

Notes techniques et réflexions

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

Auteur : Olivier SIDLER

Juin 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
Propos préliminaires	5
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	38
3.3.1 Les hypothèses communes à tous les scénarios	38
3.3.2 Les hypothèses et paramètres susceptibles de varier	38
4 – Conclusion et propositions pour une rapide mise en œuvre législative	42
ANNEXE 1 et 2(en cours de rédaction)	44

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 défini ce qu'est une rénovation performante à savoir un logement de classe énergétique C acquise par un gain d'au moins deux classes énergétiques.

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 sur des bases réellement physiques (pas de coefficients arbitraires d'ajustement des consommations!) montre qu'en réalité l'économie n'est que de 49 TWh/an d'énergie finale (-34% par rapport à la PPE) et de 13,1 Mt CO2 pour les émissions de gaz à effet de serre, donc très 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 4,5 TWh et une augmentation des émissions de gaz à effet de serre de 6,7 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 faut :

- dans la définition proposée à l'art. 39 ter de la loi Climat et Résilience, porter l'exigence énergétique d'un « logement performant » au niveau de la classe B et non de la classe C, ou bien adopter la référence au label BBC Rénovation pour cela,
- 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

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>

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,

- il faut rénover chaque année d'ici 2028, 785 000 logements/an dont 83% le seraient au niveau du label BBC Effinergie Rénovation (80 kWh_{EP}/m²_{Shab}/an et 20 kg CO₂/m²_{Shab}/an) et 8% en classe A, afin d'avoir rénové d'ici 2028 60 % du parc de logements de classes F et G. À défaut d'utiliser ce label, on peut aussi rénover 870 000 logements/an dont 80% seraient alors en classe B et 5% en classe A. Cela conduirait en 2028 à avoir traité les deux tiers du parc de passoires énergétiques (ce qui concerne 6 millions de logements et non 4,8 M comme le pense la DGEC),

- rendre obligatoire la rénovation car aucun dispositif d'incitation, aussi volontariste soit-il, ne permettra la rénovation annuelle de 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,

- accélérer le processus conduisant à l'usage de matériaux biosourcés afin de limiter la charge énergétique considérable que constitue la fabrication des produits de construction et de rénovation.

L'ensemble de ces dispositions réduit de 71 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, la réduction de la consommation d'énergie finale n'est plus que de 45 TWh et celle des émissions de gaz à effet de serre de 6,7 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 4 TWh (66 contre 70) 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 14,5 à 13,3 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....

Propos préliminaires

Cette note arrive tard par rapport au processus législatif autour de la loi Climat et Résilience, et nous nous en excusons auprès de l'ensemble des élus. Mais la mise au point d'un simulateur de l'évolution des consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire du parc de logements ainsi que les travaux de recherche périphériques ont été assez chronophages. Il était nécessaire que cet outil puisse représenter de façon très fine les évolutions possibles des consommations d'énergie primaire, d'énergie finale et des émissions de gaz à effet de serre, compte tenu des choix à effectuer aujourd'hui et des nombreux paramètres qui peuvent guider ces choix.

L'analyse très critique que nous avons pu faire des propositions des pouvoirs publics concernant leur plan de rénovation énergétique du secteur résidentiel n'a été possible que grâce à cet outil de modélisation qui nous a également permis d'esquisser les solutions qu'il conviendrait de mettre en place pour respecter les objectifs à 2028 de la PPE. **Ces solutions vont nécessiter de toute urgence d'amender la loi Climat et Résilience.** Mais elles vont aussi exiger un certain nombre de dispositions complémentaires, toujours dans l'optique de respecter la feuille de route de la France tracée par la PPE.

Introduction

L'assemblée nationale a récemment adopté en première lecture la loi Climat et Résilience dont le titre IV « Se loger » (art. 39 et suivants) concerne essentiellement la rénovation des logements. Les principales dispositions sont les suivantes :

- il précise ce qu'est une « rénovation performante » : il s'agit d'une opération par laquelle le logement bénéficie d'un saut d'au moins deux classes énergétiques, sa nouvelle classe après rénovation étant au moins la classe C,
- il rend obligatoire les audits énergétiques pour les logements situés de classe F ou G, puis ultérieurement de classe E,
- il 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,
- il gèle les loyers dans les passoires énergétiques dès 2023,
- il met en place un accompagnement complet à toutes les étapes de la rénovation pour aider les Français.

Ajoutons qu'il est également précisé (article 39 bis C) 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.

Dans les jours qui suivirent, 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 :

