

Guillaume Perrin

**RÉNOVER
DURABLEMENT
LES BÂTIMENTS
TERTIAIRES**

Préparation, travaux et suivi

DUNOD

Direction artistique : Nicolas Wiel

Illustration de couverture : brizmaker – shutterstock.com

Mise en page : Nord Compo

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2021

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-082475-5

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^o et 3^o a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Remerciements

*« La construction du paradis est plus intéressante
que le paradis lui-même »*

Claude Lelouch, Le Dictionnaire de ma vie

Rénover un bâtiment est passionnant à plus d'un titre : d'une part parce que cela fait appel à des compétences techniques certaines, d'autre part parce qu'un bâtiment ne se conçoit qu'avec la compréhension de son usage et de ses occupants ; cette action de rénovation allie donc des compétences humaines et techniques pour un résultat visible. Construire le plan d'action et les réalisations associées représente donc un défi particulièrement prenant !

Si les bâtiments tertiaires sont un sujet médiatiquement moins visible que le secteur du logement, les acteurs du secteur sont nombreux et dynamiques, alliant pour le confort de tous cette approche technique et humaine qui est la clé d'une démarche réussie. Qu'ils en soient remerciés, ils sont les inspirateurs de cet ouvrage !

Professionnels (FFB/FFIE, FEDENE, GIMELEC notamment) et collectivités (AMF, AMRF, AITF) œuvrent ainsi tous les jours pour aider à passer de l'idée à l'action et acter ainsi le déploiement de la transition énergétique au local qui, additionnés, aboutissent à la transition énergétique nationale et au-delà.

Plus particulièrement, je souhaite remercier ceux qui ont permis la création du programme ACTEE, notamment les élus de la FNCCR, Madame la Ministre ainsi que la DGEC, en particulier Olivier David et son équipe (Alexandre, Pascal, Mathilde et Sophie), tout comme ceux qui l'ont soutenu (Anne-Lise, Virginie de la cellule interministérielle ou encore Marie et Philippe Pelletier du Plan bâtiment durable) et inspiré (et notamment l'ADEME avec Frédéric et Christophe) ! Sans compter bien entendu la direction générale de la Fédération et l'équipe ACTEE, qui œuvrent au quotidien pour animer efficacement ce programme !

Une pensée plus particulière aux acteurs des énergies renouvelables, entre lesquels le débat fait parfois rage (les EnR sont-elles de l'efficacité énergétique ?), et en particulier Serge Defaye, parti trop tôt alors que j'écrivais la conclusion de cet ouvrage.

Je souhaite aussi remercier plus particulièrement l'ATEE, en particulier en la personne de Daniel Cappe, dont le dynamisme pour porter l'efficacité énergétique n'a jamais failli, aux côtés de Christian Deconninck et de mon délégué général Marc Garnier pour l'ATEE Île-de-France, avec les membres de mon bureau.

Table des matières

Remerciements	III
---------------	-----

Partie 1

Pourquoi la rénovation durable est devenue indispensable

Chapitre 1 ■ Le changement climatique	2
1.1 Les causes du réchauffement climatique	2
1.2 Le réchauffement climatique et ses conséquences : du dérèglement climatique à l'échelle mondiale...	4
1.3 ... à la plus locale	5
1.4 Comment agir ?	7
Chapitre 2 ■ Pourquoi rénover ?	9
2.1 Moins consommer, c'est moins impacter les ressources naturelles	9
2.2 Moins consommer : une facture allégée	12
2.3 Mieux consommer : faire vivre le tissu économique local	13
2.4 Mieux consommer : mieux assurer la durabilité financière de son bâtiment	14
2.5 Mieux consommer : mieux assurer la durabilité technique de son bâtiment	15
2.6 Mieux consommer : mieux vivre le bâtiment	16
Chapitre 3 ■ Rénover énergétiquement ou rénover ?	
Approche holistique et bien-être des usagers	17
3.1 Approche holistique	17
3.2 Accessibilité et sécurité	19
3.3 Mesurer le bien-être : une gageure ?	20
Chapitre 4 ■ État du bâti tertiaire en France	23
4.1 Part du patrimoine tertiaire dans les bâtiments en France	23
4.2 Focus sur les bâtiments des collectivités	27

Chapitre 5 ■ Le décret tertiaire, catalyseur de l'action	32
5.1 Qu'est-ce que le décret tertiaire ?	32
5.2 Qui est concerné ?	33
5.3 Valeur relative ou valeur absolue ?	34
5.4 La plateforme OPERAT	36
5.5 Le décret BACS, brique suivante du décret tertiaire	39
Chapitre 6 ■ La réglementation thermique existante	41
6.1 Qu'est-ce qu'une réglementation thermique ?	41
6.2 Contenu de la RT en vigueur	42
6.3 RT globale ou RT « élément par élément » ?	43
6.4 RE 2020	46
Partie 2	
Préparer le passage à l'action	
Chapitre 7 ■ Agir sur le comportement, les usages et les intermittences	50
7.1 La résistance au changement	50
7.2 La communication, clé d'une relation de confiance	52
7.3 Impliquer l'utilisateur : les éco-gestes	55
7.4 Mutualiser low-tech et high-tech	59
7.5 Usages et intermittence	60
7.6 Le SMEn	63
Chapitre 8 ■ Les étapes d'un projet : rénovation globale ou par étapes ?	65
8.1 Rénovation globale ou par étapes ?	65
8.2 Définir ses besoins	69
8.3 Préparer le passage aux travaux	72
8.4 Les travaux	74
Chapitre 9 ■ Les acteurs du projet de rénovation	76
9.1 Panorama	76
9.2 Le maître d'ouvrage	77
9.3 L'assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO)	78
9.4 Le maître d'œuvre (MOe)	79
9.5 Le coordonnateur SPS	80

