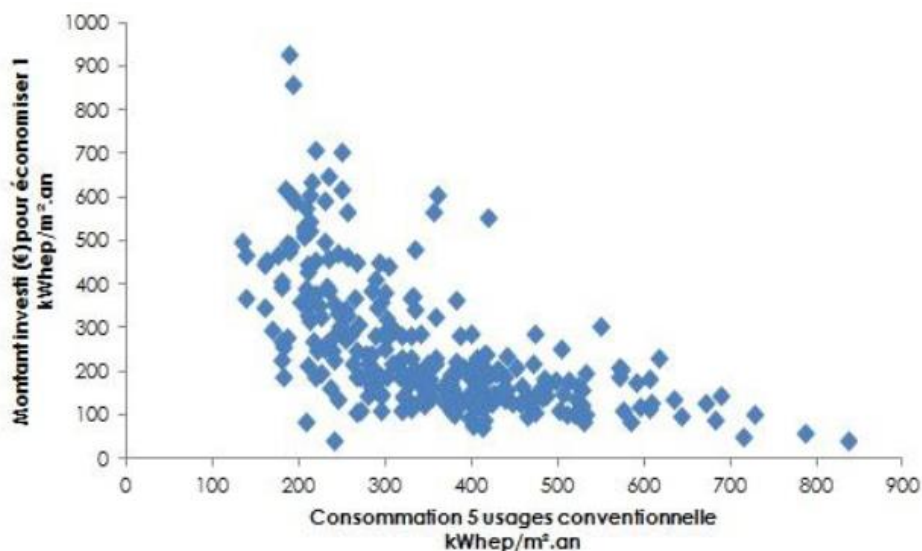


Figure 18: investissement pour gagner 1kWh/m².an en fonction de la consommation avant travaux. source: observatoire BBC

Sur ce graphique, lorsque l'on se rapproche des 200 [kWhep/m².an], le coût de l'investissement pour gagner 1[kWh/m².an] augmente de manière exponentielle. Le choix d'une rénovation devra donc porter sur des bâtiments ayant une consommation avant travaux supérieure à 200[kWhep/m².an]. Ce type de consommation correspond à des bâtiments ayant un DPE situé entre D et G soit antérieur aux années 2000.

7.3 Exemple n°1 : Logement collectifs

Le bâtiment sélectionné est un exemple provenant du site observatoire BBC. Il s'agit d'un bâtiment de logements collectifs construit en 1965. Il est situé en île de France (h1a) à une altitude de 35 m. Sa consommation de référence (calculée par logiciel et non celle lue sur le compteur) est de 251.67 [kWhep/m².an].

Objectif à atteindre

Deux objectifs sont à atteindre :

- Niveau BBC : DPE de classe B= **110 [kWhep/m².an]** ;
- Décret tertiaire : Dans notre exemple le Cep est compris entre 110 [kWhep/(m².an)] et 280 [kWhep/(m².an)], le résultat à obtenir est donc de -50% d'énergie finale (Cef). L'énergie finale avant travaux n'est pas communiquée ni calculée (via simulation énergétique). Sur une opération du ministère, une simulation devra être réalisée pour confirmer l'atteinte de cet objectif. Si, la répartition des consommations et l'énergie ne change pas (hypothèse de départ), on peut estimer que le pourcentage de diminution en énergie primaire (Cep) est égal à celui en énergie finale (Cef).

Solution : Etat initial/projet

Les solutions techniques proposées sont sous forme de tableau. Pour information, plus le coefficient U est faible, plus la structure est isolante.

	Solutions techniques	Coefficient U en W/(m².K)	
		Initial	Final
Structure / isolation	Murs avec allège en béton de 13 cm isolés par l'extérieur avec 12 cm de laine minérale	0,9	0,293
Structure / isolation	Murs en béton de 26 cm isolés par l'extérieur avec 12 cm de polystyrène expansé	2,76	0,278
Plancher bas	Plancher bas sur vide sanitaire isolé avec 4 cm de fibres isolantes	0,698	0,698
Plancher haut	Toiture terrasse composée d'une dalle de béton de 20 cm isolée avec 32 cm de laine minérale	0,33	0,11
Fenêtres et porte-fenêtres	Menuiserie PVC - double vitrage - Occultation par volet coulissant en PVC ou persiennes coulissantes	2,9	1,12

Dans ce cas, le plancher bas n'a pas été touché par les travaux de rénovation. Cela n'empêche pas d'atteindre les objectifs.