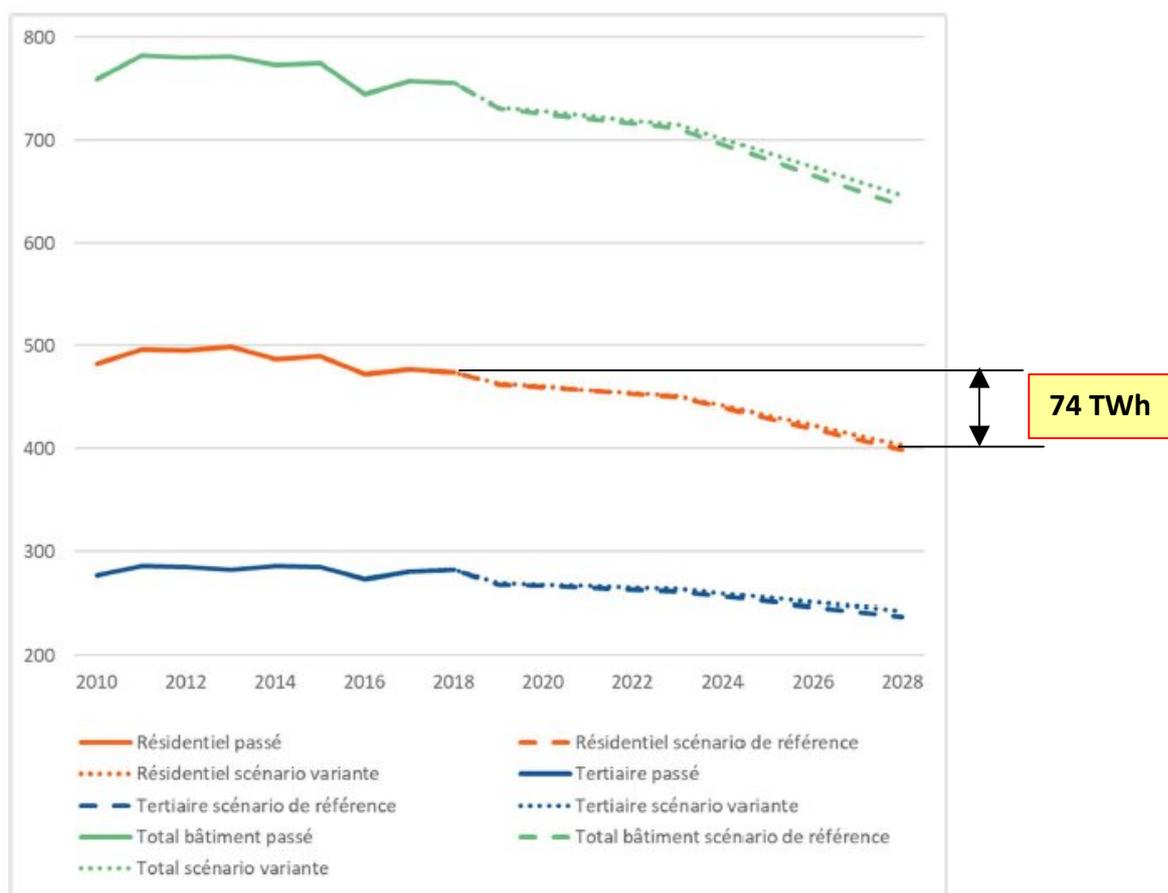


Figure 10 : Evolution passée (2010-2018) et à venir (2019-2028) de la consommation finale d'énergie dans le bâtiment suite à la mise en œuvre de la PPE (TWh)

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.

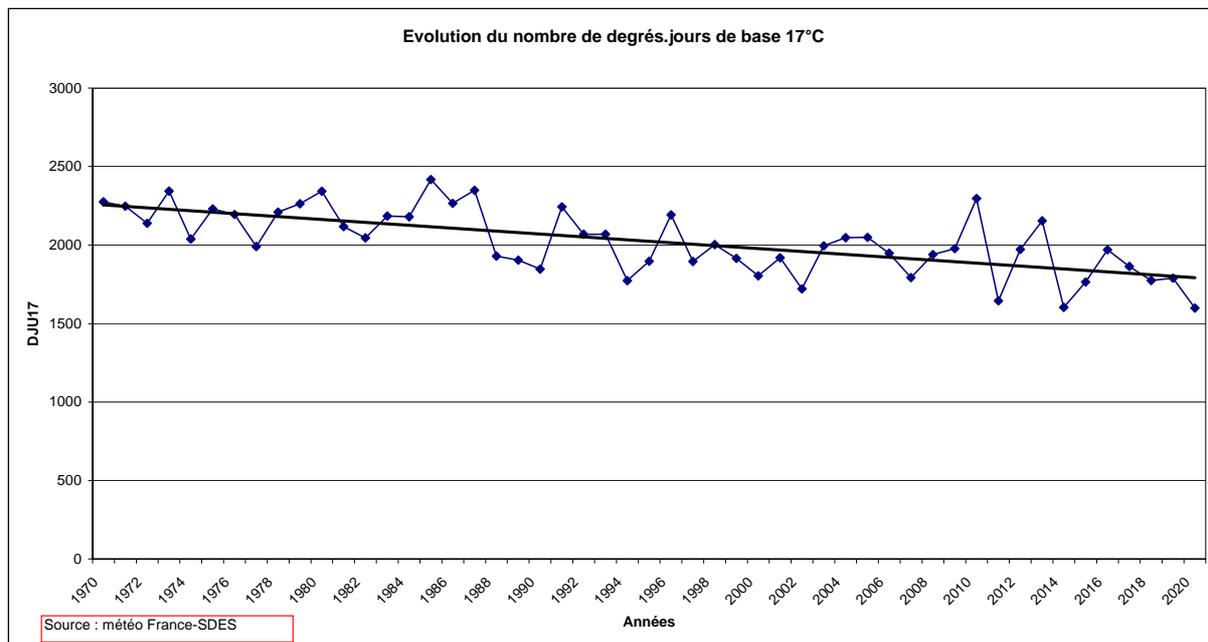


Figure 1.4 : Evolution du nombre de degrés.jours moyen de base 17 en France depuis 1970

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 d'environ 20 % (77,7 TWh) le niveau de consommation des bâtiments du parc datant d'avant 1975, et de 17,9 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 § 2.4 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 d'environ 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 spécifiques des différentes classes énergétiques à des surfaces la plupart du temps

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

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 en annexe.

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. 39 ter 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) Un gain d'au moins deux classes au sens de l'article L. 173-1-1 ;

« b) Le classement du bâtiment ou de la partie de bâtiment en classe A, B ou C au sens du même article L. 173-1-1 ;

« c) 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. »

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 produite 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) ?

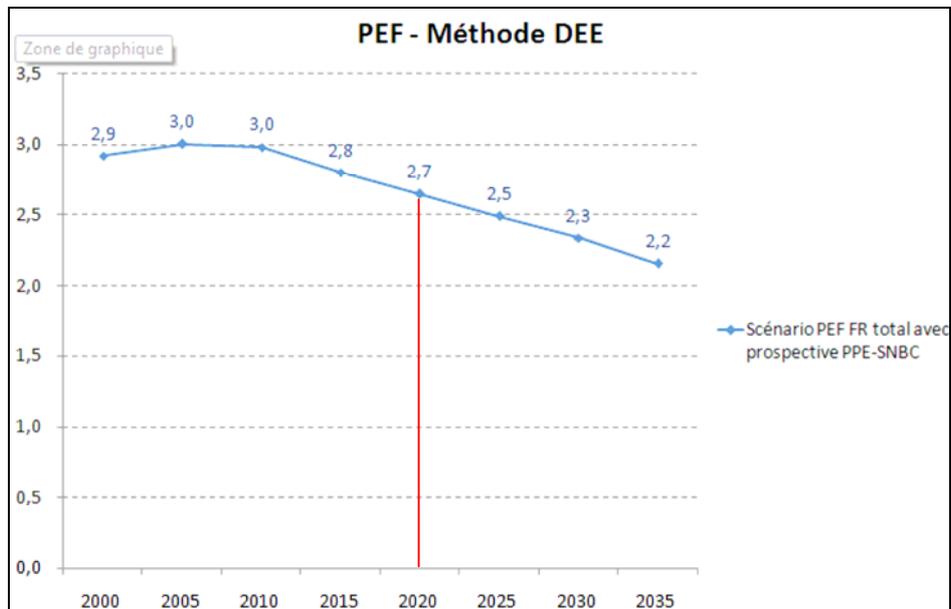


Figure 1.6 : Evolution du facteur d'énergie primaire de l'électricité selon la DGEC

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.