Chapitre 10 ■ Le déroulé d'un audit et les points de vigilance	82
10.1 L'audit comme pierre angulaire de la démarche à l'échelle du bâtiment	82
10.2 Un audit, avec qui ?	85
10.3 Première phase : l'état des lieux	87
10.4 Deuxième phase : le bilan énergétique et les préconisations	90
10.5 Troisième phase : les programmes d'amélioration	93
10.6 Quatrième phase : l'analyse financière	95
Chapitre 11 ■ La stratégie bâtiminaire	97
11.1 S'organiser et connaître son patrimoine	97
11.2 Un outil central : le schéma directeur énergie immobilier	99
11.3 Focus sur la phase d'audit d'un SDIE	101
11.4 Scénarios et construction du schéma directeur immobilier	104
Chapitre 12 ■ Le programme ACTEE et les autres programmes CEE	108
12.1 Qu'est-ce qu'un programme CEE ?	108
12.2 Le programme ACTEE, un programme au service des collectivités	109
12.3 La composition du programme ACTEE	110
12.4 Les programmes pour le tertiaire privé	113
Chapitre 13 ■ Les labels	114
13.1 Logique et intérêt des labels	114
13.2 Les labels Effinergie en rénovation	116
13.3 La certification HQE	118
 Partie 3	
 Le passage à l'action	
 Chapitre 14 ■ Optimiser ses contrats	120
14.1 Mettre en place une stratégie d'achat d'énergie	120
14.2 Optimiser ses contrats	122
 Chapitre 15 ■ Notions clés de la thermique du bâtiment	125
15.1 Transferts de chaleur et éléments de thermique du bâtiment	125
15.2 Conductivité thermique et résistance d'un matériau	128

15.3	Déperdition par ponts thermiques	130
15.4	Caractérisation et déperdition par les vitrages	130
15.5	Caractérisation et déperdition par les menuiseries	132
15.6	Autres déperditions courantes et bilan thermique d'un bâtiment	133
Chapitre 16 ■ Les matériaux et l'isolation		137
16.1	Caractéristiques principales des matériaux d'isolation	137
16.2	Les matériaux biosourcés	140
16.3	Le traitement des ponts thermiques	145
16.4	L'isolation des combles perdus	148
16.5	L'isolation d'une toiture-terrasse	149
16.6	L'isolation du plancher bas par panneaux semi-rigides	150
16.7	L'isolation des murs par l'extérieur (ITE)	151
16.8	L'isolation des murs par l'intérieur (ITI)	152
Chapitre 17 ■ Les travaux courants		154
17.1	Les actions à temps de retour faible	154
17.2	Calorifuger le réseau de chauffage	157
17.3	L'installation de circulateurs auto-adaptatifs	158
17.4	Le relamping LED	159
17.5	VMC hygro B et VMC double flux	160
17.6	Le remplacement des ouvrants par des fenêtres à menuiseries bois	161
17.7	L'installation de chauffe-eau thermodynamique	161
Chapitre 18 ■ La ventilation et la qualité de l'air intérieur		163
18.1	Contexte et enjeux de la qualité de l'air intérieur	163
18.2	La perméabilité à l'air d'un bâtiment	166
18.3	Les ventilations simple flux	169
18.4	Les ventilations double flux	170
Chapitre 19 ■ L'éclairage		173
19.1	État des lieux	173
19.2	Les actions possibles	174
19.3	Le projet d'éclairage	177
19.4	L'ambiance lumineuse	178

Chapitre 20 ■ La production de chauffage	180
20.1 Le dimensionnement du système de chauffage	180
20.2 Les émetteurs	182
20.3 La chaudière à condensation	184
20.4 L'installation d'un chauffage par PAC air/eau ou PAC air/air (aérothermie)	185
20.5 Le bois énergie	186
20.6 Le solaire PV	188
20.7 PAC géothermique et géothermies	189
20.8 Le solaire thermique	191
20.9 Le raccordement à un réseau de chaleur	192
20.10 Autres solutions	198
Chapitre 21 ■ Les contrats de performance énergétique	199
21.1 Définition	199
21.2 Les familles de CPE	202
21.3 Objectifs et durée du CPE	204
21.4 La garantie de performance énergétique	207
21.5 Points d'attention	211
21.6 Une alternative : le commissionnement	212
Chapitre 22 ■ Se grouper pour rénover	215
22.1 Se grouper pour commander des études	215
22.2 Se grouper pour isoler : exemple de l'approche COCON	216
22.3 Se grouper pour acheter son énergie	218
Chapitre 23 ■ Études de cas	221
23.1 Les bâtiments scolaires	221
23.2 Les piscines et centres nautiques	226
23.3 Les bureaux	231
Chapitre 24 ■ Financer son projet : CEE et autres leviers	236
24.1 Que recoupe le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE) ?	236
24.2 Les périodes et actualités du dispositif	237
24.3 Quelles sont les actions éligibles aux CEE ?	239
24.4 Comment valoriser ses CEE ?	242

