

Notes techniques et réflexions

Les dangereuses insuffisances du plan de rénovation et de la loi Climat et Résilience

Auteur : Olivier SIDLER

V2 - Août 2021

Expert en énergie
Fondateur et ex-directeur du bureau d'études ENERTECH
125, route de Dieulefit
26160 FELINES S/RIMANDOULE
TEL: (33) 04.75.90.18.54
email : olivier.sidler@ gmail.com
Blog : <https://leblog.enertech.fr/15-blog-olivier-sidler>

TABLE DES MATIERES

Résumé	3
Introduction	6
1 - Analyse critique des hypothèses de simulation de la DGEC	8
1-1 Présentation de la méthodologie générale	8
1-2 Traitement de l'écart entre consommation réelle et consommation calculée	8
1-3 Nombre de logements par classe énergétique	11
1-4 Les incertitudes majeures sur la nature de la surface des logements	11
1-5 Nombre de destructions annuelles de logements	12
1-6 Pénétration du chauffage électrique dans les constructions neuves et rénovées	13
1-7 Ne réaliser que des rénovations « performantes »	13
1-8 Le facteur d'énergie primaire et le contenu CO2 du kWh chauffage électrique	14
1-9 Valeur de consommation affectée à chaque classe énergétique	15
1-10 Autres hypothèses	16
2 – Modifications apportées dans le modèle de simulation proposé	17
2-1 Méthodologie générale	17
2-2 Passerelle entre l'ancienne et la nouvelle étiquette énergétique	17
2-3 Pas de coefficients de pondération arbitraires	17
2-4 Structures possibles des parcs de logements en fonction de la classe énergétique et de l'énergie	18
2-5 Le choix de la surface habitable à l'exclusion de tout autre	18
2-6 Valeurs des consommations et émissions moyennes de chaque classe énergétique	19
2-7 Simulation de stratégies de rénovation variées	19
2-8 Calcul de l'énergie grise et des EGES dues à la construction neuve et à la rénovation	19
2-9 Valeurs paramétrables dans les simulations	20
3 – Analyse critique des résultats du scénario « Rénovations ABC passoires 2028 » de la DGEC et recherche de solutions optimales	21
3-1 Consommation d'énergie et émission de GES au 1/1/2018	21
3-2 Analyse des résultats obtenus par la DGEC et recherche des solutions optimales	22
3-3 Rappels des hypothèses faites dans les différents scénarios présentés	39
3.3.1 Les hypothèses communes à tous les scénarios	39
3.3.2 Les hypothèses et paramètres susceptibles de varier	39
4 – Conclusion et propositions	43

RESUME

Avec la loi Climat et Résilience, les députés ont voté l'interdiction de la mise en location des passoires énergétiques (logements F et G) d'ici 2028 (dès 2025 pour les étiquettes G), puis des logements classés E d'ici 2034, le gel des loyers dans les passoires énergétiques dès 2023, ainsi que la mise en place d'un accompagnement de A à Z pour aider les Français à rénover leur logement. Ils ont également précisé qu'une rénovation était performante lorsque le logement était, après rénovation, de classe énergétique A ou B, voire de classe C pour les logements initialement en classe F ou G ou, par exception, n'avait progressé que de deux classes énergétiques en cas de contraintes spécifiques.

Partant de ces éléments la DGEC a produit une note technique¹ visant à légitimer le bien-fondé de l'approche gouvernementale. Elle indique que, si tous les logements de classes F et G sont rénovés d'ici 2028, que 80 % le sont en classe C, on économisera 53,6 TWh/an (énergie finale) et 22,7 Mt CO2 en 2028, ce qui est conforme, selon elle, aux exigences de la PPE.

Mais la PPE impose une réduction de 74 TWh (énergie finale) pour le secteur résidentiel (ce chiffre incluant un faible potentiel d'économie sur les usages spécifiques de l'électricité). Et le plan, présenté comme un scénario qui va inéluctablement se dérouler, nécessite dès cette année la rénovation de 750 000 logements/an de classes F et G.

Hormis l'utilisation d'un outil de simulation d'une qualité scientifique manquant singulièrement de rigueur, il est étonnant que la DGEC puisse considérer comme acquise la rénovation spontanée par les Français de 750 000 logements/an en classe C, alors qu'aucune loi ne les y oblige (tout au plus invite-t-on seulement les propriétaires bailleurs à quitter les classes F et G dans la loi Climat et Résilience) et sans que le financement des 27 milliards d'euros annuels nécessaires aux travaux ne soit envisagé.

Enfin, une simulation (voir simulation n°2) sur des bases réellement physiques (pas de coefficients arbitraires d'ajustement des consommations!) montre qu'en réalité l'économie n'est que de 57 TWh/an d'énergie finale (-23% par rapport à la PPE) et de 13,8 Mt CO2 pour les émissions de gaz à effet de serre, donc loin des objectifs fixés par **la PPE qui n'est en rien respectée bien qu'elle constitue la feuille de route de la France !...**

On peut aussi se demander si les impacts de ce programme sur l'énergie grise consommée par les matériaux nécessaires à la construction des logements neufs et à la rénovation ont effectivement été pris en compte, ou s'ils sont renvoyés vers le secteur industriel. Toujours est-il que si on comptabilise cette énergie grise et les GES associés, le bilan de l'opération en 2028 n'est plus qu'une diminution de l'énergie finale de 12,9 TWh et une augmentation des émissions de gaz à effet de serre de 5,7 Mt CO2 par rapport à 2018.

Les pouvoirs publics semblent donc ignorer que la stratégie de rénovation qu'ils proposent ne permettra pas, par son manque d'ambition, de réalisme et de moyens, de respecter les objectifs fixés ne serait-ce qu'à l'horizon 2028 par la PPE.

Pour y parvenir il faudrait :

- porter l'exigence énergétique d'un « logement performant » au niveau de la classe B et non de la classe C pour les logements initialement de classe F ou G car ils constituent un important gisement d'économie qu'il serait dommage de n'exploiter que partiellement, ou bien adopter la référence au label BBC Rénovation.

¹ Ministère de la transition écologique - « Ambition climatique et rénovation performante pour 2028 et 2050 - scénarios de chiffrage pour une rénovation du secteur résidentiel compatible avec les objectifs PPE/SNBC pour 2028 et SNBC pour 2050 » - 6 Avril 2021 - <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Note%20r%C3%A9novations%20secteur%20r%C3%A9sidentiel%202028-2050-v1.3.pdf>

- Pour des raisons à la fois d'efficacité et d'ordre budgétaire, il faut abandonner les « petits travaux » de rénovation et s'orienter définitivement et sans regrets vers des rénovations « complètes et performantes », c'est à dire réalisées en une seule fois et avec l'ambition de récupérer la totalité du gisement d'économies potentielles.

- Pour atteindre les objectifs de la PPE en adoptant les critères actuellement dans la loi (voir simulation n°8), il faudrait rénover 785 000 logements/an dont 83% seraient en classe B (mais aucun en classe A). Cela conduirait en 2028 à avoir traité 60% du parc de passoires énergétiques (ce qui concerne 5,5 millions de logements).

Mais il serait beaucoup plus intéressant de recourir au nouveau label BBC Effinergie Rénovation ($80 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2_{\text{Shab}}/\text{an}$ et $20 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2_{\text{Shab}}/\text{an}$) : il suffirait alors de rénover chaque année d'ici 2028, 720 000 logements/an dont 82% seraient au niveau de ce label et 8% en classe A, afin d'avoir rénové d'ici 2028 55 % du parc de logements de classes F et G (voir simulation n°12). On réduirait le nombre annuel de logements à rénover (ce qui constitue un élément critique) et on conserverait pour les années au-delà de 2028 un potentiel d'économie d'énergie important rendu nécessaire par la poursuite des objectifs de la PPE.

- Rendre obligatoire la rénovation car aucun dispositif d'incitation, aussi volontariste soit-il, ne permettra la rénovation annuelle de 7 ou 800 000 logements. Ce qui suppose de mettre en place les conditions d'acceptabilité de cette obligation, et notamment la possibilité pour chaque ménage de disposer d'un financement de l'ensemble du montant de ses travaux, de bénéficier d'un reste à charge nul et d'un guichet unique.

- Se limiter à 30 000 démolitions par an au lieu des 90 000 prévues afin d'améliorer le bilan global en réduisant un peu l'énergie grise mobilisée (comparer simulations n°7 et 8).

- Accélérer le processus conduisant à l'usage de matériaux biosourcés et aux techniques à faible énergie grise afin de limiter la charge énergétique considérable que constitue la fabrication des produits de construction et de rénovation.

L'ensemble de ces dispositions et du recours au label BBC Effinergie (voir simulation n°12) réduit de 75 TWh la consommation d'énergie finale des parcs neufs et existants (ce qui correspond à l'objectif de la PPE) et de 14,5 Mt CO₂ les émissions de gaz à effet de serre. Si l'on inclut l'impact de l'énergie grise associée aux matériaux de construction et de rénovation et que l'on a recours à des procédés à faible énergie grise et à des matériaux biosourcés, la réduction de la consommation d'énergie finale n'est plus que de 50 TWh et celle des émissions de gaz à effet de serre de 7,1 Mt CO₂ par rapport à 2018. On voit par là tout l'intérêt qu'il y aurait à réduire drastiquement les quantités d'énergie grise nécessaires à la construction et à la rénovation des bâtiments (comme le recommande la SNBC elle-même).

Enfin si, au lieu de supposer (comme le fait la DGEC) que la part du chauffage électrique est de 80 % dans les rénovations et de 85 % dans les logements neufs, ces deux taux sont respectivement abaissés à 60 et 65 %, l'économie de consommation d'énergie finale n'est diminuée que de 3,6 TWh (69,1 contre 72,7) par rapport au scénario précédent, celle d'énergie primaire, au contraire, augmente de 4 TWh et le gain sur les émissions de gaz à effet de serre passe de 15,1 à 14,1 Mt CO₂. Ce qui signifie que l'on dispose de certaines marges de manoeuvre dans le choix des composants du mix des énergies de chauffage et qu'il est donc possible d'alléger la contrainte probablement trop forte sur le niveau de production d'électricité nécessaire en France en 2028 et au-delà. Ceci crédibilise la stratégie imposant comme objectif de rénovation le label BBC Effinergie Rénovation proposée précédemment.

Toutes ces dispositions semblent extrêmement contraignantes, et elles le sont effectivement. Mais il n'est plus possible d'attendre encore pour mettre en oeuvre des

dispositions courageuses et difficiles parce qu'il ne sera bientôt plus du tout possible d'espérer atteindre les objectifs de neutralité carbone. Dans son dernier rapport, le GIEC alerte l'humanité en lui disant qu'elle doit s'attendre à des retombées cataclysmiques consécutives au changement climatique.... bien avant 2050 à la vitesse où la lutte s'organise....

Introduction

La loi Climat et Résilience a été publiée au Journal Officiel le 24/8/2021. Les principales dispositions sont les suivantes :

- elle précise qu'une « rénovation performante » est une opération par laquelle le logement atteint les classes A ou B, voire C pour les logements initialement en classe F ou G, ou, par exception, bénéficie d'un saut d'au moins deux classes énergétiques,
- elle rend obligatoire les audits énergétiques pour les logements de classe F ou G, puis ultérieurement de classe E,
- elle interdit progressivement la location de passoires énergétiques (logements F et G) d'ici 2028 (dès 2025 pour les étiquettes G), puis des logements classés E d'ici 2034,
- elle gèle les loyers dans les passoires énergétiques dès 2023,
- elle met en place un accompagnement complet à toutes les étapes de la rénovation pour aider les Français.

Ajoutons qu'il est également précisé (article 151) que l'atteinte de ces objectifs repose sur une incitation accrue aux rénovations énergétiques performantes [...] et sur la mise en oeuvre d'un système stable d'aide publique modulée en fonction des ressources des ménages, qui vise notamment à créer les conditions d'un reste à charge financièrement soutenable. Dont acte.

Début avril 2021, la DGEC publia une note technique² visant à justifier par des simulations le bien-fondé de la nouvelle stratégie des pouvoirs publics. Cette note conclut que :

■ « à l'horizon 2028, la rénovation performante des passoires énergétiques aux niveaux A, B ou C permet d'atteindre 100 % de l'objectif de réduction des consommations d'énergie dans le secteur résidentiel de la PPE et de la SNBC, sans même tenir compte de la rénovation des autres logements, sous réserve que les objectifs pour les bâtiments tertiaires soient par ailleurs pleinement atteints. » La baisse de consommation d'énergie du résidentiel serait de 53,6 TWh, soit 15 % par rapport à 2018, et la baisse des émissions de gaz à effet de serre du résidentiel serait de 22,7 Mt CO₂, soit 31 % par rapport à 2018. Soit dit en passant, on ne comprend pas bien comment la performance du seul secteur résidentiel peut dépendre de l'atteinte des objectifs du secteur tertiaire....

■ « À l'horizon 2050, des rénovations performantes visant la classe A, B ou C permettent d'approcher les objectifs du scénario de la SNBC en matière de réduction de consommation d'énergie dans le bâtiment, sans toutefois complètement les atteindre. Ce niveau de rénovation permet d'abattre de très grandes quantités d'émission GES (au moins un facteur quatre) ».

² Ministère de la transition écologique - « Ambition climatique et rénovation performante pour 2028 et 2050 - scénarios de chiffrage pour une rénovation du secteur résidentiel compatible avec les objectifs PPE/SNBC pour 2028 et SNBC pour 2050 » - 6 Avril 2021 - <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Note%20r%C3%A9novations%20secteur%20r%C3%A9sidentiel%202028-2050-v1.3.pdf>

Dans sa version actuelle, rappelons les objectifs énergétiques à atteindre fixés par la PPE pour chaque secteur :

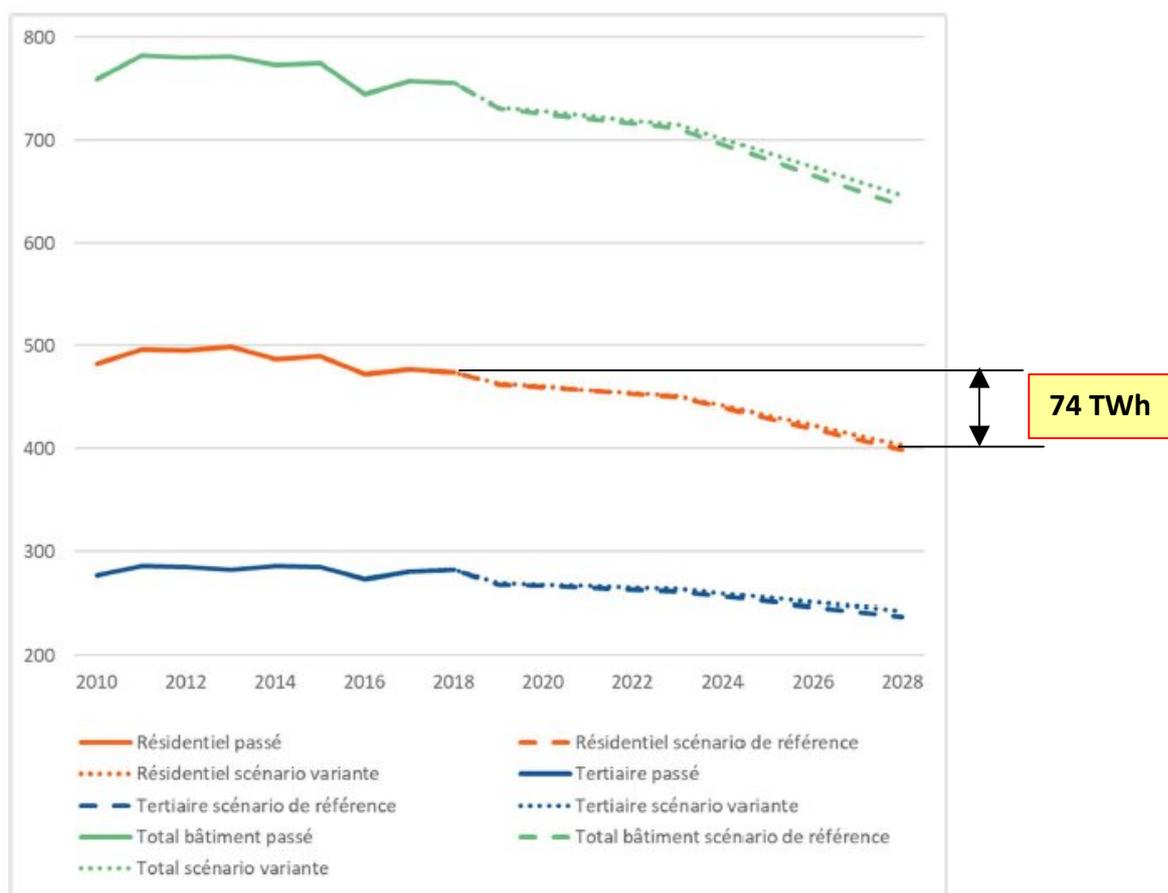


Figure 10 : Evolution passée (2010-2018) et à venir (2019-2028) de la consommation finale d'énergie dans le bâtiment suite à la mise en œuvre de la PPE (TWh)

L'économie d'énergie finale attendue dans le secteur résidentiel en 2028 est de 74 TWh. Cette économie concerne l'ensemble des usages du secteur, c'est-à-dire le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, le rafraîchissement et les usages spécifiques de l'électricité. Compte tenu des nouveaux usages électriques dans le secteur domestique, il est probable que l'économie attendue sur les usages spécifiques de l'électricité est nulle voire peut-être négative. On doit donc considérer que l'économie sur l'ensemble des autres usages est bien d'environ 74 TWh.

Il est donc surprenant de lire dans la note de la DGEC qu'avec 53,6 TWh l'objectif fixé par la PPE est atteint. L'écart avec celui-ci est en effet proche de 28 %. L'effort est manifestement insuffisant.