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 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. Le détail de ce calcul figure aux paragraphes 2.4.1 et 2.4.2 de l'annexe 1. Pour le parc existant cet « effacement de consommation » est de 77,7 TWh_{EF}/an (105,3 TWh_{EP}/an), et pour le parc

construit entre 1975 et 2018 il est de 17,9 TWh_{EF}/an (26,0 Twh_{EP}/an). La réduction d'émission de GES associée est de 16,0 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 aux § 2.4.3 et 2.4.4 de l'annexe 1. Ces coefficients sont les suivants :

	A	B	C	D	E	F	G
Parc selon SDES/CGDD	1,053	1,062	1,056	0,995	0,952	0,902	0,872
Parc selon Phébus+	1,066	1,076	1,070	1,008	0,964	0,913	0,883

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 §2.2 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

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

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 § 1.1.7 de l'annexe 2.

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.

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.

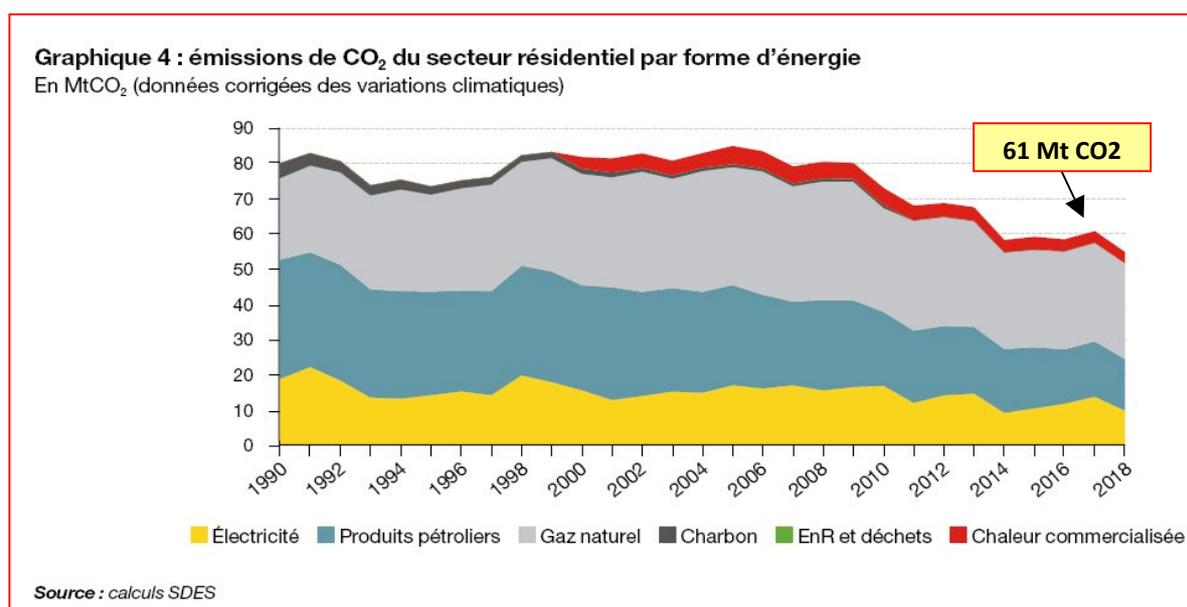


Figure 3.2 Emissions de CO₂ du secteur résidentiel par type d'énergie

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 « 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 et 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 annuelle de 22,7 Mt CO2 (31 %). La note indique que « les GES sont évalués 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 :

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Base DGEC V0				
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					SDES					FEP : 2,3 S moyen parc [m ²] : 94,03 Pondération selon :				
Paramètres de la simulation selon : Etude DGEC					Grille CO2 selon : Nouveau DPE					CO2 élec : 0,079 Autres : 0,173 DGEC				
Nombre total de logements rénovés : 5 249 004 soit [logts/an] : 749 858					Conso spécifique.kWh/m ² /an									
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°1 Elec80/85%					Existant Parc rénové Total parc (neuf+réno)				
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	Après	Gain			
Parc existant	424	379	45,6	-10,8%	155,7	139,0	16,7							
Parcs neuf et reconstruit	0	12,5	-13											
Ch+ECS	424	391,3	33,1	-7,8%	155,7				137,3	18,5				
E grise reconstruc+neuf	0	37,5												
E grise rénovation	0	35,3												
Conso totale EP	424	464,1	-39,7	9,3%	155,7				162,8	-7,1				
Bilan en énergie finale					Existant Parc rénové Total parc (neuf+réno)									
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	Après	Gain			
Parc existant	347,5	294	53,5	-15,4%	127,5	107,9	19,6							
Parcs neuf et reconstruit	0	6,5	-7											
Ch+ECS	347,5	300,5	47,0	-13,5%	127,5				105,4	22,1				
E grise recons+neuf	0	26,8												
E grise réno	0	25,2												
Conso résultante	347	352,5	-5,0	1,4%	127,5				123,7	3,8				
Bilan en EGES					Existant Parc rénové Total parc (neuf+réno)									
En Mt CO2/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	Après	Gain			
Parc existant	57,3	43,8	13,6	-23,7%										
Parcs neuf et reconstruit	0	1,1	-1,1											
Ch+ECS	57,3	44,9	12,5	-21,7%										
CO2 reconstruc+neuf	0	12,5	-12,5											
CO2 rénovation	0	8,5	-8,5											
Emissions totales	57,3	65,9	-8,5	14,8%										
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renouvelées														
Surface des logements neufs [Shab] : 86,05			Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS			Consommations et émissions totales Chauffage+ECS			Construction (valeurs annuelles)					
FEP énergie grise :	1,4	Nombre sur 7 ans	EP [kWh/m ² /an]	EF [kWh/m ² /an]	EGES [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		1 400 000	71,50	37,1	6,4	8,6	4,5	0,767	26	18,4	8,61			
Logements démolis/reconstruits		634 375	71,50	37,1	6,4	3,9	2,0	0,348	12	8,4	3,90			
Rénovation des logts		5 249 004							35	25	8,5			
Totaux		7 283 379				12,5	6,5	1,12	73	52	21			

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 est bien de 53,5 TWh, mais seulement sur le parc existant. Si l'on ajoute la consommation du parc neuf ou reconstruit, l'économie n'est plus que de 47 TWh/an. 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 (-36,5 %) de l'objectif fixé par la PPE.

- Le bilan des émissions de GES s'établit à 57,3 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 12,5 ce qui correspond à une baisse de seulement 21,7 % 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 26,8 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 négatif et correspond à une augmentation de 5 TWh/an (+1,4%) 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 CO ₂ /an]		
		2020	2028	Gain	2020	2028	Gain
Base	FEP : 2,3; CO ₂ = 0,079 kg/kWh	347,5	300,5	47,9	57,3	44,9	12,5
V1	FEP : 2,58; CO ₂ = 0,18 kg/kWh	341,1	292,5	48,1	61,1	48,8	12,3

Figure 3.5 : Influence du Facteur d'Énergie 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.