	Initial	Final
Chauffage/ eau chaude sanitaire	Chaudière basse température	Chaudière gaz à condensation collective
Ventilation	Naturelle	Ventilation mécanique simple flux hygroreglable de type B

Le passage d'une chaudière basse température à une chaudière à condensation permet ici d'augmenter le rendement du chauffage avec une même source d'énergie. L'installation d'une VMC permet de mieux contrôler l'apport en air neuf (qualité d'air) et de réaliser des économies de chauffage.

Synthèse

Les valeurs finales sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Cep _{initial} (kWhep/m ² .an)	Cep _{max} (kWhep/m ² .an)	Cep _{projet} (kWhep/m ² .an)	Gain
251,67	110	84,5	66,30%

Deux informations sont présentées dans ce tableau :

- La consommation en énergie primaire du projet (Cep) est inférieure au seuil max fixé par la réglementation. **Respect du niveau BBC ;**
- Le gain est de -66.3% bien supérieur au -60% demandé par le décret. **Respect du décret tertiaire.**

Les objectifs demandés par le label BBC et le décret tertiaire sont atteints. La rénovation va permettre une pérennité de l'ouvrage jusqu'en 2050.

7.4 Exemple n°2 : Bâtiment tertiaire

Le bâtiment sélectionné est un exemple provenant du site observatoire BBC. Il s'agit d'un bâtiment de tertiaire construit en 1910. Il est situé en île de France (h1a) à une altitude de 35 m. Sa consommation de référence (calculée par logiciel et non celle lue sur le compteur) est de 243.43 [kWh/m².an].

Objectifs à atteindre

Deux objectifs sont à atteindre :

- Niveau BBC : $Cep_{projet} < 0.6 * Cep_{réf} = 125.2$ [kWh/m².an]. Le calcul du $Cep_{réf}$ n'est réalisable que par le logiciel ;
- Décret tertiaire : Dans notre exemple, le Cep est compris entre 150 [kWh/(m².an)] et 260 [kWh/(m².an)], le résultat à obtenir est donc -50% d'énergie finale (Cef) ou valeur absolu. L'énergie finale avant travaux n'est pas communiquée ni calculée (via simulation énergétique). Sur une opération du ministère, une simulation devra être réalisée pour confirmer l'atteinte de cet objectif. Si, la répartition des consommations et l'énergie ne change pas (hypothèse de départ), on peut estimer que le pourcentage de diminution en énergie primaire (Cep) est égal à celui en énergie finale (Cef).

Solution : Etat initial/projet

Les solutions techniques proposées sont sous forme de tableau. Pour information, plus le coefficient U est faible, plus la structure est isolante.

	Solutions techniques	Coefficient U en W/(m².K)	
		Initial	Final
Structure / isolation	Murs en béton de 15 cm isolés par l'intérieur avec 8.5 cm de laine minérale	0.5	0,37
Structure / isolation	Murs en béton de 15 cm isolés par l'intérieur avec 20 cm de laine minérale	0.55	0.15
Plancher bas	Plancher bas sur vide sanitaire isolé avec 4 cm de fibres isolantes	0,38	0,38
Plancher haut	Toiture terrasse composée d'une dalle de béton de 15 cm isolée avec 14 cm de polyuréthane	0,41	0,16
Fenêtres et porte-fenêtres	Menuiserie plus performante	4	1.7

Dans ce cas, le plancher bas n'a pas été touché par les travaux de rénovation. Cela n'empêche pas d'atteindre les objectifs.

	Initial	Final
Chauffage	Système VRV	Système VRV plus performant
Ventilation	VMC double flux	VMC double flux avec récupérateur de chaleur (efficacité de 82%). Classe d'étanchéité A (très bonne étanchéité).