24.5 Les autres modes de financement	243
24.6 Analyse des capacités d'investissement de la collectivité	245

Partie 4

Suivre l'action dans le long terme

Chapitre 25 ■ La réception des travaux	250
25.1 La gestion du chantier	250
25.2 Bien gérer ses déchets	252
25.3 La réception des travaux	253
Chapitre 26 ■ La figure de l'<i>energy manager</i> ou économiste de flux	256
26.1 Un accompagnateur, pour quoi faire ?	256
26.2 L' <i>energy manager</i>	257
26.3 Le conseiller en énergie partagée (CEP)	258
26.4 L'économiste de flux	259
26.5 Exemples de structures publiques portant ce type de poste	261
Chapitre 27 ■ Phase exploitation-maintenance : suivi des économies d'énergie et protocole IPMVP	263
27.1 Principes et intérêt de l'exploitation/maintenance	263
27.2 Les types de marchés d'exploitation	266
27.3 Les enjeux de l'instrumentation	268
27.4 Le protocole IPMVP	272
27.5 L'approche BACS (systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments)	275
Chapitre 28 ■ Les logiciels de suivi	277
28.1 Identifier ses besoins	277
28.2 Les grandes familles de fonctionnalités et panorama de l'existant	280
Conclusion	287
Bibliographie	289
Index	293

Partie 1

Pourquoi la rénovation durable est devenue indispensable

Chapitre 1 ■ Le changement climatique	2
Chapitre 2 ■ Pourquoi rénover ?	9
Chapitre 3 ■ Rénover énergétiquement ou rénover ? Approche holistique et bien-être des usagers	17
Chapitre 4 ■ État du bâti tertiaire en France.....	23
Chapitre 5 ■ Le décret tertiaire, catalyseur de l'action.....	32
Chapitre 6 ■ La réglementation thermique existante.....	41

Chapitre 1

Le changement climatique

Le dérèglement climatique est en marche, avec des effets très tangibles, que ce soit au niveau mondial ou à l'échelle des territoires dans lesquels on vit. Pour réagir, deux axes d'action sont complémentaires : les stratégies d'adaptation et les stratégies d'atténuation. C'est au premier de ces axes que s'intéresse la rénovation énergétique, en cherchant à réduire la consommation d'énergie, donc la consommation des ressources de la planète.

1.1 Les causes du réchauffement climatique

Le réchauffement climatique, conséquence de l'action humaine, est à l'œuvre. C'est un fait mesurable maintenant au quotidien.

Les causes sont désormais bien connues par tous : l'homme, dans le développement de sa société, a privilégié à partir du XIX^e siècle l'usage d'énergies carbonées, avec tout d'abord le charbon, énergie utilisée en pivot de la Révolution industrielle. Ce charbon, en se consumant, a émis du carbone et autres gaz à effet de serre – comme l'ont fait par la suite les autres énergies carbonées. Si l'effet de serre est nécessaire à la conservation d'une température de vie à la surface de la Terre, il est néfaste en excès, car la chaleur se retrouve alors « piégée » et l'on observe une augmentation de la température moyenne de la Terre.

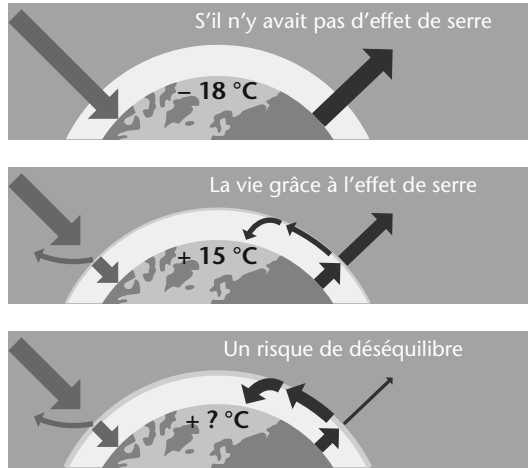


Figure 1.1 – Illustration de l'effet de serre

L'analyse des courbes de température moyenne de surface sur la Terre montre une très nette corrélation avec l'utilisation des énergies carbonées (charbon d'abord, puis gaz en particulier). Ce qui était une simple anomalie de température par rapport à des moyennes et analyses menées sur plusieurs millénaires se retrouve confirmé dans sa fréquence et son évolution moyennes.

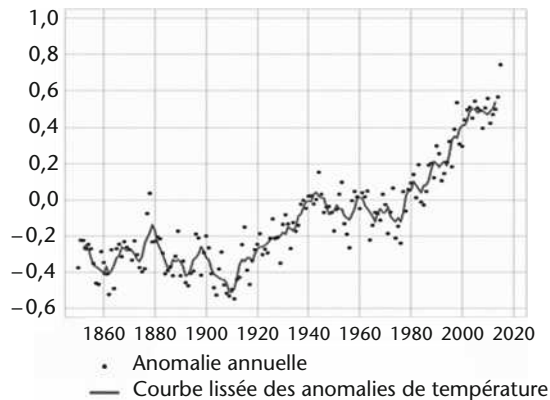


Figure 1.2 – Anomalies des températures globales de surface (1850-2015) par rapport à la moyenne 1961-1990 (°C)

Source : Météo France

On pourrait également mentionner l'action de composés chimiques de type HCFC (hydrochlorofluorocarbures), beaucoup utilisés dans les années 1950, ayant abouti à la formation du trou dans la couche d'ozone par dégradation. La couche d'ozone a une fonction protectrice, notamment des rayonnements du soleil, sans laquelle ces derniers atteignent directement le sol – ce qui est particulièrement problématique lorsqu'il s'agit de banquises qui,

en fondant, contribuent à la modification de température de l'océan, nuisant au cycle plus global d'équilibre des températures au sol.