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise				Base DGEC Variante 1		
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					SDES				FEP : 2,7 Shab moyen parc [m ²] : 81,98		
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques				Grille CO2 selon : Nouveau DPE		
Nombre total de logements rénovés :					5 249 004 soit [logts/an] : 749 858				CO2 élec : 0,125 Autres : 0,173		
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°1				Elec80/85%		
					Conso spécif.kWh/m ² /an				Pondération selon : O.S.		
					Existant				Parc rénové		
					Avant				Après		
					Gain				Après		
					Taux				Gain		
En TWh/an					2020				2028		
Parc existant					385				346		
Parcs neuf et reconstruit					0				10,1		
Ch+ECS					385				356,4		
E grise reconstruc+neuf					0				37,5		
E grise rénovation					0				30,7		
Conso totale EP					385				424,6		
					Gain				Gain		
					Taux				Taux		
					162,1				145,7		
					16,4				16,4		
					162,1				142,4		
					19,7				19,7		
					162,1				169,7		
					-7,5				-7,5		
Bilan en énergie finale					Existant				Parc rénové		
					Avant				Après		
					Gain				Après		
					Taux				Gain		
En TWh/an					2020				2028		
Parc existant					318,3				264		
Parcs neuf et reconstruit					0				4,7		
Ch+ECS					318,3				268,9		
E grise reconstruc+neuf					0				24,7		
E grise réno					0				20,2		
Conso résultante					318				313,8		
					Gain				Gain		
					Taux				Taux		
					134,0				111,2		
					22,8				22,8		
					134,0				107,4		
					26,5				26,5		
					134,0				125,4		
					8,6				8,6		
Bilan en EGES					Existant				Parc rénové		
					Avant				Après		
					Gain				Après		
					Taux				Gain		
En Mt CO2/an					2020				2028		
Parc existant					55,7				41,6		
Parcs neuf et reconstruit					0				0,9		
Ch+ECS					55,7				42,5		
CO2 reconstruc+neuf					0				12,5		
CO2 rénovation					0				7,4		
Emissions totales					55,7				62,4		
					Gain				Gain		
					Taux				Taux		
					13,1				13,1		
					-23,6%				-23,6%		
					-6,7				-6,7		
					12,1%				12,1%		
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et rénovées					Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS				Consommations et émissions totales Chauffage+ECS		
Surface des logements neufs (Shab) :					86,05				Construction (valeurs annuelles)		
FEP énergie grise :					1,52				E. grise TWh EP		
Nombre sur 7 ans					1 400 000				E. grise TWh EF		
Logements neufs					57,90				EGES Mt CO2/an		
Logements démolis/reconstruits					634 375				E. grise TWh EP		
Rénovation des logts					5 249 004				E. grise TWh EF		
Totaux					7 283 379				EGES Mt CO2/an		
					EP [kWh/m ² /an]				EP TWh/an		
					EF [kWh/m ² /an]				EF TWh/an		
					EGES [kgCO2/m ² /an]				Mt CO2/an		
					7,0				3,2		
					3,2				1,5		
					10,1				4,7		
					4,7				0,90		
					68				26		
					45				17,0		
					20				7,7		
					20				20		
					20				8,61		
					3,90				3,90		
					7,4				7,4		

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 à la valeur réelle (318,3 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 49,4 TWh, mais ceci reste inférieur de 33 % 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, mais l'économie de GES, avec 13,1 Mt CO2 (-23,6 %) 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 162,1 kWh_{EP}/m²_{Shab}/an (134,0 en EF), et après rénovation, cette valeur est de 145,7 kWh/m²_{Shab}/an pour l'existant (111,2 en EF) et de 142,4 kWh/m²_{Shab}/an (107,4 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+.

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Base Phébus Cas n°1				
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					Phébus					FEP : 2,7 Shab moyen parc [m ²] : 81,98				
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques					Grille CO2 selon : Nouveau DPE				
Nombre total de logements rénovés :					8 877 985 soit [logts/an] : 1 268 284					CO2 élec : 0,125 Autres : 0,173				
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°1					Elec80/85%				
					Conso spécif.kWh/m ² Shab/an									
					Existant					Parc rénové				
					Total parc (neuf+réno)									
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux
Parc existant	446	379	66,6	-14,9%	187,5	159,5	28,0			Parc existant	365,0	274	91,0	-24,9%
Parcs neuf et reconstruit	0	10,3	-10							Parcs neuf et reconstruit	0	4,8	-5	
Ch+ECS	446	389,2	56,3	-12,6%	187,5					Ch+ECS	365,0	278,8	86,2	-23,6%
E grise reconstruc+neuf	0	37,5								E grise reconstruc+neuf	0	24,7		
E grise rénovation	0	52,0								E grise réno	0	34,2		
Conso totale EP	446	478,7	-33,2	7,4%	187,5					Conso résultante	365	337,6	27,4	-7,5%
					Conso spécif.kWh/m ² Shab/an									
					Existant					Parc rénové				
					Total parc (neuf+réno)									
					Avant					Après				
					Gain					Après				
					Gain					Gain				
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux
Parc existant	365,0	274	91,0	-24,9%	153,6	115,3	38,3			Parc existant	365,0	274	91,0	-24,9%
Parcs neuf et reconstruit	0	4,8	-5							Parcs neuf et reconstruit	0	0,9	-0,9	
Ch+ECS	365,0	278,8	86,2	-23,6%	153,6					Ch+ECS	365,0	278,8	86,2	-23,6%
E grise reconstruc+neuf	0	24,7								E grise reconstruc+neuf	0	24,7		
E grise réno	0	34,2								E grise réno	0	34,2		
Conso résultante	365	337,6	27,4	-7,5%	153,6					Conso résultante	365	337,6	27,4	-7,5%
					Bilan en EGES									
					En Mt CO2/an									
					Gain									
					Taux									
En Mt CO2/an	2020	2028	Gain	Taux	En Mt CO2/an	2020	2028	Gain	Taux	En Mt CO2/an	2020	2028	Gain	Taux
Parc existant	63,3	40,6	22,8	-35,9%	Parc existant	63,3	40,6	22,8	-35,9%	Parc existant	63,3	40,6	22,8	-35,9%
Parcs neuf et reconstruit	0	0,9	-0,9		Parcs neuf et reconstruit	0	0,9	-0,9		Parcs neuf et reconstruit	0	0,9	-0,9	
Ch+ECS	63,3	41,5	21,9	-34,5%	Ch+ECS	63,3	41,5	21,9	-34,5%	Ch+ECS	63,3	41,5	21,9	-34,5%
CO2 reconstruc+neuf	0	12,5	-12,5		CO2 reconstruc+neuf	0	12,5	-12,5		CO2 reconstruc+neuf	0	12,5	-12,5	
CO2 rénovation	0	12,5	-12,5		CO2 rénovation	0	12,5	-12,5		CO2 rénovation	0	12,5	-12,5	
Emissions totales	63,3	66,5	-3,1	4,9%	Emissions totales	63,3	66,5	-3,1	4,9%	Emissions totales	63,3	66,5	-3,1	4,9%
					Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renovées									
					Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS					Consommations et émissions totales Chauffage+ECS				
					Construction (valeurs annuelles)									
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					EP TWh/an					EP TWh/an				
					EF TWh/an					EF TWh/an				
					EGES Mt CO2/an					EGES Mt CO2/an				
					E. grise TWh EP					E. grise TWh EF				
					EGES Mt CO2/an									