On peut sincèrement douter de la pertinence des choix faits par la DGEC. En effet, la stratégie qu'elle propose de mettre en œuvre aura « consommé » d'ici 2028 tous les logements présentant le plus gros potentiel d'économie (les classes F et G), sans pour autant atteindre l'objectif fixé à cette échéance. Pire, elle aura borné leur rénovation à la classe C (180 kWh/m²/an), tuant ainsi le gisement important qui existait au départ si on avait atteint la classe B, voire la classe A. Rien d'étonnant dans ces conditions à ce que les objectifs 2050 ne soient pas atteints selon la DGEC elle-même.

Il faut donc se donner les moyens d'une investigation approfondie afin de définir quelles sont les dispositions à prendre aujourd'hui pour atteindre les objectifs de la PPE, que ce soit à l'horizon 2028 ou 2050. La présente note se borne à l'horizon 2028.

1 - Analyse critique des hypothèses de simulation de la DGEC

1-1 Présentation de la méthodologie générale

L'approche de la DGEC consiste, en partant de la situation actuelle relativement bien connue, à déterminer quelle est l'évolution des consommations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire et de rafraîchissement dans les années à venir. La méthode utilisée s'appuie sur la reconstitution de l'état actuel du parc de résidences principales à partir du nombre de logements et de l'énergie principale de chauffage dans chaque classe énergétique³ (ancienne étiquette). Puis, à partir d'hypothèses sur l'évolution de la construction neuve et d'un plan d'action de rénovation fixant pour chaque classe énergétique de départ le pourcentage de rénovations conduisant à chacune des classes énergétiques plus performantes, on estime l'évolution des consommations du parc. À noter que l'une des hypothèses fortes consiste à supposer qu'à partir d'aujourd'hui, 80 % des logements rénovés et 85 % des logements neufs seront équipés de chauffage électrique.

Classe avant rénovation	Classe après rénovation						
	A	B	C	D	E	F	G
A	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
F	0,0%	10,0%	80,0%	5,0%	5,0%	0,0%	0,0%
G	0,0%	5,0%	80,0%	5,0%	5,0%	5,0%	0,0%

Figure 1.1 : Plan de rénovation pour le scénario « Rénovation ABC passoires 2028 » de la DGEC

Une première difficulté naît du fait que l'état de la situation actuelle s'appuie sur des DPE et des étiquettes énergie en vigueur jusqu'en 2021 et sur la nouvelle étiquette et les nouveaux DPE à partir de ce moment-là. Les éléments permettant le passage de l'une à l'autre formule ne sont pas précisés.

1-2 Traitement de l'écart entre consommation réelle et consommation calculée

On est ensuite surpris de lire que la consommation moyenne du parc de logements est inférieure d'environ 30 % à la consommation conventionnelle calculée à partir de la répartition des logements par étiquette énergétique et que « la différence entre consommations réelles et conventionnelles est d'autant plus importantes que l'on se situe dans une classe énergétique élevée. À l'inverse, dans les classes énergétiques basses, la tendance à construire ou rénover juste sous les limites réglementaires combinée à l'effet rebond [...], laisse supposer que la consommation réelle est cette fois plus élevée que la consommation conventionnelle ». Ce qui conduit la DGEC à proposer des coefficients de

³ « Le parc de logements par classe de consommation énergétique » - CGDD/SDES – Septembre 2020

passage (sorte de pondération) entre consommations conventionnelle et réelle d'une valeur tellement élevée qu'elle devrait conduire à s'interroger sur les raisons de cet écart.

Etiquette énergie	A	B	C	D	E	F	G
Passage consommation conventionnelle/réelle	+30%	+10%	-15%	-25%	-35%	-40%	-45%

Figure 1.2 : Coefficients de correction proposés par la DGEC pour le passage entre consommations conventionnelle et réelle

La surprise ne vient pas de l'écart important existant entre les consommations conventionnelles et réelles mais plutôt de la manière dont le problème semble avoir été traité en utilisant des coefficients de pondération tellement élevés et parfaitement arbitraires qui retirent toute pertinence aux travaux de simulation, supposés précis, effectués par la suite. Car, comment peut-on à la fois mener à bien le grand chantier de l'opposabilité du DPE (ce qui autorise en cas de contestation des consommations observées à porter l'affaire devant les tribunaux) et considérer par ailleurs que ces DPE peuvent conduire à des résultats s'écartant du simple au double de la réalité ? On objectera que ces coefficients ne portent *a priori* (car le document ne précise pas s'ils sont aussi appliqués pour la nouvelle étiquette) que sur l'ensemble des DPE disponibles aujourd'hui. Mais les travaux menés par la DHUP pour fiabiliser la méthode de calcul du DPE montrent que, d'une manière générale, les consommations de chauffage sont en augmentation en moyenne de 10 à 15 % avec la nouvelle méthode, alors que les consommations d'eau chaude sanitaire sont réduites d'environ un quart, ce qui conduit à ce que la consommation totale ne varie, sur l'ensemble, que d'une manière marginale entre l'ancienne et la nouvelle méthode de calcul comme le montre l'analyse des cas présentés lors du séminaire organisé par la DHUP le 16 octobre 2020.

Cas	Avant fiabilisation			Après fiabilisation			Variations [%]		
	Chauffage	ECS	Total	Chauffage	ECS	Total	Chauffage	ECS	Total
1	18	16	34	25	9	34	38,9%	-43,8%	0,0%
2	65	29	94	76	23	99	16,9%	-20,7%	5,3%
3	345	65	410	348	43	391	0,9%	-33,8%	-4,6%
4	232	42	274	242	30	272	4,3%	-28,6%	-0,7%
5	173	34	207	187	30	217	8,1%	-11,8%	4,8%
6	240	25	265	310	21	331	29,2%	-16,0%	24,9%
7	49	76	125	50	60	110	2,0%	-21,1%	-12,0%
8	23	57	80	21	47	68	-8,7%	-17,5%	-15,0%
9	138	30	168	169	22	191	22,5%	-26,7%	13,7%
En énergie finale [kWh/m²Shab/an]				Moyenne :			12,7%	-24,4%	1,8%
Source : Séminaire DHUP du 16/10/2020									

Figure 1.3 : Comparaison des résultats du calcul DPE avant et après fiabilisation de la méthode

Il s'ensuit un biais considérable dans les résultats obtenus par la DGEC. Qu'il puisse exister des écarts souvent importants entre consommations conventionnelles et réelles est indiscutable, et parfaitement normal. Mais il y a quand même d'importantes raisons qui permettent d'expliquer et de corriger ces phénomènes particuliers sans affecter de manière aveugle la totalité des consommations fournies par les DPE. Elles sont au nombre de deux.

La première concerne l'évolution des températures hivernales. Elles ont très sensiblement augmenté entre 1975 et aujourd'hui. Or les bases météo incluses dans la méthode de calcul du DPE sont construites sur des chroniques anciennes qui ne sont plus

d'actualité. Il s'en suit très logiquement une surestimation globale des consommations de chauffage. Ceci est parfaitement confirmé par l'évolution du nombre de degrés.jours ces dernières années.

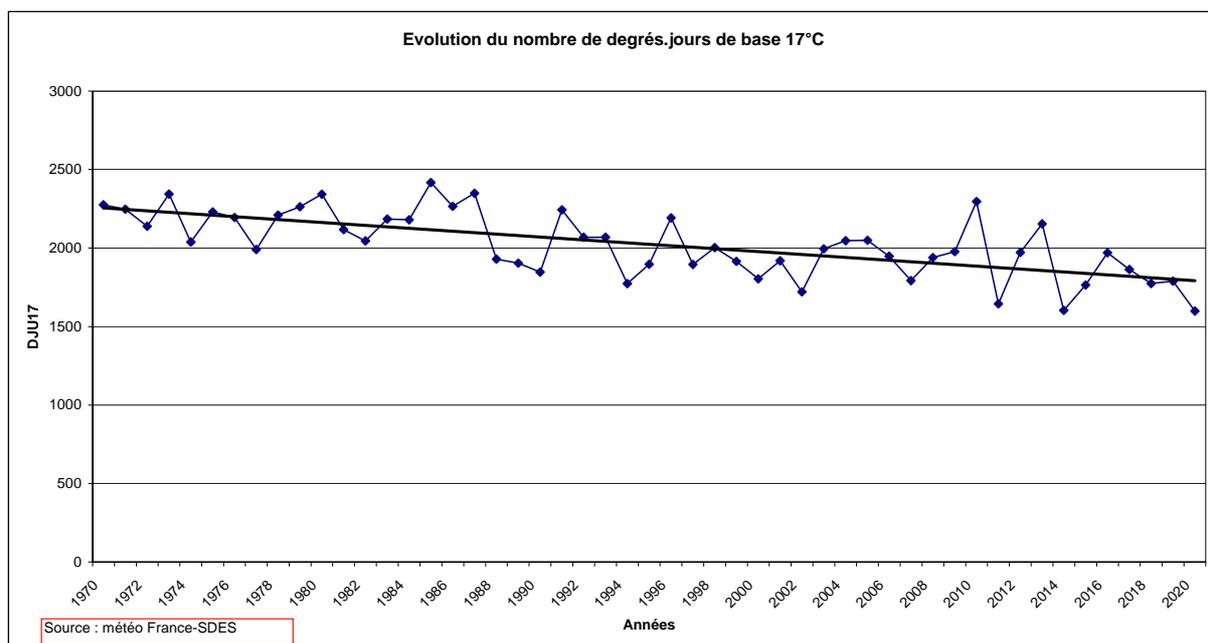


Figure 1.4 : Evolution du nombre de degrés.jours moyen de base 17 en France depuis 1970

La seconde raison est l'augmentation très significative des apports internes aux logements, essentiellement due à l'accroissement important des consommations électroménagères dont l'essentiel finit en chaleur.

Ces deux causes conduisent à réduire en 2018 de 18,5 % (72,8 TWh) le niveau de consommation des bâtiments du parc datant d'avant 1975, et de 22,4 TWh celui du parc des bâtiments construits entre 1975 et 2018.

Mais il existe encore d'autres raisons plus mineures qui peuvent expliquer les différences observées, comme les températures de chauffage moins élevées dans les bâtiments anciens qui sont par ailleurs les plus nombreux à être des passoires énergétiques, ou les surfaces moyennes des logements qui sont très sensiblement inférieures dans les logements des classes énergétiques les plus mauvaises (voir le § 2.3.3.1 de l'Annexe 1) ce qui interdit d'attribuer la même valeur de surface à tous les logements du parc :

Classe	Splancher [m²]
A	90,89
B	91,65
C	91,14
D	87,30
E	84,29
F	81,08
G	79,63

Figure 1.5 : surface moyenne des logements en fonction de leur classe énergétique

1-3 Nombre de logements par classe énergétique

La modélisation de la DGEC s'appuie sur la récente étude du SDES/CGDD⁴ qui avait évalué le nombre de logements dans chacune des classes énergétiques de l'ancien DPE. Ce faisant, elle se substituait aux travaux précédents de l'enquête Phébus datant de 2013, ce qui avait pour effet le plus visible de faire passer le nombre de logements de classes F et G de près de 9 millions à 4,8 millions. La légitimité de cette démarche n'apparaît toujours pas très évidente, et ce d'autant plus qu'il est relativement facile de corriger le nombre de logements dans les classes énergétiques A et B de l'enquête Phébus (=Phébus+) pour tenir compte des logements neufs construits depuis 2012. Si la volonté était, comme certains l'ont laissé entendre, de réduire le nombre de passoires énergétiques en France, il ne paraît pas pertinent d'utiliser cette structure de distribution si l'on veut faire un travail prospectif de qualité qui ne peut se construire que sur des données le plus proche possible de la réalité.

Il est certain qu'avec une baisse de la charge de chauffage de près de 20 % due à la réduction du nombre de degrés jours et à l'augmentation des apports internes des logements, un certain nombre de ceux-ci ont certainement migré des classes F et G vers la classe E. Mais la méthode utilisée dans l'étude du SDES/CGDD n'a pas pu prendre en compte cette dimension. Il s'ensuit que la réalité se trouve certainement aujourd'hui entre cette approche volontariste du SDES/CGDD et l'enquête Phébus+, ce qui signifie que le nombre de logements de classes F et G est probablement compris entre 6 et 7 millions. Par voie de conséquence, comme nous le montrerons plus loin, l'approche de la DGEC conduit à minorer les consommations du parc.

1-4 Les incertitudes majeures sur la nature de la surface des logements

Lorsqu'en page 8 de la note on fait le rapport de la consommation totale du parc en énergie finale (365,2 TWh/an) à la consommation spécifique (134 kWh_{EF}/m²/an) des 28,984 millions de résidences principales au 1/1/2018, on trouve 94,03 m², surface moyenne des logements du parc de résidences principales.

Première observation : même l'INSEE ne fournit pas une valeur aussi importante pour la surface des logements. Mais en consultant de nombreux documents sur le sujet (INSEE, SDES, Ceren, etc) on est étonné par le manque récurrent de précision concernant la nature de la surface des logements. Car, de quelle surface parle-t-on exactement ? Les spécialistes du bâtiment définissent la SHON (surface hors œuvre nette), la SHAB (surface habitable), la surface de plancher, la SHONRT (surface hors œuvre nette réglementation thermique), la surface utile, la surface chauffée, etc. il existe un écart de 10, voire parfois 15 % entre la SHON et la SHAB. Or, faire ces distinctions sur la nature des surfaces est extrêmement important car l'ensemble des textes réglementaires (RT 2012, RE2020, DPE, etc) se réfère à la SHAB pour déterminer les valeurs spécifiques des consommations d'énergie. En conséquence, lorsqu'on utilise ces valeurs spécifiques, il est essentiel de les appliquer à des surfaces qui ne peuvent être que des surfaces habitables (SHAB). Mais la recherche que nous avons faite montre que dans l'immense majorité des documents fournis par l'INSEE, la nature de la surface qualifiant le parc de logements n'est jamais précisée. Pendant longtemps il s'est en fait agit de SHON, puis après 2012 de surface de plancher, mais jamais de surface habitable. Difficile dans ces conditions de pouvoir appliquer les consommations

⁴ « Le parc de logements par classe de consommation énergétique » - CGDD – Septembre 2020

spécifiques des différentes classes énergétiques à des surfaces la plupart du temps surestimées de 10 à 15 %. Il a donc été nécessaire de reconstruire l'évolution de la surface habitable du parc de logements depuis 1975 jusqu'à aujourd'hui, ce que nous présenterons au § 2.3.2 de l'annexe 1.

1-5 Nombre de destructions annuelles de logements

Il est souvent difficile de trouver des statistiques concernant le nombre de logements détruits annuellement en France. Mais plusieurs références permettent de préciser le nombre de destructions depuis la première réglementation thermique en 1974.

Pour la période 1974-1999 on se référera au recensement de 1999 et à l'état du parc de résidences principales au 1/1/1975 selon l'INSEE :

- au 1/1/1975 il y avait 17 744 985 résidences principales⁵
- au 1/1/1999 il n'y avait plus que 15 681 573 résidences principales d'avant 1975 selon le recensement⁶,

soit 2 063 412 destructions en 24 ans. En moyenne on a donc détruit 85 976 logements par an entre 1974 et 1999.

Pour la période après 1999 [Note : et jusqu'en 2013], on se référera à l'un des rapports de l'INSEE sur les conditions de logement en France⁷ dans lequel on peut lire « depuis 1999, plus de 212 000 logements construits avant 1949 et 194 000 construits entre 1949 et 1974 ont été détruits. ». Soit au total 406 000 logements détruits en 13 ans (le document s'appuie sur l'enquête Filocom 2013). Le rythme des démolitions s'est donc réduit puisque sur cet intervalle la moyenne a été de 31 230 logements détruits par an.

Depuis cette date, le nombre de destructions annuelles n'a semble-t-il guère évolué, et on l'évalue à environ 0,12 % du parc de résidences principales.

La note de la DGEC précise que, dans la période 2018 à 2050, il y aura 2,9 millions de logements détruits, ce qui en fait en moyenne 90 625 par an. Ceci apparaît comme une accélération relativement forte du processus de destruction, probablement souhaitée pour maintenir l'activité dans la construction puisque tout logement détruit doit être rapidement reconstruit afin de maintenir une continuité dans la disponibilité en logements. On sait en effet que, selon l'INSEE, la croissance démographique devrait se réduire d'ici 2050 en France pour atteindre une population totale de 74 millions d'habitants à cette date. Si on raisonne de façon linéaire, cela conduirait à ne plus construire chaque année que 110 000 logements (hors processus de compensation des destructions), alors qu'on en construit actuellement de l'ordre de 300 000 par an. Ce phénomène est aujourd'hui bien identifié et on peut chercher à l'atténuer en augmentant le nombre de démolitions comme suggère de le faire la DGEC. Cependant, nos analyses montrent que ce processus, s'il est incontestablement favorable à la création d'emplois, ne l'est pas sur le plan énergétique à cause de l'importante quantité d'énergie grise absorbée par la construction. La question du nombre de destructions annuelles doit donc faire partie des paramètres à ajuster, en dehors bien sûr de toute autre considération d'ordre supérieur (insalubrité, risque d'effondrement, urbanisme, etc.).

⁵ « Mars 1999 - Recensement de la population - tableaux références analyses » - INSEE – p.10

⁶ Ibid p.23

⁷ « Les conditions de logement en France – Edition 2017 » INSEE-CGDD, p.96

1-6 Pénétration du chauffage électrique dans les constructions neuves et rénovées

Dans l'idée d'éradiquer les énergies fortes émettrices de GES dans le secteur résidentiel, le parti pris par la DGEC est que le chauffage électrique doit s'imposer dans 80 % des rénovations, et dans 85 % des constructions neuves. Le reste est censé être couvert par le bois et les réseaux de chaleur.

Si les marges de manoeuvre des pouvoirs publics pour imposer cela sont relativement importantes dans la construction neuve, la situation de la rénovation paraît singulièrement plus complexe. Pour le distributeur d'électricité d'abord, qui devra gérer une très forte demande de pointe avec un certain nombre de lignes, notamment hors des grandes villes, déjà notoirement sous dimensionnées. Pour les producteurs d'électricité ensuite, qui devront eux aussi gérer des pointes en veillant à ne pas importer de courant produit par des centrales fonctionnant avec des énergies d'origine fossile que l'on a voulu éradiquer du chauffage des logements. Le caractère supposé très décarboné du chauffage électrique serait largement mis à mal. Pour les particuliers enfin, qui devront s'acquitter d'une facture de chauffage sensiblement plus élevée qu'avec les sources d'énergie traditionnelles auxquelles ils étaient habitués.