Zoom : le poids carbone du béton dans la construction

Les émissions dues à l'industrie cimentière représentent 5 à 7 % des émissions totales mondiales ; décarboner l'utilisation du béton est un réel enjeu de filière. On estime que la consommation mondiale de béton est d'environ 1 m³ par personne par an. Composant de base du ciment, le clinker est issu d'une réaction chimique à 1 450 °C entre du calcaire et de l'argile. Cette réaction est responsable de fortes émissions de gaz à effet de serre pour deux raisons :

- La réaction de formation du clinker décarbone le calcaire en rejetant du CO₂. Cela représente 60 % des émissions du clinker.
- La cuisson du clinker à 1 450 °C, généralement réalisée à l'aide de combustibles fossiles, est responsable des 40 % d'émissions restantes.

Pour réduire l'impact carbone du béton, il est possible de substituer une proportion du clinker, très émissif, par d'autres composants. Classiquement, des matériaux comme les cendres volantes (déchets de centrales thermiques) ou les laitiers (déchets de hauts fourneaux) sont utilisés pour remplacer jusqu'à 65 % du clinker dans le ciment. Toutefois, les caractéristiques des ciments obtenus, et donc leurs usages, ne sont pas les mêmes. Ces bétons ne peuvent donc pas être utilisés de manière systématique.

1.2 Le réchauffement climatique et ses conséquences : du dérèglement climatique à l'échelle mondiale...

Au-delà de cette évolution moyenne de température à la hausse, le dérèglement de la machine Terre se décline sur de nombreux paramètres. L'ensemble des paramètres étant liés, les impacts de l'effet de serre sont en effet innombrables, d'où la notion plus globale de « dérèglement climatique ».

Si l'on se concentre sur les grands événements naturels (inondations, sécheresse, tremblements de terre...), on observe notamment une augmentation à la fois en fréquence et en intensité.

En s'intéressant à d'autres sphères et domaines, on note en particulier les effets tangibles suivants :

- perte énorme de la biodiversité et des espèces ;
- nombreux phénomènes climatiques extrêmes (inondations, ouragans...) ;
- vagues de chaleur caniculaire plus fréquentes et plus longues ;
- élévation forte de la température moyenne ;

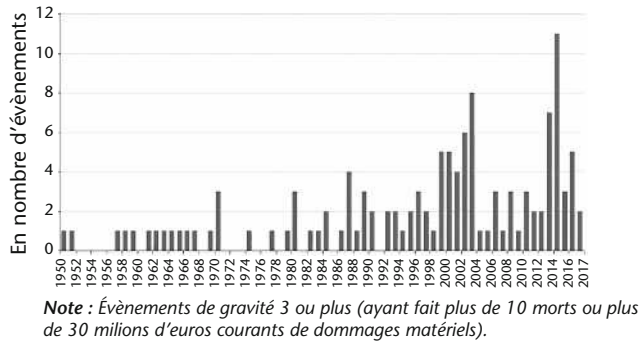


Figure 1.3 – Augmentation très nette du nombre d'événements naturels très graves survenus en France depuis 1950

Source : SDES d'après MTES (DGPR), 2017

- montée des océans, impliquant une disparition des îles et des côtes ;
- augmentation du nombre de réfugiés climatiques (zones inhabitables, mauvaises récoltes...);
- augmentation des épidémies ;
- autres conséquences, sensibles à toutes échelles.

Paroles d'expert : Raphaëlle Kounkou-Arnaud, Météo France

Les projections climatiques pour la France métropolitaine au xxi^e siècle tendent vers une poursuite du réchauffement, quel que soit le scénario socio-économique envisagé. Selon le scénario sans politique climatique, le réchauffement pourrait atteindre $4^{\circ}C$ à l'horizon 2071-2100 par rapport à la période 1976-2005. Ainsi, le nombre de jours de gel devrait diminuer tandis que le nombre de journées chaudes devrait augmenter, et ce, quel que soit le scénario d'augmentation moyenne des températures. Au cours du xxi^e siècle, les vagues de chaleur seront de plus en plus fréquentes, longues et intenses en France. Les projections montrent peu d'évolution des précipitations annuelles, mais avec des contrastes saisonniers et régionaux. L'assèchement des sols sera en outre de plus en plus marqué en toute saison.

1.3 ... à la plus locale

S'il est tentant de se rassurer en lisant ces articles depuis le confort d'un chez-soi occidental et en se disant que « c'est bien triste, mais heureusement c'est bien loin », l'illusion dure peu. En effet, on peut déjà relever les conséquences locales de ces bouleversements, agissant certes à une échelle mondiale mais impactant toutes les échelles.

On notera ainsi un ensemble de petits faits du quotidien, allant de « avant, quand je descendais du nord au sud de la France, le pare-brise était plein

d'insectes, maintenant il n'y en a plus » jusqu'à « mon activité économique est en danger, je ne vais pas pouvoir survivre », ainsi qu'un certain nombre de stratégies de conservation, voire de continuité, dont nous parlerons juste après.

À titre d'exemple concret et quotidien, commençons par nos repas : s'il est d'ores et déjà nécessaire de trouver d'autres céréales, plus résistantes à la sécheresse, et de s'organiser pour faire vendanges et récoltes plus tôt dans l'année avec le déplacement des saisons (donc d'organiser un secteur économique et l'emploi de saisonniers en conséquence, susceptibles d'être mobilisés à ces époques par d'autres secteurs), la qualité des produits restant disponibles est altérée : ainsi la teneur en alcool des vins augmente (ceux-ci étant issus de la décomposition des sucres, plus importants lorsqu'il y a davantage de soleil), et les épisodes de sécheresse font craindre, au-delà des modifications profondes des vins d'un point de vue gustatif, une disparition de certains cépages de régions historiquement viticoles, comme la vallée du Rhône ou le Bordelais. En prévision de la continuité de l'augmentation des températures, des producteurs de Bordeaux sont en train d'investir dans des terres aux sols similaires, et qui auront dans trente ans un climat analogue à celui du Bordelais d'aujourd'hui : ces terres sont situées au sud de l'Angleterre, ce qui donne une idée des prévisions...