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 86,2 TWh. On dépasse donc l'objectif de la PPE. Mais la quantité annuelle de logements à rénover rend l'exercice impossible.

- La réduction des émissions de GES est de 21,9 Mt CO₂, soit une réduction de 34,5 %. **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+ donne une estimation exacte de la consommation d'énergie finale mais surestime un peu les émissions de GES (63,3 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 légèrement 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%	3%	3%	5%

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

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise			Base Phébus-Réno2/Cas n°1			
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					Phébus			FEP : 2,7 Shab moyen parc [m²] : 81,98			
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques			Grille CO2 selon : Nouveau DPE			
Nombre total de logements rénovés : 8 877 985 soit [logts/an] : 1 268 284					Elec80/85%			CO2 élec : 0,125 Autres : 0,173			
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°2			Conso spécif.kWh/m²Shab/an			
					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)		
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain		
Parc existant	446	337	109,0	-24,5%	187,5	141,6	45,9				
Parcs neuf et reconstruit	0	10,3	-10								
Ch+ECS	446	346,8	98,8	-22,2%	187,5			138,6	48,9		
E grise reconstruc+neuf	0	37,5									
E grise rénovation	0	52,0									
Conso totale EP	446	436,3	9,3	-2,1%	187,5			174,3	13,2		
Bilan en énergie finale					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)		
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain		
Parc existant	365,0	253	112,4	-30,8%	153,6	106,3	47,3				
Parcs neuf et reconstruit	0	4,8	-5								
Ch+ECS	365,0	257,4	107,7	-29,5%	153,6			102,8	50,8		
E grise recons+neuf	0	24,7									
E grise réno	0	34,2									
Conso résultante	365	316,2	48,8	-13,4%	153,6			126,4	27,2		
Bilan en EGES					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)		
En Mt CO2/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain		
Parc existant	63,3	39,1	24,3	-38,3%							
Parcs neuf et reconstruit	0	0,9	-0,9								
Ch+ECS	63,3	40,0	23,3	-36,8%							
CO2 reconstruc+neuf	0	12,5	-12,5								
CO2 rénovation	0	12,5	-12,5								
Emissions totales	63,3	65,0	-1,6	2,6%							
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renovées											
Surface des logements neufs [Shab] : 86,05			Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS			Consommations et émissions totales Chauffage+ECS			Construction (valeurs annuelles)		
FEP énergie grise :	1,52	Nombre sur 7 ans	EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	EGES [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		1 400 000	58,63	27,3	5,2	7,1	3,3	0,629	26	17,0	8,61
Logements démolis/reconstruits		634 375	58,63	27,3	5,2	3,2	1,5	0,285	12	7,7	3,90
Rénovation des logts		8 877 985							52	34	12,5
Totaux		10 912 360				10,3	4,8	0,91	90	59	25

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 108 TWh, donc très largement au-delà des objectifs fixés par la PPE pour 2028.

- Pour la première fois le bilan global en incluant l'énergie grise de la construction et de la rénovation conduit à une baisse de 13,4 % 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 24,3 Mt CO2 soit une baisse de plus de 38 %, mais malgré cela le bilan global obtenu en incluant les émissions de GES associées à la construction et à la rénovation reste négatif puisqu'on observe une hausse de 2,6 % 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.**

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise			Base SDES-Réno2/Cas n°1					
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					SDES			FEP : 2,7 Shab moyen parc [m²] : 81,98					
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques			Grille CO2 selon : Nouveau DPE					
Nombre total de logements rénovés : 5 249 004 soit [logts/an] : 749 858					Scénario de rénovation n°2			Elec80/85%					
Bilan en énergie primaire					Conso spécifique.kWh/m²Shab/an			Pondération selon : O.S.					
					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)				
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain				
Parc existant	385	322	63,4	-16,4%	162,1	135,5	26,7						
Parcs neuf et reconstruit	0	10,1	-10										
Ch+ECS	385	332,0	53,2	-13,8%	162,1			132,7	29,5				
E grise reconstruc+neuf	0	37,5											
E grise rénovation	0	30,7											
Conso totale EP	385	400,3	-15,0	3,9%	162,1			159,9	2,2				
Bilan en énergie finale					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)				
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain				
Parc existant	318,3	252	66,4	-20,9%	134,0	106,0	28,0						
Parcs neuf et reconstruit	0	4,7	-5										
Ch+ECS	318,3	256,6	61,7	-19,4%	134,0			102,5	31,4				
E grise recons+neuf	0	24,7											
E grise réno	0	20,2											
Conso résultante	318	301,5	16,8	-5,3%	134,0			120,5	13,5				
Bilan en EGES					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)				
En Mt CO2/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain				
Parc existant	55,7	40,8	14,9	-26,7%									
Parcs neuf et reconstruit	0	0,9	-0,9										
Ch+ECS	55,7	41,7	14,0	-25,1%									
CO2 reconstruc+neuf	0	12,5	-12,5										
CO2 rénovation	0	7,4	-7,4										
Emissions totales	55,7	61,6	-5,9	10,6%									
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renovées													
Surface des logements neufs [Shab] :		86,05			Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS			Consommations et émissions totales Chauffage+ECS			Construction (valeurs annuelles)		
FEP énergie grise :		1,52	Nombre sur 7 ans	EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	EGES [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		1 400 000		57,90	26,9	5,2	7,0	3,2	0,621	26	17,0	8,61	
Logements démolis/reconstruits		634 375		57,90	26,9	5,2	3,2	1,5	0,282	12	7,7	3,90	
Rénovation des logts		5 249 004								31	20	7,4	
Totaux		7 283 379					10,1	4,7	0,90	68	45	20	

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 n'est encore que de 61,7 TWh, donc inférieure aux objectifs 2028 de la PPE.
- En tenant compte de l'énergie grise liée à la construction et à la rénovation, on arrive pour la première fois également à ce que le bilan global en 2028 conduise à une légère baisse de l'énergie finale de 5,3 %.