Les systèmes en place étaient les bons. La pose de nouveaux matériels plus performant et **dimensionnés au juste besoin** suite à la rénovation de l'enveloppe va permettre des gains de production, d'énergie et de longévité des installations

Synthèse

Les valeurs finales sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Cep _{initial} (kWhep/m ² .an)	Cep _{ref} (kWhep/m ² .an)	Cep _{projet} (kWhep/m ² .an)	Gain
243.43	125.2	122.62	50.3%

Deux informations sont présentées dans ce tableau :

- La consommation en énergie primaire du projet (Cep) est inférieure au seuil fixé par la réglementation. **Respect du niveau BBC ;**
- Le gain est de -50.3%. **Respect du décret tertiaire.**

Les objectifs demandés par le label BBC et le décret tertiaire sont atteints. La rénovation va permettre une pérennité de l'ouvrage jusqu'en 2050.

7.5 Estimation du coût

La dernière étape consiste à chiffrer le coût du projet. L'observatoire BBC dans son rapport de 2019 donne des valeurs du coût de la rénovation. Ces chiffres basés sur un grand nombre de chantier donnent une bonne approche du coût d'une rénovation BBC malgré les aléas économiques.

En maisons individuelles : 338 à 354 €HT/m² ;
En logement collectif : 315 €HT/m² ou environ 19000€ par logement ;
En tertiaire : 469 €HT/m².

La figure ci-dessous a été réalisée par un bureau d'étude.

Trois solutions sont possibles :

- Pas de travaux, seul les dépenses de fonctionnements sont prises en compte ;
- Travaux par étape ;
- Rénovation globale BBC.

Au bout de 20 ans, le bâtiment rénové selon le scénario 1 ou le 2 aura eu un coût identique. Cependant, dans le premier scénario, le confort d'été pour le personnel n'aura pas été pris en compte, les émissions en GES et la consommation en énergie auront été importante. Ce qui n'est pas le cas pour le bâtiment rénové selon le scénario 3. Pour le même montant, il apparaît intéressant d'investir dans une rénovation globale qui permettra d'améliorer le confort du personnel ainsi que le bilan environnemental du bâtiment.

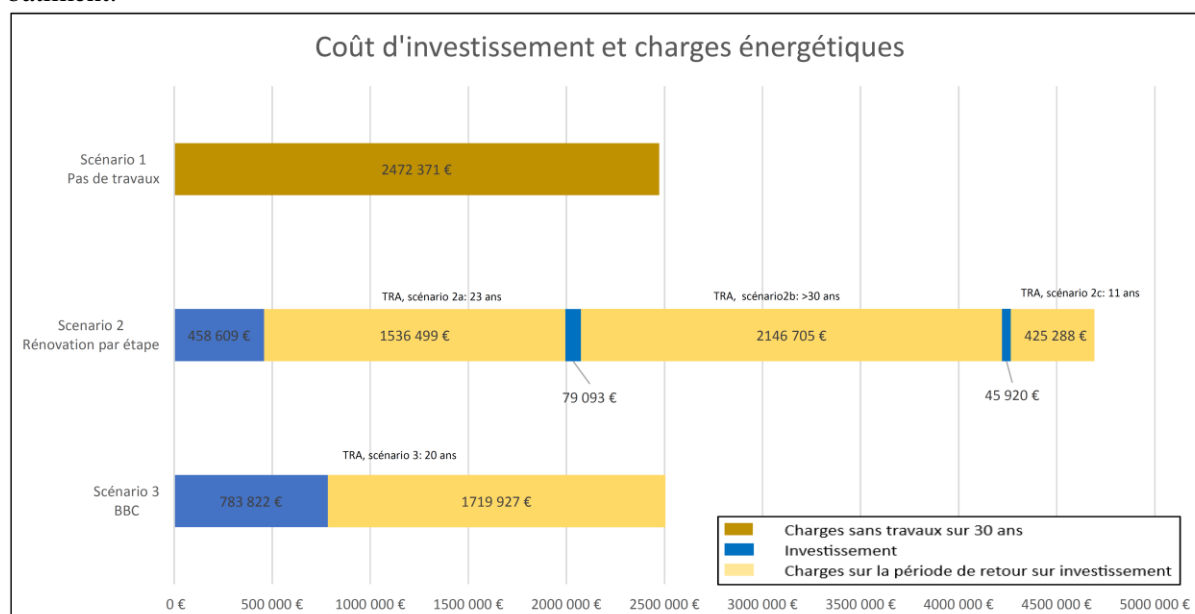


Figure 19: Temps de retour sur investissement selon 3 scénarios