Si l'on parle voyage, outre la disparition des îles des mers du sud qui privera certains de destinations exotiques, les sports d'hiver dans les stations des Alpes (ne parlons pas de celles des Pyrénées, des Vosges ou du Jura, beaucoup plus basses, donc encore plus impactées !) devront réinventer leur modèle économique à très court terme du fait de la baisse d'enneigement devenue régulière. D'ailleurs, pour cette raison, le ministère de l'Environnement a indiqué que tous les plans-climat élaborés par les collectivités de montagne qui ne prendraient pas en compte un nécessaire volet d'adaptation ne seraient pas viables.

Les conséquences des canicules et vagues de chaleur, plus fréquentes et plus intenses, sont sensibles : inconfort, augmentation de la pollution, décès prématurés chez les personnes fragiles... et ce, quel que soit le territoire. À ce propos, l'auteur de cet ouvrage ne saurait que trop vous conseiller de vous procurer l'ouvrage *Rafraîchissement urbain et confort d'été : lutter contre les canicules*, également édité chez Dunod. Nous en reparlerons dans le chapitre 20 qui traitera notamment des réseaux de froid, il faut agir dans ce domaine dans une logique de multiples échelles et de manière transverse.

L'ensemble de ces effets, du plus local au plus global, s'il est ressenti, se traduit également en activité économique. C'est ainsi que le GIEC, groupe d'expert mondial sur le climat qui a autorité en la matière, donne des indicateurs en

termes de baisse de PIB (estimée de 0,2 à 2 % avec le scénario d'augmentation moyen) mais aussi en pouvoir d'achat.

Ainsi, si au début de l'analyse de ce dérèglement on pensait volontiers que les effets les plus tangibles ne se feraient pas sentir avant plusieurs générations, évoquant avec emphase la nécessité de laisser la terre viable à nos petits-enfants, la rapidité du phénomène et sa tangibilité immédiate font qu'on en mesure dès maintenant, à l'échelle de moins d'une génération, les premiers effets. Il s'agit donc de trouver des moyens d'agir ici et maintenant, sans remettre d'ambitueuses actions à plus tard, au risque certain qu'il soit alors trop tard.

1.4 Comment agir ?

Alors, faut-il d'ores et déjà réserver son bunker pour s'enfermer au plus vite lors du grand effondrement ? C'est une option, mais préférons d'abord l'action dans une démarche pragmatique.

L'action concernant un problème global comme le dérèglement climatique nécessite une approche systémique, s'intéressant aux causes et cherchant à les réduire, mais agissant également sur les conséquences, en vue de les amoindrir. C'est le sens d'une stratégie qui s'appuie à la fois sur l'atténuation (action sur les causes) et sur l'adaptation (action sur les conséquences).

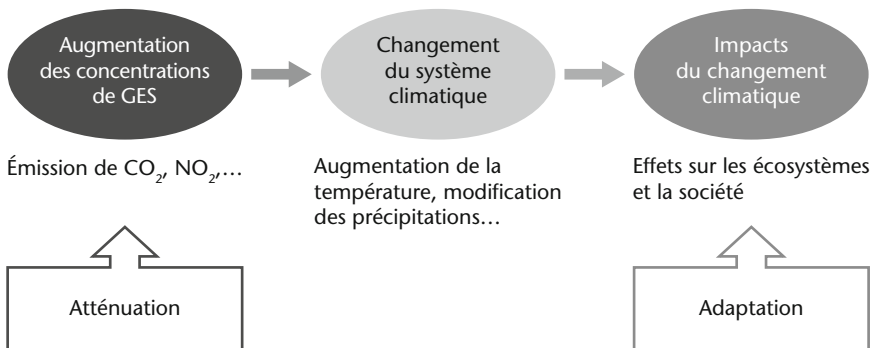


Figure 1.4 – Agir sur l'amont et sur l'aval

Source : MEEM/ONERC

Il est tentant de considérer ces deux stratégies comme indépendantes, car elles relèvent de deux temporalités différentes et concernent des acteurs agissant sur des filières distinctes (ex : acteurs de la santé pour la thématique de l'adaptation vs acteurs de l'énergie concernant l'atténuation). Pourtant, elles sont avant tout complémentaires et doivent être organisées de manière cohérente pour se répondre.

Ainsi, dans le domaine de l'énergie, deux axes d'action se détachent, d'un point de vue très concret ; il faut d'abord consommer moins, mais aussi consommer mieux.

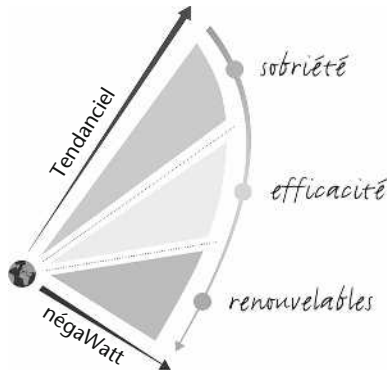


Figure 1.5 – La dynamique Négawatt
Source : Institut Négawatt

Moins consommer, cela veut dire d'abord travailler sur la sobriété énergétique, soit la dynamique des écogestes : fermer les fenêtres lorsque le chauffage est allumé, s'habiller plus chaudement pour éviter d'augmenter le chauffage, etc. Mais cela veut dire aussi travailler sur l'efficacité énergétique, soit les actions permettant de mieux isoler les bâtiments : poser des doubles vitrages, isoler les murs par l'extérieur, isoler la toiture, etc.