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.

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise				Base Phébus-Réno2/Cas n°2				
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					Phébus				FEP : 2,7 Shab moyen parc [m²] : 81,98				
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques				Grille CO2 selon : Nouveau DPE				
Nombre total de logements rénovés : 9 160 902 soit [logts/an] : 1 308 700					Elec80/85%				CO2 élec : 0,125 Autres : 0,173				
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°2				Conso spécif. kWh/m²Shab/an				
					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)				
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain				
Parc existant	446	341	104,3	-23,4%	187,5	143,6	43,9						
Parcs neuf et reconstruit	0	8,1	-8										
Ch+ECS	446	349,4	96,1	-21,6%	187,5			139,8	47,7				
E grise reconstruc+neuf	0	29,7											
E grise rénovation	0	53,6											
Conso totale EP	446	432,8	12,8	-2,9%	187,5			173,2	14,3				
Bilan en énergie finale					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)				
En TWh/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain				
Parc existant	365,0	256	109,3	-30,0%	153,6	107,6	46,0						
Parcs neuf et reconstruit	0	3,8	-4										
Ch+ECS	365,0	259,4	105,6	-28,9%	153,6			103,8	49,8				
E grise recons+neuf	0	19,5											
E grise réno	0	35,3											
Conso résultante	365	314,3	50,8	-13,9%	153,6			125,8	27,8				
Bilan en EGES					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)				
En Mt CO2/an	2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain				
Parc existant	63,3	39,5	23,9	-37,7%									
Parcs neuf et reconstruit	0	0,7	-0,7										
Ch+ECS	63,3	40,2	23,1	-36,5%									
CO2 reconstruc+neuf	0	9,9	-9,9										
CO2 rénovation	0	12,9	-12,9										
Emissions totales	63,3	63,0	0,4	-0,6%									
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renovées													
Surface des logements neufs [Shab] :		86,05			Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS			Consommations et émissions totales Chauffage+ECS			Construction (valeurs annuelles)		
FEP énergie grise :	1,52	Nombre sur 7 ans	EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	EGES [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		1 400 000	58,63	27,3	5,2	7,1	3,3	0,629	26	17,0	8,61		
Logements démolis/reconstruits		210 000	58,63	27,3	5,2	1,1	0,5	0,094	4	2,5	1,29		
Rénovation des logts		9 160 902							54	35	12,9		
Totaux		10 770 902				8,1	3,8	0,72	83	55	23		

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 démolit, 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 2,1 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 2,0 TWh_{EF} supplémentaire chaque année par rapport à en démolir 90 625,
- les émissions de GES sont également réduites de 2,0 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

- en intégrant l'énergie grise le gain n'est plus que de 25,8 TWh,
 - les émissions de GES en exploitation sont réduites de 15,8 Mt CO2, soit une baisse de 25 %, 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 5,0 TWh par rapport à 2020 soit une augmentation de 8 %.

Simulation n°8 : Idem simulation n°7 mais le nombre de démolitions n'est que de 30 000/an au lieu de 90 625.

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Base Phébus-Réno3/Cas n°2				
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					Phébus					FEP : 2,7 Shab moyen parc [m²] : 81,98				
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques					Grille CO2 selon : Nouveau DPE				
Nombre total de logements rénovés : 6 107 268 soit [logts/an] : 872 467					Elec80/85%					CO2 élec : 0,125 Autres : 0,173 O.S.				
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°3					Conso spécif.kWh/m²Shab/an				
					Existant		Parc rénové			Total parc (neuf+réno)				
En TWh/an					2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant					446	375	70,8	-15,9%	187,5	157,7	29,8			
Parcs neuf et reconstruit					0	8,1	-8							
Ch+ECS					446	382,9	62,7	-14,1%	187,5		153,3	34,3		
E grise reconstruc+neuf					0	29,7								
E grise rénovation					0	35,8								
Conso totale EP					446	448,4	-2,8	0,6%	187,5		179,4	8,1		
Bilan en énergie finale														
					Existant		Parc rénové			Total parc (neuf+réno)				
En TWh/an					2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant					365,0	291	73,9	-20,2%	153,6	122,5	31,1			
Parcs neuf et reconstruit					0	3,8	-4							
Ch+ECS					365,0	294,9	70,1	-19,2%	153,6		118,0	35,6		
E grise recons+neuf					0	19,5								
E grise réno					0	23,5								
Conso résultante					365	337,9	27,1	-7,4%	153,6		135,2	18,4		
Bilan en EGES														
En Mt CO2/an					2020	2028	Gain	Taux						
Parc existant					63,3	47,3	16,1	-25,4%						
Parcs neuf et reconstruit					0	0,7	-0,7							
Ch+ECS					63,3	48,0	15,4	-24,3%						
CO2 reconstruc+neuf					0	9,9	-9,9							
CO2 rénovation					0	8,6	-8,6							
Emissions totales					63,3	66,5	-3,1	4,9%						
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et rénovées														
Surface des logements neufs [Shab] :			86,05			Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS			Consommations et émissions totales Chauffage+ECS			Construction (valeurs annuelles)		
FEP énergie grise :		1,52	Nombre sur 7 ans			EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	EGES [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			1 400 000			58,63	27,3	5,2	7,1	3,3	0,629	26	17,0	8,61
Logements démolis/reconstruits			210 000			58,63	27,3	5,2	1,1	0,5	0,094	4	2,5	1,29
Rénovation des logts			6 107 268									36	24	8,6
Totaux			7 717 268						8,1	3,8	0,72	65	43	18

Figure 3.14 : Simulation n°8 – Idem simulation n°7 mais en limitant à 30 000 le nombre annuel de démolitions

On observe logiquement que :

- l'économie d'énergie finale en exploitation se réduit un peu à 70,1 TWh mais reste au niveau de l'objectif assigné par la PPE. L'économie globale (avec énergie grise) n'est que de 27,1 TWh,

- La réduction des émissions de GES est en très légère baisse au niveau de l'exploitation, mais s'améliore si on intègre les émissions liées à l'énergie grise dont le bilan reste toutefois toujours négatif puisqu'on observe une hausse de 4,9 % par rapport à 2020.

- Le nombre de rénovations annuelles augmente un peu puisque le parc de logements à rénover augmente étant donné qu'il y a moins de logements démolis. Il se situe désormais à 872 500 rénovations par an.