Il existe encore beaucoup trop d'inconnues pour savoir si cette électrification intensive a une chance de se réaliser dans de bonnes conditions, ou si elle conduira à de multiples tensions. Si le niveau de rénovation n'est pas suffisamment exigeant, que les propriétaires bailleurs se contentent du minimum qui leur est imposé, qu'ils souhaitent par ailleurs minimiser le coût des travaux de rénovation, alors ils ne manqueront pas de mettre en oeuvre de simples convecteurs électriques dans des logements de classe C dont la consommation maximale peut être de 180 kWh/m²_{Shab}/an. Situation catastrophique, que ce soit pour le producteur, le distributeur ou l'utilisateur d'électricité. Pourtant rien n'interdira ce scénario. Mais, si à l'inverse l'exigence sur la rénovation était renforcée, cette solution pourrait être acceptable. Il faut toutefois avoir à l'esprit qu'elle ne sera pas non plus la seule et que les solutions de bois énergie type poêle à granulés, déjà en très forte expansion, ne manqueront pas de prendre une place importante dans les opérations de rénovation.

Le taux de pénétration du chauffage électrique est donc un paramètre qui mérite lui aussi d'être exploré, ce que n'a pas fait la DGEC.

1-7 Ne réaliser que des rénovations « performantes »

L'article L 111-1 du Code de l'habitation et de la construction a pour l'objet unique d'apporter une définition précise aux termes techniques du bâtiment utilisés dans les lois. L'art. 155 de la loi Climat et Résilience vise à le compléter en définissant ce qu'est une « rénovation performante » :

« 17° bis Rénovation performante : la rénovation d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment à usage d'habitation est dite performante lorsque des travaux, qui veillent à assurer des conditions satisfaisantes de renouvellement d'air dans le logement, permettent de respecter l'ensemble des conditions suivantes :

« a) Le classement du bâtiment ou de la partie de bâtiment en classe A ou B au sens de l'article L. 173-1-1 ;

« b) L'étude des six postes de travaux de la 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 ainsi que les interfaces associées. »

« Toutefois, par exception, une rénovation énergétique est dite performante en application du premier ou de l'avant-dernier alinéa du présent 17o bis :

« – pour les bâtiments qui, en raison de leurs contraintes techniques, architecturales ou patrimoniales ou de coûts manifestement disproportionnés par rapport à la valeur du bien, ne peuvent pas faire l'objet de travaux de rénovation énergétique permettant d'atteindre un niveau de performance au moins égal à celui de la classe B, lorsque les travaux permettent un gain d'au moins deux classes au sens de l'article L. 173-1-1 et que les six postes de travaux précités ont été traités ;

« – pour les bâtiments de classe F ou G avant travaux au sens du même article L. 173-1-1, lorsqu'ils atteignent au moins la classe C après travaux et que les six postes de travaux précités ont été étudiés.

Définir ce qu'est une rénovation performante était nécessaire, même si on peut discuter sur le caractère réellement performant d'un logement en classe C... Mais rien dans la loi Climat et Résilience, n'impose à qui que ce soit de faire une rénovation « performante ». Tout le scénario de la DGEC est pourtant construit sur cette hypothèse qui n'a *a priori* aucune raison de voir le jour par la seule vertu de l'incitation dont les limites ont déjà été amplement démontrées au niveau international. Construire un scénario sur des bases plus qu'improbables n'est pas la meilleure méthode pour convaincre de la pertinence des solutions proposées.

Dans ces conditions, comment est-il possible d'affirmer que le plan gouvernemental de rénovation permettra d'atteindre les objectifs fixés par la PPE en 2028 ? Quel texte de loi à venir est-il prévu de faire voter rapidement pour que toutes les rénovations soient obligatoirement des rénovations dites « performantes » ? Si tant est d'ailleurs que le niveau requis pour cette performance soit réellement suffisant.

1-8 Le facteur d'énergie primaire et le contenu CO2 du kWh chauffage électrique

La DGEC a imposé en 2020 de modifier le facteur d'énergie primaire de l'électricité, qui valait jusqu'à présent 2,58 et qui vaut désormais 2,3. Rappelons que ce facteur est le nombre de kWh d'énergie primaire nécessaires à la fabrication d'un kWh d'électricité produit en France. Il ne s'agit donc pas d'un coefficient à caractère plus ou moins politique mais bien d'un paramètre purement physique. Il est inversement proportionnel au rendement avec lequel est produite l'électricité. Il peut évoluer dans le temps si la structure du parc de production évolue. Plus la part des centrales thermiques est importante, plus ce facteur est élevé. Et parmi les centrales thermiques, plus il y a de centrales nucléaires (dont le rendement n'est pas très bon) plus ce facteur est élevé. A contrario plus la production d'électricité est assurée par des systèmes de conversion directe (hydraulique, photovoltaïque, éolien, etc.), plus ce facteur sera faible. Seul l'avenir et l'évolution effective du mix électrique permettront de connaître précisément la valeur du facteur d'énergie primaire de l'électricité. Il est donc raisonnable, lorsqu'on explore le futur par simulation, d'être prudent et de ne prendre que des dispositions conservatoires. Adopter un facteur d'énergie primaire de 2,3 ne va pas dans le bon sens. Pourquoi ne pas utiliser la valeur de 2,70 proposée par la DGEC elle-même (voir figure 1.6) ?

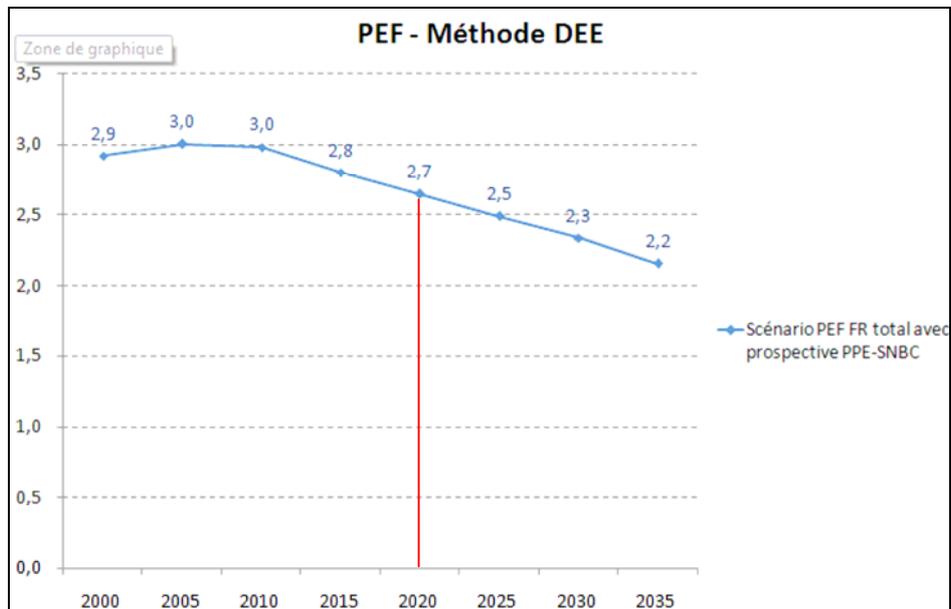


Figure 1.6 : Evolution du facteur d'énergie primaire de l'électricité selon la DGEC

Concernant la valeur du contenu carbone du kWh chauffage électrique, récemment portée à 79 g CO₂, elle est encore plus contestable tant les avis des spécialistes divergent sur son mode d'évaluation. Rappelons qu'il y a un an la valeur utilisée était 210 g CO₂ dans le label E+C-, et 180 g CO₂ dans le DPE. On comprend dans quel but cette valeur a été aussi brutalement abaissée, mais lorsqu'on cherche à explorer la physique du futur (en l'occurrence les émissions de GES du pays !), il paraît pertinent d'utiliser pour chaque paramètre une valeur la plus proche possible de la réalité.

Il est donc suggéré de s'appuyer sur les travaux d'une thèse effectuée à l'Ecole des Mines de Paris⁸ et d'utiliser le résultat obtenu par la méthode de l'ACV conséquentielle qui semble le mieux répondre au problème posé. Elle conduit à une valeur du contenu CO₂ du kWh de chauffage électrique de 125 g. L'appréciation des situations futures n'en sera que plus juste.

1-9 Valeur de consommation affectée à chaque classe énergétique

Une classe énergétique se définit comme un intervalle de consommations spécifiques comprenant donc une borne haute et une borne basse. Quelle valeur moyenne convient-il d'affecter à l'ensemble des logements d'une classe ?

La DGEC a choisi de qualifier une classe par la valeur moyenne des bornes inférieure et supérieure de ladite classe. Dans le parc existant c'est justifié. Mais ça ne l'est pas du tout dans les logements après rénovation. Car devant l'obligation d'atteindre une classe énergétique donnée, tous les praticiens se contenteront des dispositions techniques minimales permettant de situer le logement juste à l'entrée de la classe à atteindre. Le même phénomène a abondamment été observé sur les appareils ménagers soumis à l'étiquette énergie : la grande majorité des appareils se situe toujours à proximité de la borne de haute de la classe énergétique visée. En faisant ce choix, la DGEC minimise les

⁸ « Contenu CO₂ du kWh de chauffage électrique » - Bruno Peuportier (MINES ParisTech) et Charlotte Roux (EIVP) - Novembre 2020

consommations après rénovation, ce qui revient à maximiser les économies d'énergie de façon très significative.

1-10 Autres hypothèses

Toutes les autres hypothèses faites par la DGEC sont conformes au scénario SNBC/PPE. Nous n'avons trouvé aucune indication, dans la note de la DGEC, sur le nombre de logements neufs construits annuellement. Dans son scénario, la SNBC fait l'hypothèse que leur nombre diminuera régulièrement d'ici 2050 pour tenir compte du ralentissement de la croissance démographique. Sur cette base, on peut penser qu'entre 2020 et 2028 le nombre de logements neufs annuels sera en moyenne de 200 000.

À noter dans le rapport final de la SNBC, p. 88 et 89, les préoccupations que nous avons déjà évoquées précédemment concernant la quantité d'énergie grise investie dans la construction de logements, et même dans les opérations de rénovation (mais de façon beaucoup plus marginale). On peut lire que *« Les impacts en termes d'émissions de gaz à effet de serre des phases de construction et de démolition devront être mieux maîtrisés. En 2050, en analyse en cycle de vie, et même si elles se réduiront également, les phases de construction et de démolition des bâtiments pourraient être responsables d'une large part des émissions de la filière du bâtiment au sens large. La maîtrise de ces émissions amont et aval est donc également un enjeu majeur »*. Sauf erreur de notre part, aucun élément sur l'énergie grise ne figure, en tout cas explicitement, dans la note de la DGEC. Il y a là pourtant un élément qui nous impose de rester extrêmement vigilant sur les choix stratégiques proposés aujourd'hui.

2 – Modifications apportées dans le modèle de simulation proposé

2-1 Méthodologie générale

La méthodologie générale ne change pas. La consommation est le produit d'une surface unitaire par un parc de logements et par un indicateur de consommation spécifique. Ce qui va changer, c'est la manière de traiter chacun des trois facteurs de ce produit.

2-2 Passerelle entre l'ancienne et la nouvelle étiquette énergétique

Tous les DPE disponibles actuellement ont été établis avec l'ancienne étiquette. La connaissance que nous avons du parc de logements est donc exclusivement construite sur la structure de l'ancienne l'étiquette. Il convient donc, afin d'avoir une bonne cohérence dans l'approche, d'établir une passerelle entre le nombre de logements par classe énergétique avec l'ancienne étiquette et le nombre de logements par classe énergétique avec la nouvelle étiquette. Ce passage se fait facilement en analysant les contraintes de consommation et d'émission de GES propres à chacune des classes énergétiques anciennes et nouvelles :

Classes (ancienne étiquette)	Nouvelle étiquette				
	Elec	Gaz	Fioul	Bois	RCU+GPL +autres
A	A	C	C	A	B
B	B	C	C	B	C
C	C	C	D	C	C
D	D	D	E	D	D
E	E	E	F	E	E
F	F	F	G	F	F
G	G	G	G	G	G

Figure 2.1 : Conversion des classes énergétiques de l'ancienne à la nouvelle étiquette

Les tableaux complets avec le nombre de logements par classe énergétique et par énergie figurent au §2.2 de l'annexe 1. Il faut toutefois être très attentif au fait que la consommation d'énergie moyenne des classes de la nouvelle étiquette vont être fortement affectées par l'arrivée, par exemple en classe C, de logements chauffés au gaz ou au fioul qui étaient auparavant en classe A. Une évaluation fine de cet impact est nécessaire (voir §2.2.2 de l'annexe 1).

2-3 Pas de coefficients de pondération arbitraires

Le modèle proposé ne comporte aucun coefficient de correction ou de pondération arbitraire susceptible d'ajuster artificiellement des résultats, ce qui évidemment retire à ceux-ci toute crédibilité.

On a évalué (§ 2.3.4.1 et 2 de l'annexe 1) la baisse des consommations du parc existant en 1975 et des logements neufs construits entre 1975 et 2018 induite par la diminution importante du nombre de degrés.jours et l'augmentation conséquente des apports internes durant cette période. Pour le parc existant cet « effacement de consommation » est de 72,8 TWh_{EF}/an (98,1 Twh_{EP}/an), et pour le parc construit entre 1975 et 2018 il est de 22,4 TWh_{EF}/an (32,8 Twh_{EP}/an). La réduction d'émission de GES associée est de 15,3 Mt CO₂/an. Ces valeurs sont déduites de la consommation totale d'énergie et des émissions de GES calculées au moyen des DPE et appliquées au bilan du 1/1/2018.

Par ailleurs, des coefficients de pondération, parfaitement justifiés cette fois, ont été établis afin de tenir compte des différences de surfaces moyennes importantes entre les classes énergétiques, ainsi que des différences de température de chauffage pouvant exister, selon les enquêtes, entre les logements des différentes classes énergétiques. Le détail des modes de calcul retenus figure au § 2.3.3 de l'annexe 1. Ces coefficients sont les suivants :

	A	B	C	D	E	F	G
Phébus+	1,068	1,077	1,071	1,009	0,966	0,914	0,884
CGDD	1,053	1,062	1,056	0,995	0,952	0,901	0,872

Figure 2.2 : Coefficients de pondération des consommations et des émissions de GES des différentes classes énergétiques, selon la structure de parc retenue (SDES/CGDD ou Phébus+)

Comme l'outil permet de faire des simulations en adoptant une structure de parc qui peut être soit celle issue de l'étude SDES/CGDD (sept 2020) soit celle issue de l'enquête Phébus mise à jour (Phébus+), deux séries de facteurs de pondération, assez proches il est vrai, ont été déterminées. Aucune autre pondération n'est effectuée par ailleurs.

2-4 Structures possibles des parcs de logements en fonction de la classe énergétique et de l'énergie

La DGEC a fait le choix de caler ses travaux de simulation sur la structure du parc de logements issus de l'étude SDES/CGDD évoquée précédemment. Rien ne prouvant que cette nouvelle structure, assez radicalement différente de celle issue de l'enquête Phébus+, soit plus proche de la réalité, il a paru raisonnable de pouvoir explorer les résultats fournis par des structures de parc de logements issues des deux approches. La méthode et le détail des opérations conduisant à ces deux structures figurent au §2.1 de l'annexe 1, de même que les tableaux fournissant le nombre de logements par classe énergétique et par énergie.

2-5 Le choix de la surface habitable à l'exclusion de tout autre

L'ensemble des consommations et émissions de GES spécifiques figurant dans toutes les réglementations thermiques actuelles étant référé à de la surface habitable, il est nécessaire, par souci de cohérence, que l'ensemble des surfaces utilisées lors des modélisations soit de la surface habitable. Or aucune statistique nationale ne fournit cette information, et toutes les recherches conduites ont même montré qu'à quelques exceptions près aucun document ne précise la nature des surfaces de logements dans les tableaux statistiques qui les présentent. Il semble que depuis 2012 ce soit la surface de plancher (sans que cela soit mentionné) qui figure dans les documents de l'INSEE, alors qu'avant il s'agissait

de la SHON⁹. Afin de savoir quelle était à la date du 01/01/2018 la valeur de la surface habitable moyenne du parc, il a fallu reconstituer année après année la valeur de la surface habitable des logements neufs, ce qui a été rendu possible grâce à l'analyse de tous les fichiers annuels des permis de construire acceptés dans lequel figurent le nombre de logements et les surfaces de plancher (base de données Sit@del2). Des ratios conventionnels permettent ensuite le passage de la surface de plancher à la surface habitable. Le détail de ce calcul figure au § 2.3.2 de l'annexe 1.

Selon cette approche, corroborée par quelques documents plus précis, la surface de plancher moyen du parc de résidences principales en métropole est de 84,3 m², et la surface habitable de 82,0 m².

2-6 Valeurs des consommations et émissions moyennes de chaque classe énergétique

On considère que dans le parc existant les consommations d'énergie spécifiques des logements se répartissent de façon sensiblement égale entre les bornes inférieure et supérieure de chaque classe énergétique si bien qu'on peut adopter comme valeur moyenne représentative de chaque classe la moyenne des valeurs des bornes inférieure et supérieure.

En revanche, cette hypothèse ne peut être faite dans le cas de logements rénovés, puisque la plupart du temps les travaux se borneront à placer le logement immédiatement à l'intérieur de la classe énergétique qu'il était obligé d'atteindre, c'est-à-dire à proximité de la borne haute. Le choix a donc été fait, lors des rénovations, de considérer la borne haute d'une classe énergétique comme la valeur moyenne de consommation et d'émission des logements appartenant à cette classe énergétique après avoir été rénovés.