Comme le préconise la démarche Négawatt, c'est après cette étape d'optimisation de la consommation, et seulement après, que l'on peut commencer à travailler sur le « mieux consommer », soit s'appuyer sur les énergies renouvelables à intégrer pour « verdir » les consommations des bâtiments. C'est là qu'interviennent les énergies renouvelables électriques ou thermiques, comme le solaire, le bois énergie, l'éolien, la géothermie, le solaire thermique ou photovoltaïque...

Chapitre 2

Pourquoi rénover ?

La première motivation d'une rénovation énergétique d'un bâtiment, tertiaire ou non, est liée à la baisse de la facture énergétique. Pourtant, la rénovation entraîne un certain nombre d'externalités positives particulièrement intéressantes, notamment en termes de gestion immobilière et de valeur verte pouvant en découler, améliorant l'attractivité d'un actif ou du patrimoine d'une collectivité.

2.1 Moins consommer, c'est moins impacter les ressources naturelles

On l'a vu plus haut, la dynamique actuelle du dérèglement climatique portée par les activités humaines et notamment l'utilisation de gaz à effet de serre suppose un passage à l'action, et le premier acte se situe dans le bâtiment. On estime en effet qu'environ 25 % des émissions de gaz à effet de serre sont issus du bâtiment, le secteur tertiaire en représentant quant à lui environ un tiers.

C'est l'assemblage des différentes échelles – individu, bâtiment, quartier, ville, région, pays, continent... – qui permet d'agir durablement pour limiter l'impact (*a minima* le ressenti) du dérèglement climatique.

Si les bâtiments de logements sont une des priorités, le tertiaire ne doit pas être en reste ; ainsi, on estime que dans les communes, 81 % des consommations énergétiques proviennent des bâtiments communaux, la plupart tertiaires. Près de la moitié des bâtiments en France ont été construits avant 1975. Leur consommation moyenne est d'environ 240 kWh d'énergie primaire/m²/an, alors que les exigences actuelles se situent autour de 50 kWh/m²/an.

Le premier levier d'action est donc la diminution des consommations énergétiques, soit la sobriété énergétique et l'efficacité énergétique, et notamment l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments. Si, comme

on le verra brièvement dans le chapitre 6, les normes réglementaires sur le neuf sont l'un des leviers, c'est bien dans la rénovation énergétique des bâtiments existants que se situent les enjeux. À titre d'illustration, la variation entre la ville d'aujourd'hui et la ville de 2050 telle qu'on l'imagine, en termes de nouveaux bâtiments, est assez faible : la ville de 2050 imaginée est fondée en majorité sur l'existant, à l'exception de quelques nouveaux bâtiments apparus entre-temps.

Au-delà de la consommation en énergie pure, par l'exploitation et l'utilisation courante, l'analyse se conduit également en cycle de vie, soit comprenant les matériaux ayant servi à la construction du bâtiment et son entretien régulier. Ainsi, chaque mètre carré de bâtiment construit représente 1,5 tonne de CO₂ émis sur l'ensemble de son cycle de vie.

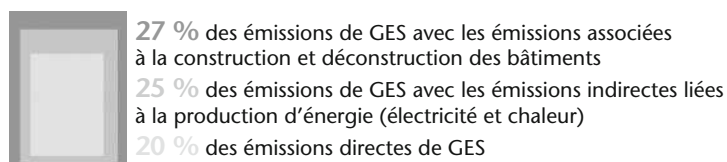


Figure 2.1 – Part des émissions de gaz à effet de serre (GES) dues au secteur résidentiel-tertiaire au niveau français

Source : OID 2018 d'après SNBC 2015

Paroles d'expert : Marjolaine Meynier-Millefert, Alliance HQE-GBC

Afin de répondre aux enjeux environnementaux en rénovation, l'Alliance HQE-GBC, notre association reconnue d'utilité publique, a proposé sur la base d'une expérimentation une méthode d'analyse de cycle de vie pour les bâtiments rénovés permettant de calculer les impacts environnementaux du bâtiment rénové. Elle constitue une aide à la décision à trois niveaux. À l'échelle du bâtiment, elle aide à choisir entre l'acte de rénover et celui de déconstruire puis reconstruire. Elle permet également d'optimiser les décisions d'ordre environnemental lors d'une rénovation. À l'échelle d'un parc de bâtiments comportant des édifices neufs et existants, elle vient soutenir une évaluation environnementale globale.

En tant que membre français du réseau Green Building Council, l'Alliance HQE-GBC poursuit actuellement ses travaux avec le projet NZC Renovation dont la portée est européenne. Son ambition est de sensibiliser à l'acte de rénover sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment pour réduire efficacement les émissions de carbone. Les résultats des travaux seront connus en octobre 2021.

Les objectifs placés sur le secteur immobilier, et en particulier le tertiaire, sont donc particulièrement importants, dans un but de diminution d'énergie.