Ce scénario apparaît comme le scénario directeur de la stratégie à conduire. Il permet d'atteindre les objectifs en 2028 et repositionne à la baisse la stratégie de

démolitions. Il est donc maintenant intéressant de regarder la sensibilité des différents paramètres par rapport à ce scénario structurant.

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

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise					Base Phébus-Réno3/Cas n°3										
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					Phébus					FEP : 2,7 Shab moyen parc [m²] : 81,98										
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques					Grille CO2 selon : Nouveau DPE										
Nombre total de logements rénovés :					6 107 268 soit [logts/an] : 872 467					CO2 élec : 0,125 Autres : 0,173										
										Pondération selon : O.S.										
										Conso spécif.kWh/m²Shab/an										
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°3					Elec80/85%										
					Existant					Parc rénové										
					Total parc (neuf+réno)															
En TWh/an					2020					2028										
					Gain					Taux										
Parc existant					446					375										
					70,8					-15,9%										
Parcs neuf et reconstruit					0					8,1										
					-8															
Ch+ECS					446					382,9										
					62,7					-14,1%										
E grise reconstruc+neuf					0					17,8										
					0					25,0										
E grise rénovation					0					425,8										
					19,8					-4,4%										
Conso totale EP					446					187,5										
					187,5					157,7										
										29,8										
										153,3										
										34,3										
										170,4										
										17,1										
Bilan en énergie finale					Existant					Parc rénové										
					Total parc (neuf+réno)															
En TWh/an					2020					2028										
					Gain					Taux										
Parc existant					365,0					291										
					73,9					-20,2%										
Parcs neuf et reconstruit					0					3,8										
					-4															
Ch+ECS					365,0					294,9										
					70,1					-19,2%										
E grise recons+neuf					0					11,7										
					0					16,5										
E grise réno					365					323,1										
					41,9					-11,5%										
Conso résultante					365					153,6										
					153,6					122,5										
										31,1										
										118,0										
										35,6										
										129,3										
										24,3										
Bilan en EGES					Existant					Parc rénové										
					Total parc (neuf+réno)															
En Mt CO2/an					2020					2028										
					Gain					Taux										
Parc existant					63,3					47,3										
					16,1					-25,4%										
Parcs neuf et reconstruit					0					0,7										
					-0,7															
Ch+ECS					63,3					48,0										
					15,4					-24,3%										
CO2 reconstruc+neuf					0					4,0										
					-4,0															
CO2 rénovation					0					4,3										
					-4,3															
Emissions totales					63,3					56,2										
					7,1					-11,2%										
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renouvelées																				
Surface des logements neufs [Shab] :			86,05			Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS						Consommations et émissions totales Chauffage+ECS			Construction (valeurs annuelles)					
FEP énergie grise :			1,52			EP [kWh/m²/an]		EF [kWh/m²/an]		EGES [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			1 400 000			58,63		27,3		5,2		7,1		3,3		0,629		15	10,2	3,44
Logements démolis/reconstruits			210 000			58,63		27,3		5,2		1,1		0,5		0,094		2	1,5	0,52
Rénovation des logts			6 107 268															25	16	4,3
Totaux			7 717 268									8,1		3,8		0,72		43	28	8

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 (70,1 TWh), et l'économie globale, incluant aussi l'énergie grise de la construction et de la rénovation, est de 41,9 TWh par rapport à 2020. Ceci est dû à une réduction de 14,8 TWh induite par l'utilisation de matériaux biosourcés en remplacement des matériaux traditionnels.

- Les émissions globales de GES sont réduites de 10,0 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 3,1 Mt CO2 à une baisse de 7,1 Mt CO2 (soit -11,2 %).

Le rôle des matériaux biosourcés et des processus de construction optimisés paraît donc essentiel et ne peut être déconnecté de la stratégie de rénovation. Des travaux doivent être engagés très rapidement pour aller dans ce sens.

Simulation n°10 : impact du taux de pénétration du chauffage électrique en rénovation et en construction neuve. La DGEC, et toutes les simulations qui précèdent, suppose que le chauffage électrique sera présent dans 80 % des rénovations et dans 85 % des constructions neuves. La simulation qui suit suppose que ces taux sont respectivement de 60 et de 65 %.

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise				Base Phébus-Réno3/Cas n°4					
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					Phébus				FEP : 2,7 Shab moyen parc [m²] : 81,98					
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques				Grille CO2 selon : Nouveau DPE					
Nombre total de logements rénovés :					6 107 268 soit [logts/an] : 872 467				CO2 élec : 0,125 Autres : 0,173					
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°3				Elec 60/65%					
									Conso spécif.kWh/m²Shab/an					
					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)					
En TWh/an					2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant					446	370	75,1	-16,9%	187,5	155,9	31,6			
Parcs neuf et reconstruit					0	8,1	-8							
Ch+ECS					446	378,6	67,0	-15,0%	187,5			151,5	36,0	
E grise reconstruc+neuf					0	17,8								
E grise rénovation					0	25,0								
Conso totale EP					446	421,4	24,1	-5,4%	187,5			168,7	18,8	
Bilan en énergie finale									Conso spécif.kWh/m²Shab/an					
					Existant		Parc rénové		Total parc (neuf+réno)					
En TWh/an					2020	2028	Gain	Taux	Avant	Après	Gain	Après	Gain	
Parc existant					365,0	294	71,0	-19,5%	153,6	123,7	29,9			
Parcs neuf et reconstruit					0	4,8	-5							
Ch+ECS					365,0	298,8	66,2	-18,1%	153,6			119,6	34,0	
E grise recons+neuf					0	11,7								
E grise réno					0	16,5								
Conso résultante					365	327,0	38,0	-10,4%	153,6			130,9	22,8	
Bilan en EGES														
En Mt CO2/an					2020	2028	Gain	Taux						
Parc existant					63,3	48,4	15,0	-23,6%						
Parcs neuf et reconstruit					0	0,7	-0,7							
Ch+ECS					63,3	49,1	14,2	-22,5%						
CO2 reconstruc+neuf					0	4,0	-4,0							
CO2 rénovation					0	4,3	-4,3							
Emissions totales					63,3	57,3	6,0	-9,5%						
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renovées														
Surface des logements neufs [Shab] :			86,05			Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS			Consommations et émissions totales Chauffage+ECS			Construction (valeurs annuelles)		
FEP énergie grise :		1,52	Nombre sur 7 ans			EP [kWh/m²/an]	EF [kWh/m²/an]	EGES [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			1 400 000			58,63	34,6	5,2	7,1	4,2	0,629	15	10,2	3,44
Logements démolis/reconstruits			210 000			58,63	34,6	5,2	1,1	0,6	0,094	2	1,5	0,52
Rénovation des logts			6 107 268									25	16	4,3
Totaux			7 717 268						8,1	4,8	0,72	43	28	8

Figure 3.16 : Simulation n°10 – Idem simulation n°9 (matériaux biosourcés) mais réduction de 20 points du taux de pénétration du chauffage électrique en rénovation comme en construction neuve

Comme on pouvait s'y attendre, la diminution de la part du chauffage électrique conduit à une réduction de la consommation d'énergie primaire et à une légère augmentation de la consommation d'énergie finale et des émissions de GES. Plus précisément on retiendra que :

- l'économie d'énergie primaire du chauffage et de l'ECS est augmentée de 4,3 TWh, tout comme la consommation globale incluant l'énergie grise.
- En revanche, avec 66,2 TWh l'économie d'énergie finale diminue de 3,9 TWh (soit 5,6 %).
- L'économie sur les émissions de GES diminue de 1,2 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 équiperait 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 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).