2-7 Simulation de stratégies de rénovation variées

L'outil est conçu pour permettre de simuler n'importe quelle stratégie de rénovation, en définissant, pour chaque classe énergétique du parc existant, le pourcentage de chaque classe énergétique atteint après rénovation.

Compte tenu du délai très court nous séparant de l'année 2028, seuls des scénarios de rénovation portant sur les classes énergétiques F et G ont été étudiés dans ce qui suit.

2-8 Calcul de l'énergie grise et des EGES dues à la construction neuve et à la rénovation

L'énergie grise est l'énergie qu'il faut investir dans la fabrication des matériaux, « du berceau à la tombe » selon l'expression consacrée. Cette énergie est relativement importante aujourd'hui puisqu'elle vaut couramment de l'ordre de 2000 kWh_{EP}/m². Construire a donc une incidence très forte sur les consommations d'énergie, et il paraît important de mesurer l'impact de cette énergie grise dans le bilan global, même si selon toute probabilité, cette énergie est versée non pas au bilan du bâtiment mais à celui de l'industrie.

Les émissions de GES doivent également être comptabilisées, ne serait-ce que pour prendre conscience de leur importance majeure et de la nécessité de faire très vite évoluer les procédés et matériaux de construction afin de les rendre moins émetteurs.

⁹ Voir « Compte du logement 2014 » - CGDD – p.16 – Février 2016

La rénovation consomme moins d'énergie grise, mais elle en consomme aussi. Comme le nombre de rénovations envisagé est très important, la quantité d'énergie grise mise en jeu peut l'être également, de même que les émissions de GES. Le calcul est absolument nécessaire pour juger de la pertinence des différents choix, notamment sur les politiques de construction et de destruction de logements.

2-9 Valeurs paramétrables dans les simulations

Afin de pouvoir explorer le plus d'hypothèses et de solutions possibles, l'outil est conçu pour permettre de choisir :

- la structure du parc de logements en fonction de la classe énergétique et de l'énergie, qui peut être définie soit à partir de l'étude SDES/CGDD, soit à partir de l'enquête Phébus+,
- la valeur du facteur d'énergie primaire,
- le contenu CO₂ de toutes les énergies pour le chauffage, et celui de l'électricité pour les usages spécifiques et la production de chaude sanitaire,
- la valeur des coefficients de pondération pour chaque classe énergétique,
- la surface habitable moyenne du parc de logements,
- le nombre de logements neufs construits annuellement,
- le nombre de logements détruits annuellement,
- la part du chauffage électrique dans les logements rénovés et celle dans les logements neufs,
- la consommation spécifique d'électricité pour l'éclairage et les auxiliaires,
- la consommation spécifique d'électricité pour la production d'eau chaude par ballon, et celle par chauffe-eau thermodynamique,
- les énergies grises spécifiques de la construction neuve et de la rénovation,
- les émissions spécifiques de GES associées à l'énergie grise de la construction neuve et de la rénovation,
- etc.

3 – Analyse critique des résultats du scénario « Rénovations ABC passoires 2028 » de la DGEC et recherche de solutions optimales

3-1 Consommation d'énergie et émission de GES au 1/1/2018

Les valeurs de consommation d'énergie au 1/1/2018 sont *a priori* bien connues car elles ne relèvent pas de calculs mais de flux commerciaux relativement précis. A partir des quantités de chaque type d'énergie consommées et de leurs émissions spécifiques, on peut en principe déterminer la quantité de GES associée. On ne connaît que les quantités globales livrées au secteur résidentiel, mais seule l'électricité, qui ne sert pas qu'au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire, suppose d'avoir d'autres informations, notamment sur le poids de la consommation électroménagère.

Le détail de ce calcul figure au §1 de l'annexe 1.

France métropolitaine - Tous logements								
	Charbon	Fioul	Gaz	GPL	ENR thermiques yc déchets	Electricité	Chaleur commercialisée	Total / pcs
Chauffage	0,5	40,6	123,3	3,3	95,4	43,7	13,1	319,8
ECS		5,5	15,8	0,8	0,9	19,5	3,9	46,4
Climatisation						0,8		0,8
Total	0,5	46,1	139,1	4,1	96,3	64,0	17,0	367,0

En TWh/an

Figure 3.1 : Consommation du secteur résidentiel pour « les 3 usages », par type d'énergie
(Sources : « Chiffres clés de l'énergie de l'année 2017 » (SDES) et bilan consommation SDES/CEREN)

Pour l'ensemble des usages du secteur résidentiel, la même source indique que la consommation d'énergie finale est de 481 TWh pour l'année 2017. Elle précise aussi que, toujours pour l'ensemble du secteur résidentiel, les émissions de GES pour 2017 sont de 61 Mt CO₂.

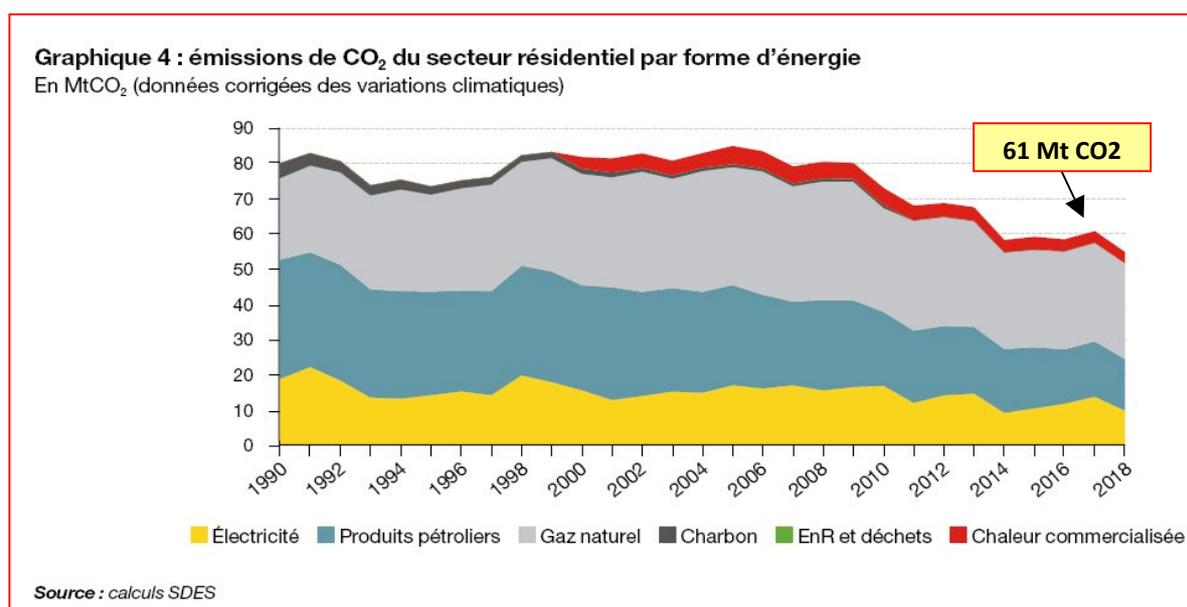


Figure 3.2 Emissions de CO₂ du secteur résidentiel par type d'énergie

Curieusement les ENR thermiques et les déchets sont comptabilisés à zéro. Si on les réintègre dans la structure des émissions de GES on obtient le bilan suivant :

EGES Mt CO2/an	Charbon	Fioul	Gaz	GPL	ENR thermiques yc déchets	Electricité	Chaleur commercialisée	Total	Résidences Principales seules
EGES spécifique kgCO2/kWhpci	0,374	0,329	0,227	0,270	0,030	0,180	0,200		
Chauffage	0,18	13,35	25,21	0,82	2,86	7,87	2,62	52,90	51,32
ECS	0,00	1,82	3,24	0,19	0,03	1,27	0,78	7,32	7,32
Climatisation						0,05		0,05	0,05
Ensemble 3 usages	0,18	15,17	28,45	1,01	2,89	9,18	3,40	60,27	58,68

Source : « Datalab 67 : Les facteurs d'évolution des émissions de CO2 liées à l'énergie en France de 1990 à 2018 » - CGDD – Avril 2020

Figure 3.3 : Emissions de CO2 au 1/1/2018 « des 3 usages » du secteur résidentiel en Mt CO2/an

Il est à noter que :

- toutes les valeurs d'émissions spécifiques de GES sont issues de la base carbone de l'ADEME (V.17). On notera que la valeur utilisée pour le chauffage électrique est 0,180 kg CO2/kWh.

- Les usages spécifiques de l'électricité (essentiellement l'électrodomestique) sont estimés par le CGDD¹⁰ à 6% soit 3,7 Mt CO2/an, si bien que les émissions totales (tous usages) du secteur résidentiel sont de l'ordre de 64,0 Mt CO2/an si on ne considère que les émissions liées à l'énergie.

- Concentrant notre analyse sur les résidences principales, on retiendra que, selon le CGDD¹¹, elles représentent 97% des émissions dues au chauffage, si bien qu'avec les hypothèses précédentes, on peut estimer que les émissions des résidences principales pour le chauffage, la production ECS et le refroidissement sont de **58,7 Mt CO2/an**.

3-2 Analyse des résultats obtenus par la DGEC et recherche des solutions optimales

Qu'elles soient obtenues par simulation ou à partir de données statistiques, les valeurs de consommation d'énergie et d'émissions de GES au 01/01/2018 conditionnent la suite de l'analyse. A cette date, selon la DGEC :

- la consommation d'énergie finale des « 3 usages » est de 365,2 TWh/an. Cette valeur est conforme à celle figurant dans le tableau de la figure 3.1,

- les émissions totales de GES pour les « 3 usages » sont de 73,4 Mt CO2/an. Cette valeur est incompréhensible si elle se borne, comme elle le devrait, aux émissions des seuls usages de l'énergie. Quelles que soient les sources consultées (CITEPA, CGDD), aucune d'entre elles conduit à des valeurs aussi élevées. La valeur retenue précédemment pour les seules résidences principales est de 58,7 Mt CO2. **Il y a donc là une première incohérence majeure qui demande explication.**

- la consommation d'énergie finale spécifique serait de 134 kWh/m²/an. Comme il a été fait remarquer précédemment, cette valeur implique une surface moyenne des logements du parc de 94,03 m², ce qui, au-delà de la précision sur la nature de cette surface, ne figure dans aucune des statistiques de l'INSEE. Il serait intéressant de savoir d'où provient cette surface et quelle est sa nature exacte.

¹⁰ « Datalab 67 : Les facteurs d'évolution des émissions de CO2 liées à l'énergie en France de 1990 à 2018 » - CGDD – Avril 2020 – p.14

¹¹ « Datalab 67 : Les facteurs d'évolution des émissions de CO2 liées à l'énergie en France de 1990 à 2018 » - CGDD – Avril 2020 – p.14

Au titre des prévisions à l'horizon 2028, la DGEC conclut que :

- la consommation d'énergie finale n'est plus que de 311,6 TWh/an, soit une économie de 53,6 TWh (14,7 %) par rapport à 2018,
- les émissions de GES sont de 50,7 Mt CO2/an, soit à une baisse de 22,7 Mt CO2/an (31 %). La note indique que « les émissions de GES sont évaluées avec les facteurs d'émission actuels » sans préciser lesquels, alors qu'ils sont encore le sujet de nombreux débats,
- la consommation d'énergie finale spécifique du parc de logements est de 106 kWh/m²/an, soit une réduction de 21 %.

On peut penser, mais ce n'est pas indiqué dans la note, que ces résultats s'appliquent bien au parc existant (dont les classes F et G auront été rénovées) mais intègre aussi la consommation et les émissions du parc de logements construits entre 2021 et 2028.

La simulation, refaite à partir de l'ensemble des paramètres adoptés par la DGEC (notamment avec tous ses coefficients de pondération...) ainsi que de son scénario de rénovation (voir figure 1.1) donne les résultats suivants :

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Simulation n° 1						
Titre : Simulation de base avec ensemble des méthodes, modèle de parc et paramètres de la DGEC											
Modèle de parc selon : SDES		Modélisation et pondération des classes selon : Etude DGEC					Scénario de rénovation n°				
Coefficients de pondération :		A : 1,3	B : 1,1	C : 0,85	D : 0,75	E : 0,65	F : 0,6	G : 0,55			
S moyen parc [m ²] : 94,03		Shab des logements neufs [m ²] : 83,72				Fep élec : 2,3		1			
Nbre logts neufs/an : 200 000		Nbre démolitions/reconstructions/an : 90 625			Nombre de rénovations/an :			749 858			
Matériaux biosourcés :		NON									
					Consommations spécifiques [kWh/m ² Shab/an]						
Bilan en énergie primaire											
		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)	
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant		429	372,3	56,9	-13,2%	157,5	136,6	20,9			
Parcs neuf et reconstruit		0	11,1	-11,1	0,0%						
Ch+ECS		429	383,4	45,8	-10,7%	157,5			134,7	22,8	
E grise reconstruction+neuf		0	36,5								
E grise rénovation		0	35,3								
Conso totale EP		429	455,1	-26,0	6,0%	157,5			159,9	-2,5	
Bilan en énergie finale											
		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)	
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant		349,0	287,3	61,7	-17,7%	128,0	105,4	22,6			
Parcs neuf et reconstruit		0,0	5,8	-5,8	0,0%						
Ch+ECS		349,0	293,0	55,9	-16,0%	128,0			103,0	25,1	
E grise reconstruction+neuf			26,1								
E grise rénovation			25,2								
Consommation résultante		349,0	344,3	4,7	-1,3%	128,0			121,0	7,1	
Bilan en EGES											
		Emissions annuelles [Mt CO2/an]				Contenus CO2 des différentes énergies					
		2020	2028	Gain	Taux	Elec. Chauffage :		0,079		kg CO2/kWh	
Parc existant		56,1	41,7	14,4	-25,6%	Elec. ECS :		0,065		kg CO2/kWh	
Parcs neuf et reconstruit		0,0	1,1	-1,1	0,0%	Gaz :		0,227		kg CO2/kWh	
Ch+ECS		56,1	42,8	13,3	23,7%	Fioul :		0,324		kg CO2/kWh	
CO2 reconstruc+neuf		0,0	12,2	-12,2	0,0%	Bois :		0,027		kg CO2/kWh	
CO2 rénovation		0,0	8,5	-8,5	0,0%	Autres :		0,173		kg CO2/kWh	
Emissions totales		56,1	63,5	-7,3	13,1%	Eclairage+auxilli :		0,066		kg CO2/kWh	
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées											
		Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS			Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)			
		EP [kWh/m ² /an]	EF [kWh/m ² /an]	[kgCO2/m ² /an]	EP TWh/an	EF TWh/an	EGES Mt CO2/an	E. grise TWh EP	E. grise TWh EF	EGES Mt CO2/an	
Logements neufs		65,00	33,8	6,4	7,6	4,0	0,75	25,1	17,9	8,37	
Logements démolis/reconstruits		65,00	33,8	6,4	3,5	1,8	0,34	11,4	8,1	3,79	
Rénovation des logts								35,3	25,2	8,46	
Totaux					11,1	5,8	1,1	71,8	51,3	20,6	

Figure 3.4 : Simulation n°1 - Ensemble des paramètres, méthodes et hypothèses de la note de la DGEC

On observe que :

- la consommation d'énergie finale l'année d'origine s'écarte très sensiblement de la valeur réelle estimée à 365,2 TWh par la DGEC elle-même.

- L'économie d'énergie finale en 2028 sur le parc existant est de 61,7 TWh (grâce à la prise en compte réelle des consommations des différentes classes énergétiques après le transfert de l'ancienne à la nouvelle étiquette. Voir Annexe 1 § 2.2.2), mais seulement de 55,9 TWh/an si l'on ajoute la consommation du parc neuf ou reconstruit. Or il faut rappeler que l'objectif de la PPE est de 74 TWh/an. **La première conclusion est que, en reprenant les procédures et les hypothèses de la DGEC, on doit constater que les résultats obtenus semblent très éloignés (-24,5 %) de l'objectif fixé par la PPE.**

- Le bilan des émissions de GES s'établit à 56,1 Mt CO2 l'année d'origine et non pas à 73,4 comme indiqué par la DGEC. Quant à l'économie il paraît difficile qu'elle soit de 22,7 Mt CO2 comme indiqué puisque la simulation la situe plutôt à 13,3 ce qui correspond à une baisse de seulement 23,7 % et non pas de 31%. La simulation présentée ici a été faite avec un contenu carbone du kWh chauffage électrique de 0,079 kg CO2, mais la DGEC n'est pas très explicite sur les valeurs spécifiques qu'elle a adoptées pour le calcul des émissions.

- Il est très intéressant de noter le poids considérable de l'énergie grise que ce soit pour la construction neuve ou la rénovation. En effet, la consommation annuelle d'énergie grise (en énergie finale) est de 26,1 TWh pour la construction neuve (on construit 200 000 logements neufs et on reconstruit 90 000 logements qui ont été démolis dans l'année) et de 25,2 TWh pour les rénovations (sachant qu'on rénove 750 000 logements par an), si bien que le bilan global en énergie finale est à peine positif et correspond à une baisse de 4,7 TWh/an (- 1,3%) par rapport à l'année d'origine. Même si cette consommation d'énergie et les émissions associées ne sont pas au compte du bâtiment mais à celui de l'industrie, leur importance et telle qu'il faut très vite faire évoluer les modes constructifs afin de rendre cohérente la démarche de rénovation et de limiter l'impact de la construction neuve.

Une variante permet de voir l'influence du changement de valeur du facteur d'énergie primaire d'une part, et du contenu CO2 du kWh chauffage électrique d'autre part. La première simulation a été effectuée avec une valeur de FEP=2,3 et un contenu carbone de 0,079 kg CO2/kWh, la seconde avec respectivement 2,58 et 0,18 kg CO2/kWh qui étaient les valeurs en vigueur dans le DPE qui a servi à caractériser le parc de logements.