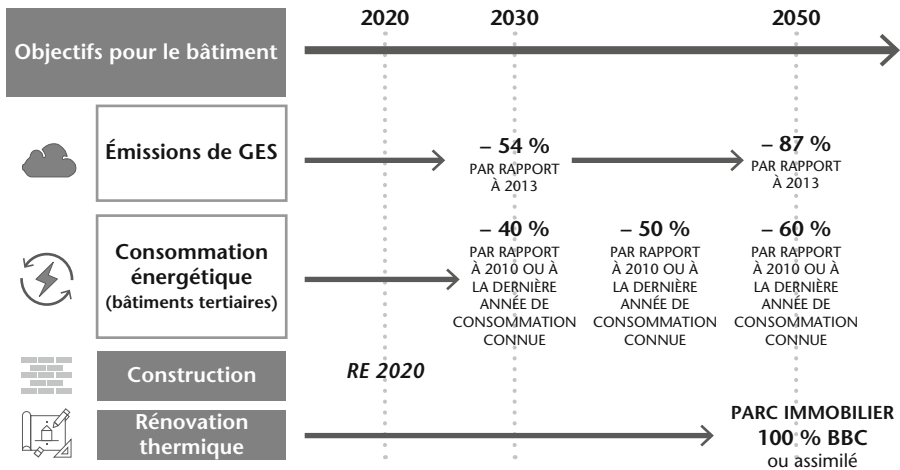


Figure 2.2 – Principaux objectifs de réduction des émissions de GES et des consommations énergétiques pour le secteur immobilier en France

Source : OID 2018, d'après OID et PwC 2017

L'Accord de Paris vise à limiter le réchauffement climatique à 2 °C d'ici à la fin du siècle par rapport à l'ère préindustrielle. Cela implique de réduire les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) de 40 % à 70 % en 2050 par rapport à 2010, et atteindre des niveaux d'émission proches de zéro en 2100.

La France s'est engagée, avec la stratégie nationale bas-carbone (SNBC), à réduire de 75 % ses émissions de GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990 (stratégie dite de « Facteur 4 », soit une diminution par 4 des émissions de GES).

Concrètement dans le secteur qui nous intéresse, l'objectif national est de réduire les émissions de GES du secteur résidentiel-tertiaire de 54 % d'ici à 2028 et de 87 % d'ici à 2050 par rapport à 2013. Ces objectifs vont se concrétiser, d'un point de vue réglementaire, par la RE2020 pour les bâtiments neufs et le dispositif éco-énergie tertiaire pour l'existant.

Si l'on analyse plus finement les causes de l'émission des gaz à effet de serre dans le secteur du bâtiment, on constate que la plupart se concentrent dans la fabrication des matériaux. Différents projets, comme celui porté par le World Business Council for Sustainable Development, visent à établir un cadre commun pour les entreprises du secteur immobilier afin d'aligner leurs objectifs climatiques sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

Le graphique ci-après présente deux chaînes de valeur : en termes de responsabilité directe (« Action ») et en termes d'influence. Les plus gros volumes d'émissions sont dus aux matériaux de construction et à l'exploitation des bâtiments (modulo le mix énergétique du pays considéré, ce qui peut être nuancé en France, si l'on conserve la logique d'énergie décarbonée).

La chaîne d'influence souligne les acteurs qui ont un impact significatif sur la manière dont les bâtiments sont construits.

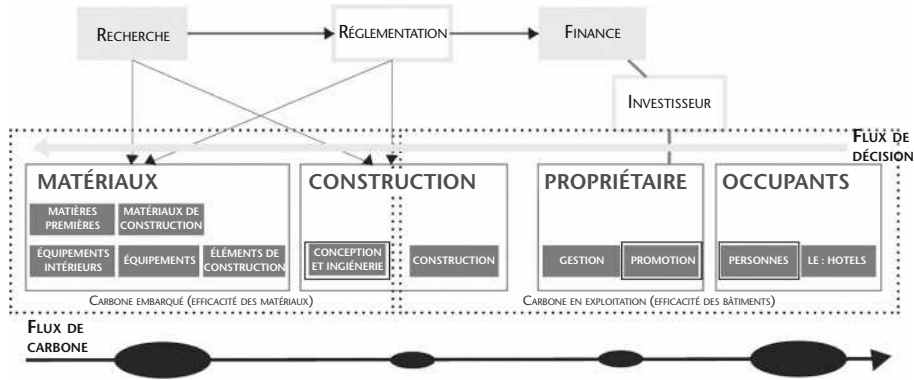


Figure 2.3 – Chaînes d'action et d'influence sur les émissions de gaz à effet de serre d'un bâtiment
Source : OID 2018, d'après WBCSD 2018

2.2 Moins consommer : une facture allégée

L'argument économique est souvent décisif pour se lancer dans la rénovation énergétique : investir dans de tels travaux permet de faire baisser sa facture sur les postes énergie, que ce soit de petits aménagements (régulation, calorifugeage, etc.) ou des chantiers plus importants (isolation de toiture, de murs, changement de chaudière, etc.).

Les bâtiments publics sont ainsi de gros consommateurs d'énergie avec des postes plus saillants que d'autres : chauffage, éclairage (s'il est vétuste) et eau chaude sanitaire. Avec l'augmentation tendancielle du coût de l'énergie et les nombreux soutiens financiers de l'État, tout montre que le coût de l'adaptation sera largement inférieur au coût de l'inaction.

L'enquête ADEME-AITF-FNCCR¹ sur les bâtiments des communes montre ainsi que les collectivités enquêtées dépensent environ 57 € par habitant pour l'énergie, pour une consommation de 584 kWh. Les dépenses d'énergie des communes de plus de 500 habitants pour les bâtiments communaux (32,50 €/an/h), l'éclairage public (8,40 €/an/h) et les carburants (3,60 €/an/h) ; au total, les dépenses d'énergie représentent ainsi 4,2 % du budget de fonctionnement des communes (et 10 % hors masse salariale).