Version	Caractéristiques	EF [TWh/an]			EGES [Mt CO2/an]		
		2020	2028	Gain	2020	2028	Gain
Base	FEP : 2,3; CO2 = 0,079 kg/kWh	349,0	293,0	55,9	56,1	42,8	13,3
V1	FEP : 2,58; CO2 = 0,18 kg/kWh	342,3	285,5	56,8	59,7	46,5	13,2

Figure 3.5 : Influence du Facteur d'Energie Primaire et du contenu carbone du kWh chauffage électrique

L'adoption des valeurs propres aux DPE existants éloigne encore le niveau de consommation d'énergie finale initiale de sa valeur réelle (ce qui est légitime puisque les DPE sont exprimés en énergie primaire) et réduit un peu le gain des émissions de GES après rénovation. Mais l'impact sur ce scénario à court terme est relativement mineur.

Simulation n°2 : Utilisation des hypothèses fonctionnelles de la DGEC (structure du parc selon étude SDES/CGDD), mais avec des valeurs réelles (physiques) des différents paramètres (pas de valeurs conventionnelles) et la suppression des coefficients arbitraires de correction/pondération des classes énergétiques remplacés par les coefficients de pondération définis au § 2.3.

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Simulation n° 2					
Titre : Modèle parc DGEC-Valeurs physiques FEP(2,7) et contenu CO2 (0,125 kg/kWh)-Pas de pondérations artificielles										
Modèle de parc selon : SDES	Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno				Scénario de rénovation n°					
Coefficients de pondération :	A : 1,053	B : 1,062	C : 1,056	D : 0,995	E : 0,952	F : 0,901	G : 0,872			
Shab moyen parc [m²] : 81,96	Shab des logements neufs [m²] : 83,72				Fep élec : 2,7					
Nbre logts neufs/an : 200 000	Nbre démolitions/reconstructions/an : 90 625				Nombre de rénovations/an : 749 858					
Matériaux biosourcés :	NON									
Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]										
Bilan en énergie primaire	Consommation annuelle [TWh/an]				Existant	Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)		
	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant	392	341,6	50,6	-12,9%	165,1	143,8	21,3			
Parcs neuf et reconstruit	0	9,0	-9,0	0,0%						
Ch+ECS	392	350,5	41,6	-10,6%	165,1			140,4	24,7	
E grise reconstruction+neuf	0	36,5								
E grise rénovation	0	30,7								
Conso totale EP	392	417,8	-25,6	6,5%	165,1			167,3	-2,2	
Bilan en énergie finale	Consommation annuelle [TWh/an]				Existant	Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)		
	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant	317,4	256,1	61,3	-19,3%	133,6	107,8	25,8			
Parcs neuf et reconstruit	0,0	4,2	-4,2							
Ch+ECS	317,4	260,3	57,1	-18,0%	133,6			104,2	29,4	
E grise reconstruction+neuf		24,0								
E grise rénovation		20,2								
Consommation résultante	317,4	304,5	12,9	-4,1%	133,6			121,9	11,7	
Bilan en EGES	Emissions annuelles [Mt CO2/an]				Contenus CO2 des différentes énergies					
	2020	2028	Gain	Taux	Elec. Chauffage :		0,125		kg CO2/kWh	
Parc existant	54,0	39,3	14,7	-27,2%	Elec. ECS :		0,065		kg CO2/kWh	
Parcs neuf et reconstruit	0,0	0,9	-0,9	0,0%	Gaz :		0,227		kg CO2/kWh	
Ch+ECS	54,0	40,2	13,8	-25,6%	Fioul :		0,324		kg CO2/kWh	
CO2 reconstruc+neuf	0,0	12,2	-12,2	0,0%	Bois :		0,027		kg CO2/kWh	
CO2 rénovation	0,0	7,4	-7,4	0,0%	Autres :		0,173		kg CO2/kWh	
Emissions totales	54,0	59,7	-5,7	10,6%	Eclairage+auxili :		0,066		kg CO2/kWh	
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées										
	Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS			Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)			
	EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	[kgCO2/m²/an]	EP TWh/an	EF TWh/an	EGES Mt CO2/an	E. grise TWh EP	E. grise TWh EF	EGES Mt CO2/an	
Logements neufs	52,64	24,5	5,2	6,2	2,9	0,60	25,1	16,5	8,37	
Logements démolis/reconstruits	52,64	24,5	5,2	2,8	1,3	0,27	11,4	7,5	3,79	
Rénovation des logts							30,7	20,2	7,38	
Totaux				9,0	4,2	0,9	67,2	44,2	19,5	

Figure 3.6 : Simulation n°2 - Ensemble des hypothèses de la note de la DGEC mais avec valeurs physiques des paramètres

Cette simulation représente la réalité physique du scénario proposé par la DGEC. Elle décrit ce qui se passerait réellement si ce scénario était mis en œuvre, alors que la simulation précédente était construite sur de nombreux biais (coefficients de pondération arbitraires, paramètres conventionnels, etc.).

L'examen de ce tableau fait apparaître que :

- la consommation d'énergie finale l'année d'origine est cette fois très inférieure (-13,1%) à la valeur réelle (317,4 TWh au lieu de 365,2 TWh). Ceci est dû à la sous estimation de la taille des parcs de logements de classes F et G (étude SDES/CGDD).
- En incluant la consommation du parc neuf à celui de l'existant, la réduction d'énergie finale en 2028 est confirmée avec une valeur de 57,1 TWh, mais ceci reste inférieur de 23 % à la valeur fixée comme objectif par la PPE à cette échéance,
- Le niveau des émissions de GES l'année d'origine s'éloigne un peu de la valeur observée (54,0 Mt CO2 soit - 8,0 %), mais l'économie de GES, avec 13,8 Mt CO2 (-25,6 %) est

confirmée. Elle vaut toutefois presque la moitié de celle annoncée par la DGEC (22,7 Mt CO2).

- La consommation spécifique de chauffage et d'ECS du parc existant est de 165,1 kWh_{EP}/m²_{Shab}/an (143,8 en EF), et après rénovation, cette valeur est de 133,6 kWh/m²_{Shab}/an pour l'existant (107,8 en EF) et de 140,4 kWh/m²_{Shab}/an (104,2 en EF) pour les parcs neuf et existant.

- Il faut rénover l'ensemble des classes F et G d'ici 2028, soit 4,8 M de logements selon l'étude SDES/CGDD (mais 5,25 M, donc sensiblement la même valeur dans le modèle reconstitué ici) ce qui conduit à rénover 750 000 logements/an. La DGEC n'a pas dit comment on incitera les Français à faire un tel effort.

Simulation n°3 : Même hypothèse que la simulation n°2. Mais la structure du parc de logements est conforme aux résultats de l'enquête Phébus+.

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Simulation n° 3					
Titre : Modèle parc "Phébus+" - Valeurs physiques FEP(2,7) et contenu CO2 (0,125 kg/kWh)-Pas de pondérations artificielles										
Modèle de parc selon : Phébus+		Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno						Scénario de		
Coefficients de pondération :		A : 1,068	B : 1,077	C : 1,071	D : 1,009	E : 0,966	F : 0,914	G : 0,884	rénovation n°	
Shab moyen parc [m ²] :		81,96				Shab des logements neufs [m ²] :		83,72		Fep élec : 2,7
Nbre logts neufs/an :		200 000				Nbre démolitions/reconstructions/an :		90 625		Nombre de rénovations/an :
Matériaux biosourcés :		NON								1 268 284
Consommations spécifiques [kWh/m²*Shab/an]										
Bilan en énergie primaire										
		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain
Parc existant		471	379,6	91,9	-19,5%	198,5	159,8	38,7		
Parcs neuf et reconstruit		0	9,1	-9,1	0,0%					
Ch+ECS		471	388,7	82,8	-17,6%	198,5			155,7	42,8
E grise reconstruction+neuf		0	36,5							
E grise rénovation		0	52,0							
Conso totale EP		471	477,2	-5,7	1,2%	198,5			191,1	7,4
Bilan en énergie finale										
		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain
Parc existant		378,9	270,8	108,1	-28,5%	159,5	114,0	45,5		
Parcs neuf et reconstruit		0,0	4,2	-4,2						
Ch+ECS		378,9	275,0	103,9	-27,4%	159,5			110,1	49,4
E grise reconstruction+neuf			24,0							
E grise rénovation			34,2							
Consommation résultante		378,9	333,2	45,7	-12,1%	159,5			133,4	26,1
Bilan en EGES										
		Emissions annuelles [Mt CO2/an]				Contenus CO2 des différentes énergies				
		2020	2028	Gain	Taux					
Parc existant		64,3	39,3	25,0	-38,9%			Elec. Chauffage : 0,125 kg CO2/kWh		
Parcs neuf et reconstruit		0,0	0,9	-0,9	0,0%			Elec. ECS : 0,065 kg CO2/kWh		
Ch+ECS		64,3	40,2	24,1	-37,5%			Gaz : 0,227 kg CO2/kWh		
CO2 reconstruc+neuf		0,0	12,2	-12,2	0,0%			Fioul : 0,324 kg CO2/kWh		
CO2 rénovation		0,0	12,5	-12,5	0,0%			Bois : 0,027 kg CO2/kWh		
Emissions totales		64,3	64,8	-0,5	0,8%			Autres : 0,173 kg CO2/kWh		
								Eclairage+auxili : 0,066 kg CO2/kWh		
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées										
		Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS			Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)		
		EP [kWh/m ² /an]	EF [kWh/m ² /an]	[kgCO2/m ² /an]	EP TWh/an	EF TWh/an	EGES Mt CO2/an	E. grise TWh EP	E. grise TWh EF	EGES Mt CO2/an
Logements neufs		53,39	24,8	5,2	6,3	2,9	0,61	25,1	16,5	8,37
Logements démolis/reconstruits		53,39	24,8	5,2	2,8	1,3	0,28	11,4	7,5	3,79
Rénovation des logts								52,0	34,2	12,47
Totaux					9,1	4,2	0,9	88,5	58,2	24,6

Figure 3.7 : Simulation n°3 – Idem simulation n°2 mais avec parc de logements selon étude Phébus+ et non SDES/CGDD

Dans cette simulation, seul change finalement le nombre de logements en classes F et G, donc le nombre de logements à rénover d'ici 2028. Mais cette structure différente du parc initial va bien sûr aussi modifier les caractéristiques de consommation et d'émission de l'année d'origine. Ce tableau montre que :

- la consommation d'énergie finale de l'année d'origine est supérieure à la valeur mesurée (378,3 TWh contre 365,2 TWh, soit +3,6 %).

- Le niveau d'émission de GES (64,3 Mt CO₂) est également un peu supérieure (+ 9,5 %) à la valeur observée (58,7 MT CO₂).

- Le parc comporte dans cette simulation près de 8,9 M de logements en classes F et G qu'il faudrait rénover en 7 ans, soit 1,287 M par an. Un défi impossible à relever. **S'il est confirmé, ce que nous croyons, que le nombre de logements en classes F et G est sensiblement supérieur à celui issu de l'étude SDES/CGDD, il faudrait envisager de ne pas avoir à les rénover tous d'ici 2028, malgré ce que la loi Climat et Résilience a envisagé, car ce serait techniquement parfaitement impossible....**

- L'économie d'énergie finale et de 103,9 TWh. On dépasse donc l'objectif de la PPE. Mais la quantité annuelle de logements à rénover rend l'exercice **totalemt impossible**.

- pour la première fois l'économie atteinte en intégrant l'énergie grise de la construction et de la rénovation est positive (45,7 TWh soit une baisse de 12,1%).

- La réduction des émissions de GES est de 24,1Mt CO₂, soit une réduction de 37,5 %. **Mais les émissions associées à l'énergie grise de la construction neuve et de la rénovation annulent totalement cette économie**, preuve s'il en est à nouveau qu'il faut rapidement oeuvrer pour améliorer le contenu énergétique des matériaux et des processus de construction.

Les deux simulations qui précèdent mettent en évidence les limites de la stratégie des pouvoirs publics dans ce plan de rénovation puisqu'on est très loin d'atteindre les objectifs fixés par la PPE en 2028. D'une part le niveau de performance visé doit impérativement être renforcé, et d'autre part le nombre de rénovations annuelles doit être réduit.

Il apparaît aussi de façon très claire que la structure du parc de logements issus de l'étude du SDES/CGDD sous-estime fortement la consommation d'énergie finale, ainsi que, dans une moindre mesure, les émissions de GES, alors qu'*a contrario* la description du parc selon l'enquête Phébus+ surestime un peu la consommation d'énergie finale (+3,6 %) ainsi que les émissions de GES (64,3 Mt CO₂ contre 58,7). Compte tenu de l'évolution des températures en hiver et de la diminution des degrés jours, il est donc probable qu'un certain nombre de logements ont migré depuis les classes F et G vers des classes « inférieures ». La réalité du nombre de logements dans les classes F et G se situe probablement entre 6,5 et 7 millions de logements, soit un peu en dessous des valeurs indiquées par l'enquête Phébus+.

Simulation n°4 : cette simulation vise à améliorer le niveau de la performance énergétique des logements rénovés. En modifiant le plan de rénovation, elle explore les améliorations que l'on peut attendre de rénovations atteignant la classe B. Rappelons que cet objectif n'aurait rien d'exceptionnel puisque la classe B actuelle n'est même pas au niveau d'exigence de ce qu'était jusqu'à présent le label BBC rénovation octroyé chaque année à 25 ou 30 000 logements. Le plan de rénovation proposé ne porte toujours que sur les classes F et G dont 80 % doivent être rénovées en classe B, 5% en classe A et dans toutes les autres classes, à l'exception des classes D et E (2,5 %) pour les logements issus de la classe G. La simulation n°4 s'appuie sur le parc de logements décrit par l'enquête Phébus+, et la simulation n°5 sur le parc décrit par l'étude du SDES/CGDD :

Classe avant réno	Classe après rénovation					
	A	B	C	D	E	F
A	100%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%
F	5%	80%	5%	5%	5%	0%
G	5%	80%	5%	2,5%	2,5%	5%

Figure 3.8 : Scénario de rénovation n°2 : rénover en classe B

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise							Simulation n°		4		
Titre : Idem simulation n°3 mais avec scénario de rénovation n°2											
Modèle de parc selon : Phébus+		Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno							Scénario de rénovation n°		
Coefficients de pondération :		A : 1,068	B : 1,077	C : 1,071	D : 1,009	E : 0,966	F : 0,914	G : 0,884			
Shab moyen parc [m²] : 81,96		Shab des logements neufs [m²] : 83,72					Fep élec : 2,7		2		
Nbre logts neufs/an : 200 000		Nbre démolitions/reconstructions/an : 90 625					Nombre de rénovations/an :		1268 284		
Matériaux biosourcés :		NON		Part (%) de l'électric. en neuf : 85		et après rénovation :		80			
Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]											
Bilan en énergie primaire		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)	
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant		471	337,2	134,3	-28,5%	198,5	141,9	56,5			
Parcs neuf et reconstruit		0	9,1	-9,1	0,0%						
Ch+ECS		471	346,3	125,2	-26,6%	198,5			138,6		59,8
E grise reconstruction+neuf		0	36,5								
E grise rénovation		0	52,0								
Conso totale EP		471	434,7	36,8	-7,8%	198,5			174,1		24,4
Bilan en énergie finale		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)	
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant		378,9	249,4	129,5	-34,2%	159,5	105,0	54,5			
Parcs neuf et reconstruit		0,0	4,2	-4,2	0,0%						
Ch+ECS		378,9	253,6	125,3	-33,1%	159,5			101,6		57,9
E grise reconstruction+neuf			24,0								
E grise rénovation			34,2								
Consommation résultante		378,9	311,8	67,1	-17,7%	159,5			124,9		34,6
Bilan en EGES		Emissions annuelles [Mt CO2/an]				Contenus CO2 des différentes énergies					
		2020	2028	Gain	Taux	Elec. Chauffage :		0,125		kg CO2/kWh	
Parc existant		64,3	37,8	26,5	-41,2%	Elec. ECS :		0,065		kg CO2/kWh	
Parcs neuf et reconstruit		0,0	0,9	-0,9	0,0%	Gaz :		0,227		kg CO2/kWh	
Ch+ECS		64,3	38,7	25,6	-39,8%	Fioul :		0,324		kg CO2/kWh	
CO2 reconstruc+neuf		0,0	12,2	-12,2	0,0%	Bois :		0,027		kg CO2/kWh	
CO2 rénovation		0,0	12,5	-12,5	0,0%	Autres :		0,173		kg CO2/kWh	
Emissions totales		64,3	63,3	1,0	-1,5%	Eclairage+auxili :		0,066		kg CO2/kWh	
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées											
	Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS			Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)				
	EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	[kgCO2/m²/an]	EP TWh/an	EF TWh/an	EGES Mt CO2/an	E. grise TWh EP	E. grise TWh EF	EGES Mt CO2/an		
Logements neufs	53,39	24,8	5,2	6,3	2,9	0,61	25,1	16,5	8,37		
Logements démolis/reconstruits	53,39	24,8	5,2	2,8	1,3	0,28	11,4	7,5	3,79		
Rénovation des logts							52,0	34,2	12,47		
Totaux				9,1	4,2	0,9	88,5	58,2	24,6		

Figure 3.9 : Simulation n°4 – Idem simulation n°3 mais avec scénario de rénovation n°2 visant la classe B

Cette simulation conduit toujours à un nombre de rénovations annuelles impossibles à réaliser, mais :

- la réduction d'énergie finale est de 125 TWh, donc très largement au-delà des objectifs fixés par la PPE pour 2028.

- Le bilan global en incluant l'énergie grise de la construction et de la rénovation conduit à une baisse de 17,7 % de l'énergie finale par rapport à 2020. **Preuve s'il en est de la nécessité d'une performance énergétique élevée dans les rénovations pour compenser la dette en énergie grise.**

- La réduction des émissions de GES atteint 25,6 Mt CO2 soit une baisse de 39,8 %, mais malgré cela le bilan global obtenu en incluant les émissions de GES associées à la construction et à la rénovation est à peine positif puisqu'on observe une baisse de 1,0 MtCO2, soit 1,5 % par rapport à 2020.