¹ ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie ; AITF : Association des ingénieurs territoriaux de France ; FNCCR : Fédération nationale des collectivités concédantes et régies.

Alors que les consommations étaient encore en hausse, le budget énergie, qui fait partie des dépenses de fonctionnement, a, lui, été orienté à la baisse (- 5 % sur la période 2012-2017). Une diminution due à celle du prix de l'énergie. Malgré l'augmentation des prix de l'électricité, les prix des carburants et du fioul domestique ont en effet diminué de 12 % et 18 %. En revanche, entre 2005 et 2012, leurs dépenses de gaz, d'électricité ou de carburant ont flambé de 35 % ! Vu la grande variabilité du prix de l'énergie, minimiser son poids permet de mieux gérer ses dépenses. Sur 2005-2012, le prix du gaz naturel a en effet augmenté de 60 % à 85 %, celui du fioul de 65 %, celui des carburants de 35 %, et celui de l'électricité dédié à l'éclairage public de 40 %. Le prix de l'électricité a, de son côté, augmenté de 18 % (abonnement inclus).

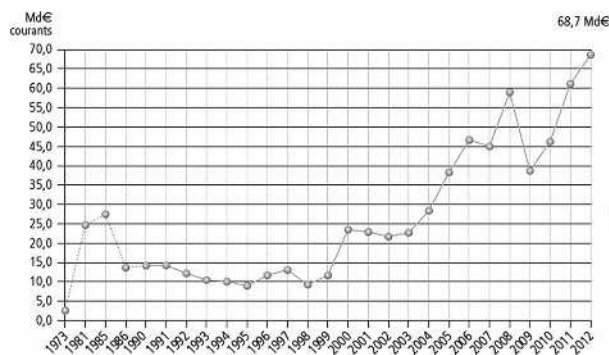


Figure 2.4 – Hausse continue du prix des énergies fossiles
 Source : SDES/CGDD/MEDDE

De manière plus large la facture énergétique, qui s'élève à 68,7 milliards d'euros en 2012, établit un nouveau record historique (+ 12 %).

Au total, les ménages, entreprises et administrations ont dépensé 168 milliards d'euros (Md€) en 2019 pour leur consommation d'énergie. 53 Md€ correspondent aux taxes (nettes des subventions aux énergies renouvelables) et 39 Md€ aux importations nettes de produits énergétiques. Elle pèse ainsi 3,4 % du PIB, contre seulement 1 % dans les années 1990, et la dynamique va en s'accroissant. La consommation finale d'énergie, corrigée des variations climatiques, baisse, quant à elle, de 0,9 % en 2019 d'après les statistiques du ministère de l'Écologie, avec une diminution davantage marquée dans l'industrie et le tertiaire.

2.3 Mieux consommer : faire vivre le tissu économique local

La mise en place d'une connaissance de son patrimoine, *via* les audits ou les stratégies immobilières énergie, suivie d'une phase de travaux avec de

nombreux chantiers et interventions d'entreprises, puis d'une phase de suivi et maintenance du bâtiment, génère un nombre de commandes important auprès des acteurs économiques locaux ou nationaux. Cet enchaînement permet de renforcer la résilience du territoire, dans une dynamique de développement soutenable de celui-ci.

Le développement immobilier tout comme l'exploitation des bâtiments sont sources d'emplois pour le territoire – salariés, fournisseurs, clients, etc., comme les commerces, créateurs d'emplois non délocalisables – qui contribuent au dynamisme économique et au lien social.

La filière de l'immobilier et de la ville pèse près de 11 % du PIB français et représente un emploi sur cinq créés en France en 2017 selon Real Estate Urban Employment Monitor 2019. Ainsi, avec 1 076 058 salariés (en 2019), le BTP est l'un des premiers employeurs de France. Composé à 96 % d'entreprises de moins de dix salariés, le secteur compte aussi des PME, des grandes entreprises (comme Eiffage ou Vinci) et des bureaux d'études.

La filière mobilise donc un panel très diversifié de métiers, avec des besoins pour le gros œuvre de manœuvres et charpentiers disposant d'une compétence spécifique dans le bois, terrassiers, maçons et aides-maçons, poseurs de canalisations et de tuyaux... Pour le second œuvre, plombiers, chauffagistes, plâtriers, peintres, menuisiers et électriciens...

2.4 Mieux consommer : mieux assurer la durabilité financière de son bâtiment

Enfin, ces travaux valorisent le bâtiment, en termes de valeur vénale. Ils améliorent sa performance énergétique, environnementale et son prix à la revente. C'est ce qu'on appelle « la valeur verte ». À titre d'illustration, la décote entre les étiquettes A-B et F-G oscille entre 6 et 23 % pour les appartements et entre 12 et 30 % pour les maisons en France, selon les régions, et on retrouve l'équivalent pour le marché tertiaire, avec une différenciation qui peut s'accroître selon les labels et démarches de certification supplémentaires mises en œuvre. En effet, selon Nexity, une étude a montré que les immeubles « verts » se louent mieux et plus cher que les autres, et que leur valeur immobilière augmente de 8 à 10 % à la revente. La rénovation guidée par le décret tertiaire semble donc aussi rentable économiquement et peut permettre à long terme de fixer de façon significative la valeur immobilière des biens.

A contrario, la location des « passoires thermiques » est bien sûr plus compliquée, et de tels biens immobiliers perdent de la valeur – a fortiori