- Il apparaît clairement que **si on veut réduire le nombre de rénovations annuelles pour le rendre acceptable, il est nécessaire de recourir à des niveaux de performance, après rénovation, renforcés par rapport aux objectifs, d'ailleurs non contraignants, actuellement fixés par les pouvoirs publics.**

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise						Simulation n°		5		
Titre : Idem simulation n°4 mais avec modèle de parc selon SDES										
Modèle de parc selon : SDES		Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno						Scénario de		
Coefficients de pondération :		A : 1,053	B : 1,062	C : 1,056	D : 0,995	E : 0,952	F : 0,901	G : 0,872	rénovation n°	
Shab moyen parc [m²] : 81,96		Shab des logements neufs [m²] : 83,72						Fep élec : 2,7		2
Nbre logts neufs/an : 200 000		Nbre démolitions/reconstructions/an : 90 625						Nombre de rénovations/an :		749 858
Matériaux biosourcés :		NON		Part (%) de l'électric. en neuf :		85		et après rénovation :		80
Bilan en énergie primaire					Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]					
Consommation annuelle [TWh/an]					Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)	
					Avant		Après		Après	
					Gain		Gain		Gain	
					Taux		Taux		Taux	
Parc existant		392	317,2	74,9	-19,1%	165,1	133,5	31,5		
Parcs neuf et reconstruit		0	9,0	-9,0	0,0%					
Ch+ECS		392	326,2	65,9	-16,8%	165,1			130,6	34,4
E grise reconstruction+neuf		0	36,5							
E grise rénovation		0	30,7							
Conso totale EP		392	393,4	-1,3	0,3%	165,1			157,5	7,5
Bilan en énergie finale					Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)	
Consommation annuelle [TWh/an]					Avant		Après		Après	
					Gain		Gain		Gain	
					Taux		Taux		Taux	
Parc existant		317,4	243,8	73,6	-23,2%	133,6	102,6	31,0		
Parcs neuf et reconstruit		0,0	4,2	-4,2						
Ch+ECS		317,4	248,0	69,4	-21,9%	133,6			99,3	34,3
E grise reconstruction+neuf			24,0							
E grise rénovation			20,2							
Consommation résultante		317,4	292,2	25,2	-7,9%	133,6			117,0	16,6
Bilan en EGES					Contenus CO2 des différentes énergies					
Emissions annuelles [Mt CO2/an]					Elec. Chauffage :		Elec. ECS :		Gaz :	
					Fioul :		Bois :		Autres :	
					Eclairage+auxili :					
					Gain		Gain		Gain	
					Taux		Taux		Taux	
Parc existant		54,0	38,4	15,6	-28,8%		0,125	0,065	0,227	0,324
Parcs neuf et reconstruit		0,0	0,9	-0,9	0,0%				0,027	0,173
Ch+ECS		54,0	39,3	14,7	-27,2%				0,066	
CO2 reconstruc+neuf		0,0	12,2	-12,2	0,0%					
CO2 rénovation		0,0	7,4	-7,4	0,0%					
Emissions totales		54,0	58,9	-4,9	9,0%					
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées										
Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS				Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)			
				EP		EGES	E. grise		EGES	
				TWh/an		Mt CO2/an	TWh EP		Mt CO2/an	
				EF			TWh EF			
				[kgCO2/m²/an]						
Logements neufs		52,64	24,5	5,2	6,2	2,9	0,60	25,1	16,5	8,37
Logements démolis/reconstruits		52,64	24,5	5,2	2,8	1,3	0,27	11,4	7,5	3,79
Rénovation des logts								30,7	20,2	7,38
Totaux					9,0	4,2	0,9	67,2	44,2	19,5

Figure 3.10 : Simulation n°5 – Idem simulation n°4 mais avec parc de logements selon étude SDES/CGDD

Simulation n°5 : Cette simulation, construite uniquement sur des paramètres physiques et une répartition des logements selon leur classe énergétique conforme à l'étude SDES/CGDD, conduit, comme la simulation précédente, à une amélioration des économies due au scénario de rénovation n°2 privilégiant l'atteinte de la classe B. Mais :

- l'économie globale d'énergie finale à l'exploitation n'est encore que de 69,4 TWh, donc un peu inférieure aux objectifs 2028 de la PPE.

- En tenant compte de l'énergie grise liée à la construction et à la rénovation, on arrive à ce que le bilan global en 2028 conduise à une légère baisse de l'énergie finale de 7,9 %.

L'examen des simulations 4 et 5 montre que :

- un renforcement des exigences pour les bâtiments rénovés est absolument nécessaire pour atteindre les objectifs fixés par la PPE. Il est clair qu'atteindre la classe C est très insuffisant et va ruiner le potentiel d'économies, ce qui rendra impossible l'atteinte des objectifs, que ce soit à l'horizon 2028 mais encore plus à l'horizon 2050.

- La question du nombre de rénovations annuelles, qui apparaît ici comme une conséquence du nombre de logements considérés en classe F ou G, est centrale : avec une insuffisance probable de logements dans ces deux classes énergétiques, **le parc décrit par l'étude SDES/CGDD ne permet pas d'atteindre un niveau d'économie suffisant en 2028 malgré le recours à des objectifs renforcés pour les logements rénovés (atteinte de la classe B). En toute logique, si on continue à penser que la structure du parc à laquelle arrive cette étude est la bonne, il faudrait alors fixer comme objectif non pas d'atteindre la classe C ni la classe B, mais la classe A.**

Simulation n°6 : Elle est identique au scénario n°4, mais le nombre de démolitions est ramené à 30 000/an dans le but de voir l'impact sur l'énergie grise.

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise						Simulation n°		6	
Titre : Idem simulation n°4 mais avec seulement 30 000 démolitions par an au lieu de 90 000									
Modèle de parc selon : Phébus+		Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno						Scénario de rénovation n°	
Coefficients de pondération :		A : 1,068	B : 1,077	C : 1,071	D : 1,009	E : 0,966	F : 0,914	G : 0,884	2
Shab moyen parc [m²] : 81,96		Shab des logements neufs [m²] : 83,72						Fep élec : 2,7	
Nbre logts neufs/an : 200 000		Nbre démolitions/reconstructions/an : 30 000				Nombre de rénovations/an : 1 308 700			
Matériaux biosourcés :		NON		Part (%) de l'électric. en neuf :		85		et après rénovation : 80	

Bilan en énergie primaire		Consommation annuelle [TWh/an]				Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]				
		2020	2028	Gain	Taux	Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)
						Avant	Après	Gain	Après	Gain
Parc existant		471	342,1	129,4	-27,5%	198,5	144,0	54,5		
Parcs neuf et reconstruit		0	7,2	-7,2	0,0%					
Ch+ECS		471	349,3	122,2	-25,9%	198,5			140,0	58,5
E grise reconstruction+neuf		0	28,9							
E grise rénovation		0	53,6							
Conso totale EP		471	431,8	39,7	-8,4%	198,5			173,1	25,4

Bilan en énergie finale		Consommation annuelle [TWh/an]				Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]				
		2020	2028	Gain	Taux	Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)
						Avant	Après	Gain	Après	Gain
Parc existant		378,9	252,5	126,4	-33,4%	159,5	106,3	53,2		
Parcs neuf et reconstruit		0,0	3,3	-3,3	0,0%					
Ch+ECS		378,9	255,9	123,0	-32,5%	159,5			102,6	56,9
E grise reconstruction+neuf			19,0							
E grise rénovation			35,3							
Consommation résultante		378,9	310,2	68,7	-18,1%	159,5			124,4	35,1

Bilan en EGES		Emissions annuelles [Mt CO2/an]				Contenus CO2 des différentes énergies				
		2020	2028	Gain	Taux					
Parc existant		64,3	38,2	26,1	-40,6%					
Parcs neuf et reconstruit		0,0	0,7	-0,7	0,0%					
Ch+ECS		64,3	38,9	25,4	-39,5%					
CO2 reconstruc+neuf		0,0	9,6	-9,6	0,0%					
CO2 rénovation		0,0	12,9	-12,9	0,0%					
Emissions totales		64,3	61,4	2,9	-4,5%					
						Elec. Chauffage : 0,125 kg CO2/kWh				
						Elec. ECS : 0,065 kg CO2/kWh				
						Gaz : 0,227 kg CO2/kWh				
						Fioul : 0,324 kg CO2/kWh				
						Bois : 0,027 kg CO2/kWh				
						Autres : 0,173 kg CO2/kWh				
						Eclairage+auxili : 0,066 kg CO2/kWh				

Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées									
	Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS			Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)		
	EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	[kgCO2/m²/an]	EP TWh/an	EF TWh/an	EGES Mt CO2/an	E. grise TWh EP	E. grise TWh EF	EGES Mt CO2/an
Logements neufs	53,39	24,8	5,2	6,3	2,9	0,61	25,1	16,5	8,37
Logements démolis/reconstruits	53,39	24,8	5,2	0,9	0,4	0,09	3,8	2,5	1,26
Rénovation des logts							53,6	35,3	12,87
Totaux				7,2	3,3	0,7	82,5	54,3	22,5

Figure 3.11 : Simulation n°6 – Idem simulation n°4 mais avec seulement 30 000 démolitions/an au lieu de 90 625

Rappelons que tous les logements démolis doivent être compensés l'année même par un nombre de logements neufs identique. Réduire le nombre de démolitions a donc deux conséquences :

- maintenir dans le parc un nombre de logements non rénovés plus élevé que si on avait démoli, donc plus consommateurs,
- réduire le nombre de reconstructions, donc réduire l'énergie grise nécessaire.

Cette simulation permet de quantifier ces deux effets. Par rapport à la simulation n°4, on retiendra que :

- la consommation d'énergie finale en exploitation augmente de 2,3 TWh,
- la consommation d'énergie finale liée à l'énergie grise baisse de 4,1 TWh,
- réduire à 30 000 le nombre de démolitions annuel conduit donc à économiser 1,8 TWh_{EF} supplémentaire chaque année par rapport à en démolir 90 625,
- les émissions de GES sont également réduites de 1,9 Mt CO2/an.

En conclusion, il semble préférable de rester sur le rythme actuel de démolitions (environ 30 000/an) plutôt que de se rapprocher de 100 000 en vue de maintenir l'activité dans la construction neuve. Il est préférable d'orienter la profession vers le marché de la rénovation que vers celui de la construction neuve si on veut maximiser les réductions de consommation d'énergie et d'émission de GES.

Simulation n°7 : c'est une évolution de la simulation n°4 dans laquelle les objectifs de la PPE étaient largement dépassés. Cette simulation est donc construite sur un nouveau scénario de rénovation consistant à ne pas rénover tous les logements de classes F et G d'ici 2028, considérant qu'il y en a plus que les 4,8 M annoncés par l'étude SDES/CGDD.

n°3 bis	Classe après rénovation						
Classe avant réno	A	B	C	D	E	F	G
A	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
F	0,00%	50,00%	3,33%	3,33%	3,33%	40,00%	0%
G	0,00%	50,00%	3,33%	1,67%	1,67%	3,33%	40,00%

Figure 3.12 : Scénario de rénovation n°3bis : rénover 50% des logements en classe B, mais ne rénover que les 60% du parc de classes F & G

Nota : la version 3bis de ce scénario est une variante du scénario n°3 figurant dans la version n°1 du présent rapport.

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Simulation n°		7												
Titre : Idem simulation n°4 mais avec scénario de rénovation n°3																			
Modèle de parc selon : Phébus+			Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno				Scénario de rénovation n°												
Coefficients de pondération : A : 1,068 B : 1,077 C : 1,071 D : 1,009 E : 0,966 F : 0,914 G : 0,884																			
Shab moyen parc [m²] : 81,96			Shab des logements neufs [m²] : 83,72			Fep élec : 2,7		3 bis											
Nbre logts neufs/an : 200 000			Nbre démolitions/reconstructions/an : 90 625			Nombre de rénovations/an : 760 970													
Matériaux biosourcés : NON			Part (%) de l'électric. en neuf : 85		et après rénovation : 80														
					Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]														
Bilan en énergie primaire		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)									
		2020		2028		Gain		Taux		Avant		Après		Gain		Après		Gain	
Parc existant		471		387,8		83,6		-17,7%		198,5		163,3		35,2					
Parcs neuf et reconstruit		0		9,1		-9,1		0,0%											
Ch+ECS		471		396,9		74,6		-15,8%		198,5						158,9		39,5	
E grise reconstruction+neuf		0		36,5															
E grise rénovation		0		31,2															
Conso totale EP		471		464,6		6,9		-1,5%		198,5						186,0		12,4	
Bilan en énergie finale		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)									
		2020		2028		Gain		Taux		Avant		Après		Gain		Après		Gain	
Parc existant		378,9		298,2		80,7		-21,3%		159,5		125,5		34,0					
Parcs neuf et reconstruit		0,0		4,2		-4,2		0,0%											
Ch+ECS		378,9		302,5		76,5		-20,2%		159,5						121,1		38,4	
E grise reconstruction+neuf				24,0															
E grise rénovation				20,5															
Consommation résultante		378,9		347,0		31,9		-8,4%		159,5						138,9		20,6	
Bilan en EGES		Emissions annuelles [Mt CO2/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)									
		2020		2028		Gain		Taux		Avant		Après		Gain		Après		Gain	
Parc existant		64,3		47,8		16,5		-25,7%		159,5		125,5		34,0					
Parcs neuf et reconstruit		0,0		0,9		-0,9		0,0%											
Ch+ECS		64,3		48,7		15,6		-24,3%		159,5						121,1		38,4	
CO2 reconstruc+neuf		0,0		12,2		-12,2		0,0%											
CO2 rénovation		0,0		7,5		-7,5		0,0%											
Emissions totales		64,3		68,3		-4,0		6,3%											
					Contenus CO2 des différentes énergies														
Elec. Chauffage :					0,125 kg CO2/kWh														
Elec. ECS :					0,065 kg CO2/kWh														
Gaz :					0,227 kg CO2/kWh														
Fioul :					0,324 kg CO2/kWh														
Bois :					0,027 kg CO2/kWh														
Autres :					0,173 kg CO2/kWh														
Eclairage+auxil :					0,066 kg CO2/kWh														
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées																			
Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS			Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)													
EP [kWh/m²/an]		EF [kWh/m²/an]		[kgCO2/m²/an]		EP TWh/an		EF TWh/an		EGES Mt CO2/an		E. grise TWh EP		E. grise TWh EF		EGES Mt CO2/an			
Logements neufs		53,39		24,8		5,2		6,3		2,9		0,61		25,1		16,5		8,37	
Logements démolis/reconstruits		53,39		24,8		5,2		2,8		1,3		0,28		11,4		7,5		3,79	
Rénovation des logts														31,2		20,5		7,48	
Totaux								9,1		4,2		0,9		67,7		44,5		19,7	

Figure 3.13 : Simulation n°7 – Idem simulation n°4 mais en ne rénovant que les deux tiers des logements de classes F et G

C'est le premier scénario qui conduit à satisfaire exactement les objectifs de la PPE pour 2028 :

- la réduction globale (parcs ancien et nouveau) de consommation d'énergie finale est de 76,5 TWh, donc juste au niveau de la réduction de 74 TWh exigé par la PPE,
- en intégrant l'énergie grise le gain n'est plus que de 31,9 TWh,
- les émissions de GES en exploitation sont réduites de 15,6 Mt CO2, soit une baisse de 24,3 %, mais si l'on tient compte des émissions liées à l'énergie grise de la construction et de la rénovation, le bilan reste négatif avec une augmentation de 4,0 TWh par rapport à 2020 soit une augmentation de 6,3 %.
- ce scénario permet de réduire considérablement le nombre de rénovations annuelles qui passe de 1 308 000 à 761 000. La première valeur était totalement irréalisable, la seconde reste encore d'accès très difficile compte tenu de la position actuelle de la profession....

Simulation n°9 : Variante de la simulation n°8 (dite « de base ») dans laquelle on utilise des matériaux biosourcés. Les caractéristiques d'énergie grise et d'émission de GES des matériaux traditionnels et biosourcés sont les suivantes :

	Matériaux traditionnels		Matériaux biosourcés	
	Neuf	Rénovation	Neuf	Rénovation
Contenu CO2 [kg CO2/m²Shab]	500	120	200	60
Energie grise [kWhEP/m²Shab]	1500	500	900	350

Figure 3.15 : Caractéristiques des matériaux traditionnels et biosourcés utilisées dans les simulations

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise										Simulation n°		9					
Titre : Idem simulation n°8 mais avec matériaux biosourcés et techniques à faible énergie grise																	
Modèle de parc selon : Phébus+										Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno		Scénario de					
Coefficients de pondération : A : 1,068 B : 1,077 C : 1,071 D : 1,009 E : 0,966 F : 0,914 G : 0,884										rénovation n°							
Shab moyen parc [m²] : 81,96										Shab des logements neufs [m²] : 83,72		Fep élec : 2,7		3 bis			
Nbre logts neufs/an : 200 000										Nbre démolitions/reconstructions/an : 30 000		Nombre de rénovations/an :		785 220			
Matériaux biosourcés : OUI										Part (%) de l'électric. en neuf : 85		et après rénovation : 80					
Bilan en énergie primaire										Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]							
Consommation annuelle [TWh/an]										Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)			
										Avant		Après		Après			
										Gain		Gain		Gain			
										Taux		Taux		Taux			
Parc existant										471		394,2		77,3		-16,4%	
Parcs neuf et reconstruit										0		7,2		-7,2		0,0%	
Ch+ECS										471		401,4		70,1		-14,9%	
E grise reconstruction+neuf										0		17,3					
E grise rénovation										0		22,5					
Conso totale EP										471		441,3		30,2		-6,4%	
Bilan en énergie finale										Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)			
Consommation annuelle [TWh/an]										Avant		Après		Après			
										Gain		Gain		Gain			
										Taux		Taux		Taux			
Parc existant										378,9		302,8		76,1		-20,1%	
Parcs neuf et reconstruit										0,0		3,3		-3,3		0,0%	
Ch+ECS										378,9		306,2		72,7		-19,2%	
E grise reconstruction+neuf												11,4					
E grise rénovation												14,8					
Consommation résultante										378,9		332,4		46,5		-12,3%	
Bilan en EGES										Contenus CO2 des différentes énergies							
Emissions annuelles [Mt CO2/an]										Elec. Chauffage :		0,125		kg CO2/kWh			
										Elec. ECS :		0,065		kg CO2/kWh			
										Gaz :		0,227		kg CO2/kWh			
										Fioul :		0,324		kg CO2/kWh			
										Bois :		0,027		kg CO2/kWh			
										Autres :		0,173		kg CO2/kWh			
										Eclairage+auxili :		0,066		kg CO2/kWh			
Parc existant										64,3		48,5		15,8		-24,6%	
Parcs neuf et reconstruit										0,0		0,7		-0,7		0,0%	
Ch+ECS										64,3		49,2		15,1		-23,5%	
CO2 reconstruc+neuf										0,0		3,9		-3,9		0,0%	
CO2 rénovation										0,0		3,9		-3,9		0,0%	
Emissions totales										64,3		56,9		7,4		-11,5%	
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées																	
Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS						Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)								
EP [kWh/m²/an]		EF [kWh/m²/an]		[kgCO2/m²/an]		EP TWh/an	EF TWh/an	EGES Mt CO2/an	E. grise TWh EP	E. grise TWh EF	EGES Mt CO2/an						
Logements neufs		53,39		24,8		5,2	6,3	2,9	0,61	15,1	9,9	3,35					
Logements démolis/reconstruits		53,39		24,8		5,2	0,9	0,4	0,09	2,3	1,5	0,50					
Rénovation des logts										22,5	14,8	3,86					
Totaux						7,2	3,3	0,7	39,9	26,2	7,7						

Figure 3.15 : Simulation n°9 – Idem simulation n°8 mais avec matériaux biosourcés

Les enseignements que l'on peut tirer de ce tableau sont les suivants :

- l'économie d'énergie finale, ne change pas au niveau de l'exploitation (72,7 TWh), et l'économie globale, incluant aussi l'énergie grise de la construction et de la rénovation, est de 46,5 TWh par rapport à 2020. Ceci est dû à une réduction de 14,0 TWh induite par l'utilisation de matériaux biosourcés et à faible énergie grise en remplacement des matériaux traditionnels.

- Les émissions globales de GES sont réduites de 9,6 Mt CO2 supplémentaires grâce à cette utilisation des matériaux biosourcés, ce qui fait évoluer le bilan globale, par rapport à 2020, d'une hausse de 2,2 Mt CO2 à une baisse de 7,4 Mt CO2 (soit -11,5 %).

- L'économie sur les émissions de GES diminue de 1,0 Mt CO₂ pour le chauffage et l'ECS, et de 1,1 Mt CO₂ dans le bilan global incluant les émissions liées à l'énergie grise.

On peut conclure de ces observations que le rôle de l'électrification du chauffage, que ce soit en construction neuve ou en rénovation, n'est peut-être pas si important qu'on le pensait. La raison en est probablement qu'il équipera désormais des logements à très basse consommation. Ceci dit, cette constatation peut introduire un degré de liberté dans la contrainte très forte existant sur la production d'électricité confrontée à une progression très importante de la demande liée à l'électrification de nombreux usages. Dans le bâtiment, il semble possible que d'autres vecteurs *a priori* exclus puissent trouver leur place en complément, ce qui ne pourra que renforcer la résilience d'un mix alors beaucoup moins mono orienté.

Simulation n°11 : identique à la simulation n°9 mais avec utilisation des coefficients conventionnels récemment modifiés par les pouvoirs publics (FEP = 2,3 ; 0,079 kg CO₂ par kWh chauffage électrique), au lieu des valeurs physiques (FEP=2,7 ; 0,125 kg CO₂/kWh).

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Simulation n° 11					
Titre : Idem simulation n°9 mais avec coefficients conventionnels pour Fep (=2,3) et contenu CO2 (0,079 kgCO2/kWh)										
Modèle de parc selon : Phébus+		Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno					Scénario de rénovation n°			
Coefficients de pondération :		A : 1,068	B : 1,077	C : 1,071	D : 1,009	E : 0,968	F : 0,914	G : 0,884		
Shab moyen parc [m²] : 81,96		Shab des logements neufs [m²] : 83,72					Fep élec : 2,3		3 bis	
Nbre logts neufs/an : 200 000		Nbre démolitions/reconstructions/an : 30 000					Nombre de rénovations/an : 785 220			
Matériaux biosourcés :		OUI	Part (%) de l'électric. en neuf : 85		et après rénovation : 80					
Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]										
Bilan en énergie primaire		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain
Parc existant		471	394,2	77,3	-16,4%	198,5	166,0	32,5		
Parcs neuf et reconstruit		0	7,2	-7,2	0,0%					
Ch+ECS		471	401,4	70,1	-14,9%	198,5			160,9	37,5
E grise reconstruction+neuf		0	17,3							
E grise rénovation		0	22,5							
Conso totale EP		471	441,3	30,2	-6,4%	198,5			176,9	21,6
Bilan en énergie finale		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain
Parc existant		392,0	314,8	77,2	-19,7%	165,0	132,5	32,5		
Parcs neuf et reconstruit		0,0	3,7	-3,7	0,0%					
Ch+ECS		392,0	318,5	73,5	-18,7%	165,0			127,7	37,3
E grise reconstruction+neuf			12,4							
E grise rénovation			16,1							
Consommation résultante		392,0	347,0	45,0	-11,5%	165,0			139,1	25,9
Bilan en EGES		Emissions annuelles [Mt CO2/an]				Contenus CO2 des différentes énergies				
		2020	2028	Gain	Taux					
Parc existant		62,4	46,9	15,6	-25,0%					
Parcs neuf et reconstruit		0,0	0,7	-0,7	0,0%					
Ch+ECS		62,4	47,6	14,9	-23,8%					
CO2 reconstruc+neuf		0,0	3,9	-3,9	0,0%					
CO2 rénovation		0,0	3,9	-3,9	0,0%					
Emissions totales		62,4	55,3	7,2	-11,5%					
						Elec. Chauffage : 0,079 kg CO2/kWh				
						Elec. ECS : 0,065 kg CO2/kWh				
						Gaz : 0,227 kg CO2/kWh				
						Fioul : 0,324 kg CO2/kWh				
						Bois : 0,027 kg CO2/kWh				
						Autres : 0,173 kg CO2/kWh				
						Eclairage+auxilli : 0,066 kg CO2/kWh				
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées										
		Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS			Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)		
		EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	[kgCO2/m²/an]	EP TWh/an	EF TWh/an	EGES Mt CO2/an	E. grise TWh EP	E. grise TWh EF	EGES Mt CO2/an
Logements neufs		53,39	27,7	5,2	6,3	3,3	0,61	15,1	10,8	3,35
Logements démolis/reconstruits		53,39	27,7	5,2	0,9	0,5	0,09	2,3	1,6	0,50
Rénovation des logts								22,5	16,1	3,86
Totaux					7,2	3,7	0,7	39,9	28,5	7,7

Figure 3.17 : Simulation n°11 – Idem simulation n°9 mais avec FEP = 2,3 et contenu CO₂ du kWh chauffage électrique = 0,079 kg CO₂

La publication par les pouvoirs publics des modifications du facteur d'énergie primaire de l'électricité et du nouveau contenu CO₂ du kWh chauffage électrique a globalement été très mal accueillie par l'ensemble de la profession qui n'a pas jugé ces modifications très légitimes. Cette modification va effectivement rendre beaucoup plus

facile l'accès des classes énergétiques A et B à l'électricité. Mais comme dans nos simulations le taux de pénétration de l'électricité est déjà bloqué à 80 % dans la rénovation et à 85 % dans le neuf selon l'hypothèse de la DGEC, il est assez logique que l'influence de ces deux modifications soit assez modeste.

On constate en effet que :

- le niveau de la consommation d'énergie primaire de l'année de départ (2018) est inchangé, ce qui est logique puisque l'énergie primaire est l'information fournie par les DPE,
- le niveau de consommation d'énergie finale de l'année de départ (392,0 TWh au lieu de 378,9) augmente sensiblement et aggrave le dépassement de la valeur observée (365,2 TWh). Ce qui signe l'inadaptation de ces coefficients avec la réalité physique.
- en 2028 le gain de consommation sur l'énergie finale n'est amélioré que de 0,8 TWh sur les postes chauffage et ECS, mais il diminue de 1,5 TWh si on considère aussi l'énergie grise.
- le gain sur les émissions de GES baisse de 0,2 Mt CO₂, que ce soit pour l'usage chauffage et ECS seul ou pour l'ensemble incluant les émissions liées à l'énergie grise.

L'intérêt de ce changement artificiel des paramètres clés de l'électricité va essentiellement servir à « faire gagner des classes énergétiques » aux logements chauffés à l'électricité. Mais cela n'a qu'une influence mineure sur les bilans, même si cela conduit à les fausser.

Simulation n°12 : Utilisation du label BBC Effinergie Rénovation

La publication récente de ce label mérite une exploration. Rappelons que les deux exigences principales requises sont de ne pas dépasser 80 kWh_{EP}/m²_{Shab}/an pour les cinq usages traditionnels et 20 kgCO₂/m²_{Shab}/an pour les EGES. Pour la performance énergétique il concerne donc des logements situés en classe B de la nouvelle étiquette, très proche de la classe A, mais en classe C pour les émissions de GES, donc aussi pour leur classification unique sur l'étiquette. Il est donc intéressant de voir ce que ce compromis entre performance énergétique et EGES apporterait à la rénovation massive du parc de passoires énergétiques.

Le scénario de rénovation imaginé pour ce cas permet (grâce à l'importance des économies réalisées) de réduire le nombre de logements qu'il est nécessaire de rénover, ce qui allège la contrainte sur le nombre de rénovations annuelles :

Scénario réno 4 bis		Classe après rénovation					
Classe avant réno	A	Label BBC	C	D	E	F	G
A	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
F	5,00%	45,00%	2,00%	1,50%	1,50%	45,00%	0%
G	4,00%	45,00%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	45,00%

Figure 3.18 : Idem simulation n°9, mais scénario de rénovation n°4 bis et rénovation grâce au label BBC de seulement 55% des logements de classes F & G

Les hypothèses de base de cette simulation sont les mêmes que celles de la simulation n°9 construite sur les valeurs physiques des différents paramètres, sur un nombre

de destructions annuelles de logements limités à 30 000, et sur l'utilisation de matériaux biosourcés. Seuls changent donc par rapport à la simulation n°9 le scénario de rénovation et l'exigence portée ici au niveau du label BBC rénovation.

Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Simulation n°		12				
Titre : Idem simulation n°9 mais avec scénario de rénovation n°4 bis et label BBC pour 50% des rénovations											
Modèle de parc selon : Phébus+			Modélisation et pondération des classes selon : Mécélaréno				Scénario de rénovation n°				
Coefficients de pondération : A : 1,068 B : 1,077 C : 1,071 D : 1,009 E : 0,966 F : 0,914 G : 0,884			Shab moyen parc [m²] : 81,96		Shab des logements neufs [m²] : 83,72		Fep élec : 2,7				
Nbre logts neufs/an : 200 000			Nbre démolitions/reconstructions/an : 30 000			Nombre de rénovations/an :		719 785			
Matériaux biosourcés : OUI			Part (%) de l'électric. en neuf : 85		et après rénovation : 80						
Consommations spécifiques [kWh/m²Shab/an]											
Bilan en énergie primaire		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)	
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant		472	384,1	87,7	-18,6%	198,6	161,7	36,9			
Parcs neuf et reconstruit		0	7,2	-7,2	0,0%						
Ch+ECS		472	391,3	80,5	-17,1%	198,6			156,9		41,7
E grise reconstruction+neuf		0	17,3								
E grise rénovation		0	20,6								
Conso totale EP		472	429,3	42,5	-9,0%	198,6			172,1		26,5
Bilan en énergie finale		Consommation annuelle [TWh/an]				Existant		Parc rénové seul		Total parc (neuf+réno)	
		2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant		379,2	300,9	78,4	-20,7%	159,6	126,6	33,0			
Parcs neuf et reconstruit		0,0	3,3	-3,3	0,0%						
Ch+ECS		379,2	304,2	75,0	-19,8%	159,6			122,0		37,7
E grise reconstruction+neuf			11,4								
E grise rénovation			13,6								
Consommation résultante		379,2	329,2	50,0	-13,2%	159,6			132,0		27,7
Bilan en EGES		Emissions annuelles [Mt CO2/an]				Contenus CO2 des différentes énergies					
		2020	2028	Gain	Taux						
Parc existant		64,4	49,1	15,2	-23,6%						
Parcs neuf et reconstruit		0,0	0,7	-0,7	0,0%						
Ch+ECS		64,4	49,8	14,5	-22,6%						
CO2 reconstruc+neuf		0,0	3,9	-3,9	0,0%						
CO2 rénovation		0,0	3,5	-3,5	0,0%						
Emissions totales		64,4	57,2	7,1	-11,1%						
						Elec. Chauffage : 0,125 kg CO2/kWh					
						Elec. ECS : 0,065 kg CO2/kWh					
						Gaz : 0,227 kg CO2/kWh					
						Fioul : 0,324 kg CO2/kWh					
						Bois : 0,027 kg CO2/kWh					
						Autres : 0,173 kg CO2/kWh					
						Eclairage+auxilli : 0,066 kg CO2/kWh					
Détails consommations d'énergie et EGES des constructions neuves, ainsi qu'énergie grise des constructions neuves et rénovées											
		Consommations et émissions spécifiques Chauffage + ECS			Consommations et émissions totales Chauffage + ECS			Energie grise et EGES associées aux travaux (construction ou rénovation)			
		EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	[kgCO2/m²/an]	EP TWh/an	EF TWh/an	EGES Mt CO2/an	E. grise TWh EP	E. grise TWh EF	EGES Mt CO2/an	
Logements neufs		53,39	24,8	5,2	6,3	2,9	0,61	15,1	9,9	3,35	
Logements démolis/reconstruits		53,39	24,8	5,2	0,9	0,4	0,09	2,3	1,5	0,50	
Rénovation des logts								20,6	13,6	3,54	
Totaux					7,2	3,3	0,7	38,0	25,0	7,4	

Figure 3.19 : Simulation n°12 – Idem simulation n°9 mais rénovation de seulement 55 % des classes F et G dont 50% sont au niveau du label BBC Effinergie Rénovation

On retiendra de cette simulation que, tout en réduisant le nombre de logements à rénover annuellement à 720 000 (ce qui est plus faible que les conséquences implicites de la stratégie de la DGEC) :

- le gain de consommation d'énergie finale est de 75,0 TWh, donc au bon niveau des exigences de la PPE, soit une réduction de consommation de 19,8 %.
- Ce gain est encore de 50,0 TWh lorsqu'on inclut l'énergie grise.
- Les émissions de GES au titre de l'exploitation sont réduites de 14,5 Mt CO2, soit 22,6 %.
- Si on inclut les émissions associées à l'énergie grise, l'économie n'est plus que de 7,1 Mt CO2.
- le nombre de logements à rénover est de 719 786 par an, ce qui ne représente que 55 % des logements de classes F et G (parc selon Phébus+). Ceci aura pour conséquence intéressante de conserver un potentiel de rénovation important pour la période au-delà de l'année 2028 (du même ordre de grandeur que cette première tranche de travaux).

Ce scénario avec utilisation du label BBC Effinergie Rénovation, est intéressant car il s'articule autour d'un concept bien défini garantissant une qualité de résultats assurée par quelques exigences complémentaires (taux de fuite des réseaux de ventilation, étanchéité à l'air du logement, etc.). Par ailleurs le niveau de performance atteint permet de réduire le nombre de rénovations annuelles, ce qui prouve à nouveau l'intérêt d'avoir des exigences techniques fortes sur ce qu'est un « logement performant ».

3-3 Rappels des hypothèses faites dans les différents scénarios présentés

Voici un rappel des hypothèses faites dans les scénarios qui précèdent.

3.3.1 Les hypothèses communes à tous les scénarios

- la durée du programme de rénovation : 2021 à 2028 soit 7 ans
- nombre de logements neufs construits annuellement : 200 000
- contenus CO₂ des différentes énergies : conformes à la nouvelle grille du DPE, sauf pour le kWh chauffage électrique pour lequel deux valeurs ont été simulées : 0,079 et 0,125 kg CO₂,
- EGES des constructions neuves de classe A : 4,9 kg CO₂/m²/an (RE2020)
- dans l'habitat existant, la valeur de consommation d'une classe énergétique a été prise égale à la moyenne des bornes basse et haute de la classe. En revanche dans la rénovation, une classe énergétique est caractérisée par la valeur de sa borne haute.

3.3.2 Les hypothèses et paramètres susceptibles de varier

- la simulation n°1 est conduite avec les coefficients de correction/pondération proposés par la DGEC, ainsi que la valeur de la surface des logements qu'elle adopte (94,03 m²),
- Surface moyenne des logements :
 - 94,03 m² pour les simulations faites conformément à la méthode de la DGEC, mais sans connaître la nature de cette surface. Ne concerne que la simulation n°1.
 - 81,96 m² dans tous les autres cas.
- Taux de pénétration de l'électricité en construction neuve et en rénovation. Ils valent toujours 80 % (rénovation) et 85 % (construction neuve), à l'exception de la simulation n°10 où ils prennent les valeurs de 60 et 65 % respectivement.
- Le scénario de rénovation est celui de la DGEC (voir la figure1.1) pour son scénario « Rénovation ABC passoires 2028 » (simulations n°1 à 3). Pour les simulations n° 4 à 6 il existe un second scénario visant la rénovation en classe B. Puis pour les simulations 7 à 11 un troisième scénario (3bis) visant toujours la classe B mais réduisant le nombre de logements rénovés. Enfin le scénario n°4bis ne concerne que la simulation n°12 (label BBC).
- Le nombre de logements démolis annuellement est en général de 90 625 (soit 2,9 millions de destructions sur 32 ans, comme la DGEC), sauf pour les simulations n°8 à 12.
- Le contenu CO₂ et l'énergie grise de la construction neuve et de la rénovation, selon que l'on est en techniques et matériaux traditionnels, ou en matériaux biosourcés.
- la structure du parc de logements en fonction de leur classe énergétique et de l'énergie peut-être celle issue de l'étude SDES/CGDD (simulations n°1, 2 et 5), ou celle issue de l'enquête Phébus+ (toutes les autres simulations).

Tableau récapitulatif des hypothèses :

Scénario réno n°1	Classe avant réno	Classe après rénovation						
		A	B	C	D	E	F	G
		A	100%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
F	0,0%	10,0%	80,0%	5,0%	5,0%	0,0%	0,0%	
G	0,0%	5,0%	80,0%	5,0%	5,0%	5,0%	0,0%	

Simulation n°	Modèle	Parc selon	Coeff pondération	CO2 élec	FEP	Nbre démolitions/an	Surface [m²]
1	DGEC	SDES/CGDD	DGEC	79	2,3	90 625	94,03
2	O.S.	SDES/CGDD	O.S.	0,125	2,7	90 625	81,96
3	O.S.	Phébus +	O.S.	0,125	2,7	90 625	81,96

Scénario réno n°2	Classe avant réno	Classe après rénovation						
		A	B	C	D	E	F	G
		A	100%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
F	5%	80%	5%	5%	5%	0%	0,0%	
G	5%	80%	5%	3%	3%	5%	0,0%	

Simulation n°	Modèle	Parc selon	Coeff pondération	CO2 élec	FEP	Nbre démolitions/an	Surface [m²]
4	O.S.	Phébus +	O.S.	0,125	2,7	90 625	81,96
5	O.S.	SDES/CGDD	O.S.	0,125	2,7	90 625	81,96
6	O.S.	Phébus +	O.S.	0,125	2,7	30 000	81,96

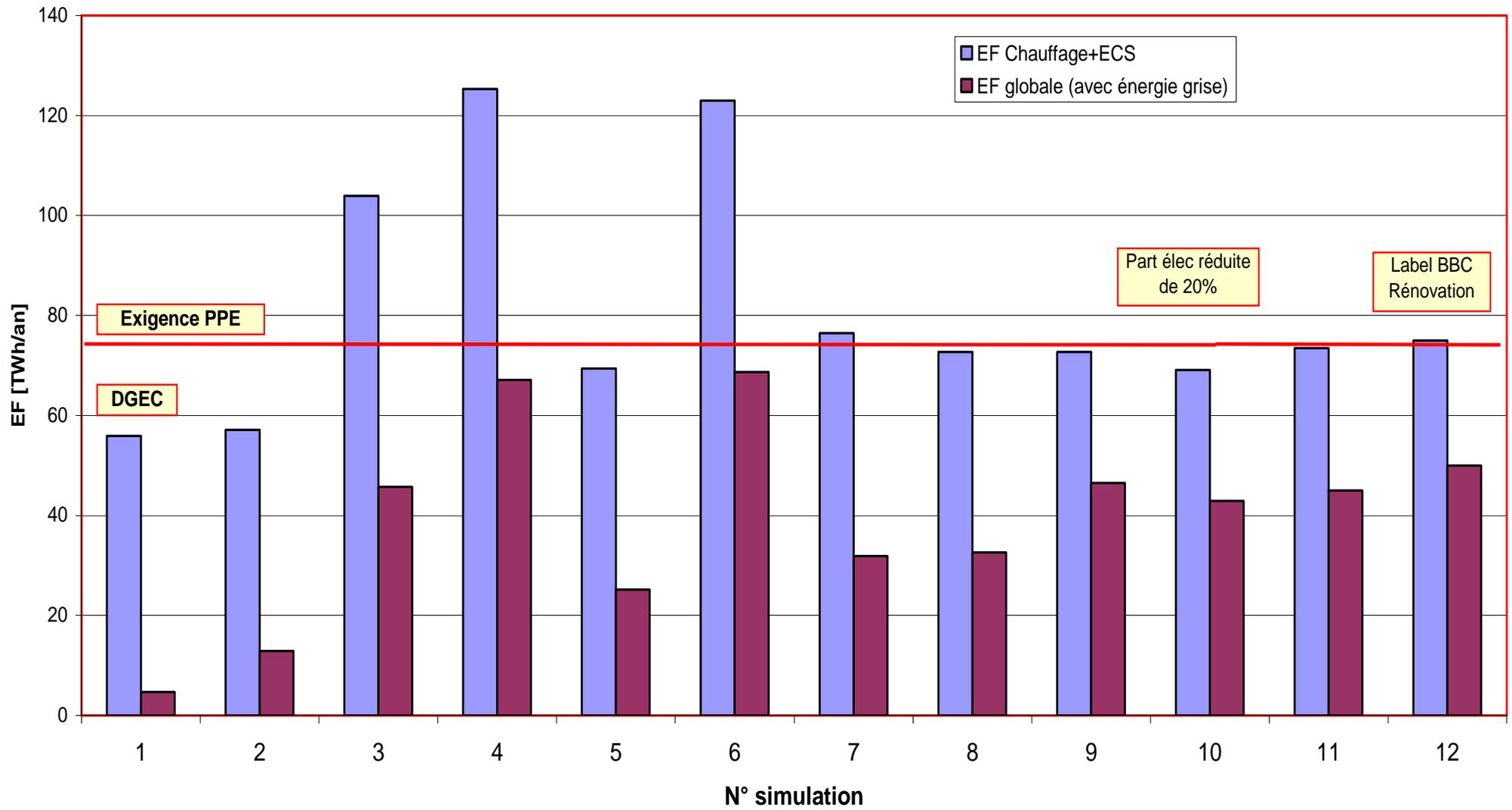
Scénario réno n°3 bis	Classe avant réno	Classe après rénovation						
		A	B	C	D	E	F	G
		A	100%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
F	0,00%	50,00%	3,33%	3,33%	3,33%	40,00%	0%	
G	0,00%	50,00%	3,33%	1,67%	1,67%	3,33%	40,00%	

Simulation n°	Modèle	Parc selon	Coeff pondération	CO2 élec	FEP	Nbre démolitions/an	Surface [m²]	Autre
7	O.S.	Phébus +	O.S.	0,125	2,7	90 625	81,96	
8	O.S.	Phébus +	O.S.	0,125	2,7	30000	81,96	
9	O.S.	Phébus +	O.S.	0,125	2,7	30000	81,96	Matériaux biosourcés
10	O.S.	Phébus +	O.S.	0,125	2,7	30000	81,96	Mat.biosourcés Elec : 60/65%
11	O.S.	Phébus +	O.S.	0,079	2,3	30000	81,96	Mat.biosourcés

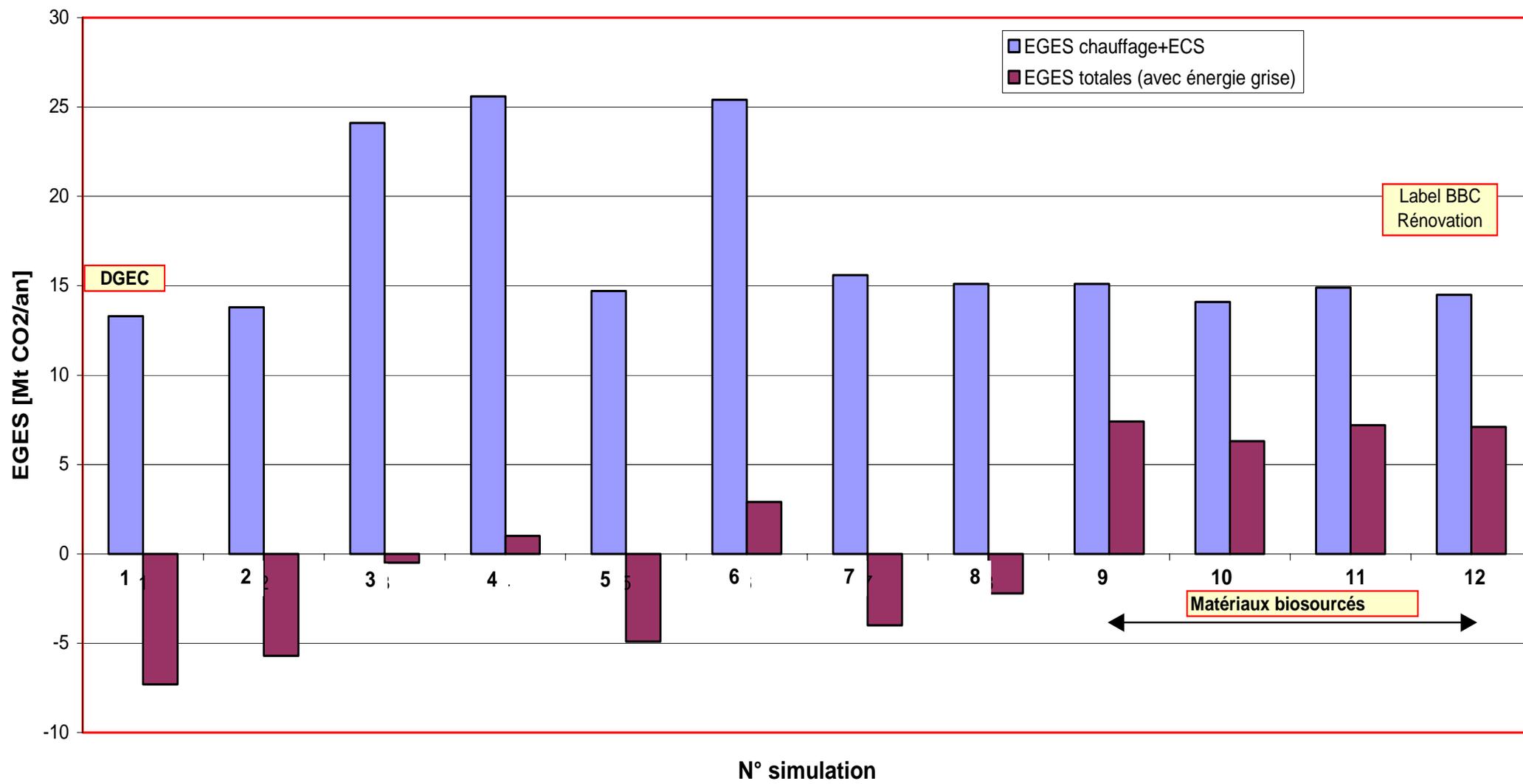
Scénario réno n°4	Classe avant réno	Classe après rénovation						
		A	Label BBC	C	D	E	F	G
		A	100%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
F	5,00%	45,00%	2,00%	1,50%	1,50%	45,00%	0%	
G	4,00%	45,00%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	45,00%	

Simulation n°	Modèle	Parc selon	Coeff pondération	CO2 élec	FEP	Nbre démolitions/an	Surface [m²]	Autre
12	O.S.	Phébus +	O.S.	0,125	2,7	30000	81,96	Mat.biosourcés Label BBC

Gain en énergie finale [TWh/an]



Gains sur émissions de GES [MtCO2/an]



4 – Conclusion et propositions

Ce qui précède a mis en évidence :

- l'utilisation d'un outil de simulation par la DGEC peu précis, utilisant des coefficients de correction/pondération fixés de manière totalement arbitraire pour atteindre les résultats recherchés, pilotés par des paramètres conventionnels alors qu'on est confronté à une réalité physique (les EGES et les consommations d'énergie finale) qui nécessite d'être au plus près des mécanismes réels.

- Des résultats tout à fait insuffisants, **très loin des objectifs de la PPE** qui constitue jusqu'à nouvel ordre la feuille de route de la France. Il est même étonnant de pouvoir écrire qu'on atteindra sans aucune difficulté les objectifs indiqués à l'horizon 2028 alors qu'on s'en éloigne de près de 34 %.

- Des scénarios construits sur des présupposés qui n'existeront jamais avec les textes législatifs en vigueur ou en préparation, comme :

- un taux de pénétration de l'électricité de 80 % en rénovation et de 85 % en construction neuve qu'aucun acteur économique n'est obligé d'adopter,

- la rénovation de l'ensemble des logements de classes F et G d'ici 2028, ce qui supposerait d'en rénover plus de 700 000 par an (selon la comptabilité utilisée par la DGEC), sans qu'une vraie politique d'obligation n'ait été mise en œuvre (alors qu'on sait parfaitement, et depuis longtemps, que la meilleure des stratégies d'incitation ne permet guère de faire plus de 5 % des rénovations qu'il faudrait réaliser annuellement), et sans que le financement des 27 milliards d'euros nécessaires n'ait été prévu, pas plus que la formation et la mise en marche de la profession dont les préoccupations semblent bien éloignées des chantiers de rénovation aujourd'hui.

- Un manque total d'ambition en bornant la définition de la rénovation performante à la classe C pour les bâtiments initialement de classes F et G (qui constituent les plus gros gisements d'économie d'énergie), ce qui aura pour effet de ne pas atteindre les objectifs de la PPE à 2028 et de ne plus pouvoir les atteindre au-delà car cette façon de faire aura tué méthodiquement le gisement, bon marché de surcroît, qu'offraient les logements de classes F et G, les plus consommateurs d'énergie....

Cette stratégie peut et doit être très rapidement modifiée car des solutions techniques existent.

Les scénarios détaillés dans ce qui précède ont permis de tracer une feuille de route et d'en quantifier les effets avec précision. A l'heure où, dans son dernier rapport, le GIEC alerte sur les conséquences cataclysmiques bientôt inéluctables du réchauffement climatique, il est temps pour tous les gouvernements de prendre la dimension bien réelle du problème et des difficultés afin d'adopter rapidement et avec courage les mesures qui s'imposent.

Les leçons de l'action qu'il faut retenir des travaux qui précèdent sont au nombre de 5 :

1 - Avant tout, **redonner de l'ambition aux objectifs de performance imposés à chaque rénovation** qui sera faite en France :

- pour cela, et pour des raisons à la fois d'efficacité et d'ordre budgétaire, il faut bannir les « petits travaux » de rénovation et s'orienter définitivement et sans regrets vers les rénovations « complètes et performantes », c'est-à-dire quand les travaux sont réalisés en une seule fois et avec l'ambition de capter la totalité du gisement d'économies potentielles.

- Il faudra revenir sur la définition d'un « logement performant » proposée à l'article 155 de la loi Climat et Résilience afin de porter l'exigence au niveau de la classe B et non plus C pour les logements de classes F et G. Mais il serait encore plus pertinent d'adopter comme définition de la rénovation performante que c'est une opération conduisant à ce que le logement soit au niveau du label BBC Effinergie Rénovation, sans pour tant qu'il soit nécessaire d'obtenir officiellement ledit label. Rappelons que ce label fixe l'objectif de performance énergétique à $80 \text{ kWh}_{EP}/\text{m}^2_{\text{Shab}}/\text{an}$, et l'objectif d'émissions maximales de GES à $20 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2/\text{an}$.

2 - **Engager un programme de rénovation réellement performant et efficace** qui pourra adopter l'une ou l'autre des approches suivantes :

- rénover annuellement, entre 2021 et 2028, 785 000 logements/an afin d'avoir rénové, d'ici 2028, 60 % du parc de logements de classes F et G (soit de l'ordre de 5,5 millions de logements, comme l'indique d'ailleurs la PPE). Un peu plus de 80 % des logements rénovés le seront en classe énergétique B. Les autres se répartiront de façon sensiblement égale entre les classes C à E (voir simulation n°8 et 9).

- Rénover annuellement, entre 2021 et 2028, 720 000 logements/an afin d'avoir rénové, d'ici 2028, 55 % du parc de logements de classes F et G. Plus de 80 % des logements rénovés seront au niveau du label BBC Effinergie Rénovation, et 8 % le seront en classe énergétique A. Les autres se répartiront de façon sensiblement égale entre les classes C à E. Ce scénario, décrit par la simulation n°12, donne de meilleurs résultats que l'option précédente.

3 - **Rendre obligatoire la rénovation.** Que ce soit le scénario de la DGEC, qui nécessiterait plus de 700 000 rénovations/an, ou les deux propositions qui précèdent, il n'est plus possible aujourd'hui de ne rénover que quelques milliers de logements par an. Il faut changer d'échelle et toutes les simulations, quelles qu'elles soient, montrent toutes que le rythme se situe au-delà de 700 000 rénovations/an. Or, aucune politique d'incitation, où que ce soit sur la planète, n'a produit des effets conduisant à rénover plus de 5 % de l'objectif annuel visé. **S'inscrire dans une politique d'incitation, aussi dynamique soit-elle, conduit irrémédiablement à l'échec.** Nous n'avons plus le temps pour cette erreur de stratégie. L'obligation à rénover doit donc devenir la règle. Mais pour qu'elle soit acceptable par les ménages, il faut que chacun d'entre eux puisse bénéficier d'un financement total de ses travaux de rénovation, que son reste à charge soit nul dans l'immense majorité des cas, et que le dispositif de financement reste excessivement simple via un guichet unique.

4 - La tentation d'accroître le nombre de démolitions annuelles afin de soutenir le marché de la construction neuve qui va connaître quelques faiblesses consécutives au ralentissement de la croissance démographique, n'est pas une très bonne idée. L'énergie grise et les émissions de GES associées nécessaires à la construction sont trop importantes. Nous suggérons donc de **maintenir le rythme actuel de ces démolitions à 30 000/an.**

5 - Le scénario de la DGEC cumule une insuffisance d'économies d'énergie et une dépense d'énergie grise non maîtrisée absorbée par la construction neuve et les matériaux de la rénovation. Il s'ensuit un bilan global négatif ! **Il est donc urgent, comme l'indique la PPE, d'infléchir rapidement les procédés constructifs et le mode d'élaboration des matériaux qui doivent massivement devenir biosourcés.** La comparaison des simulations 8 et 9 montre que, toutes choses égales par ailleurs, l'utilisation de matériaux biosourcés sur l'ensemble de la construction neuve et des rénovations conduirait à une économie d'énergie finale de 14 TWh/an et une économie d'émissions de GES de 9,6 MtCO₂/an. C'est considérable. La proposition est donc faite d'accélérer la transformation du secteur de la construction vers des modes constructifs sobres en énergie et des matériaux biosourcés ■