Synthèse des résultats					Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise				- Simulation n°11					
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					Phébus				FEP : 2,3 Shab moyen parc [m²] : 81,98					
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques				Grille CO2 selon : Nouveau DPE					
Nombre total de logements rénovés : 6 107 268 soit [logts/an] : 872 467									CO2 élec : 0,079 Autres : 0,173					
Bilan en énergie primaire					Scénario de rénovation n°3				Conso specif.kWh/m²Shab/an					
					Elec 80/85%									
					Existant				Parc rénové					
					Avant				Après					
					Gain				Gain					
					Après				Gain					
En TWh/an					2020				2028					
					Gain				Taux					
Parc existant					455				381					
					73,5				-16,2%					
Parcs neuf et reconstruit					0				8,1					
					-8									
Ch+ECS					455				389,3					
					65,3				-14,4%					
E grise reconstruc+neuf					0				17,8					
E grise rénovation					0				25,0					
Conso totale EP					455				432,1					
					22,5				-4,9%					
					191,3				172,9					
					18,4									
Bilan en énergie finale														
					Existant				Parc rénové					
					Avant				Après					
					Gain				Gain					
					Après				Gain					
En TWh/an					2020				2028					
					Gain				Taux					
Parc existant					377,2				302					
					74,7				-19,8%					
Parcs neuf et reconstruit					0				4,2					
					-4									
Ch+ECS					377,2				306,7					
					70,5				-18,7%					
E grise recons+neuf					0				12,7					
E grise réno					0				17,9					
Conso résultante					377				337,3					
					39,9				-10,6%					
					158,7				135,0					
					23,8									
Bilan en EGES														
En Mt CO2/an					2020				2028					
					Gain				Taux					
Parc existant					61,6				45,7					
					15,9				-25,8%					
Parcs neuf et reconstruit					0				0,7					
					-0,7									
Ch+ECS					61,6				46,4					
					15,2				-24,6%					
CO2 reconstruc+neuf					0				4,0					
CO2 rénovation					0				4,3					
Emissions totales					61,6				54,7					
					6,9				-11,3%					
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renovées														
Surface des logements neufs [Shab] :			86,05			Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS			Consommations et émissions totales Chauffage+ECS			Construction (valeurs annuelles)		
FEP énergie grise :			1,4			EP [kWh/m²/an]			EF [kWh/m²/an]			EGES [kgCO2/m²/an]		
Nombre sur 7 ans						TWh/an			TWh/an			E. grise TWh EP		
Logements neufs			1 400 000			58,63			30,5			5,2		
Logements démolis/reconstruits			210 000			58,63			30,5			5,2		
Rénovation des logts			6 107 268											
Totaux			7 717 268											
						8,1			4,2			0,72		
												43		
												31		
												8		

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 :

- les niveaux de consommation d'énergie primaire et d'énergie finale (377,2 TWh au lieu de 365,2) de l'année de départ augmentent sensiblement et dépassent les valeurs

constatées par le SDES. Ce qui signe l'inadaptation de ces coefficients avec la réalité physique.

- en 2028 le gain de consommation sur l'énergie primaire est amélioré de 2,6 TWh sur les postes chauffage et ECS, et il est encore amélioré de 2,7 TWh si on inclut l'énergie grise.

- le gain de consommation sur l'énergie finale n'est amélioré que de 0,4 TWh sur les postes chauffage et ECS, mais il diminue de 2,0 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 :

Classe avant réno	Classe après rénovation						
	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%	50,00%	2,00%	1,50%	1,50%	40,00%	0%
G	4,00%	50,00%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	40,00%

Figure 3.18 : Idem simulation n°9, mais scénario de rénovation n°4 et rénovation avec le label BBC de seulement 60% 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.

Synthèse des résultats										Bilan consommation chauffage+ECS - Impact énergie grise - Label BBC 50% - Réno 60% parc																																												
Inventaire du nbre de logements par classe énergétique selon :					Phébus					FEP : 2,7					Shab moyen parc [m²] : 81,98																																							
Paramètres de la simulation selon :					Règles physiques					Grille CO2 selon : Nouveau DPE					CO2 élec : 0,125 Autres : 0,173																																							
Nombre total de logements rénovés :					5 496 541 soit [logts/an] : 785 220					Conso spécif.kWh/m²Shab/an					Pondération selon : O.S.																																							
Bilan en énergie primaire										Scén.réno n°4 avec label BBC Elec 80/85%																																												
					Existant					Parc rénové					Total parc (neuf+réno)																																							
En TWh/an					2020					2028					Gain					Taux																																		
Parc existant					447					366					80,7					-18,1%																																		
Parcs neuf et reconstruit					0					8,1					-8																																							
Ch+ECS					447					374,3					72,6					-16,2%																																		
E grise reconstruc+neuf					0					17,8																																												
E grise rénovation					0					22,5																																												
Conso totale EP					447					414,7					32,2					-7,2%																																		
					Avant					Après					Gain					Après																																		
					188,1					154,1					34,0																																							
					188,1										149,8					38,3																																		
					188,1										166,0					22,1																																		
Bilan en énergie finale										Scén.réno n°4 avec label BBC Elec 80/85%																																												
					Existant					Parc rénové					Total parc (neuf+réno)																																							
En TWh/an					2020					2028					Gain					Taux																																		
Parc existant					365,4					290					75,2					-20,6%																																		
Parcs neuf et reconstruit					0					3,8					-4																																							
Ch+ECS					365,4					294,0					71,4					-19,5%																																		
E grise recons+neuf					0					11,7																																												
E grise réno					0					14,8																																												
Conso résultante					365					320,5					44,9					-12,3%																																		
					Avant					Après					Gain					Après																																		
					153,8					122,1					31,6																																							
					153,8										117,7					36,1																																		
					153,8										128,3					25,5																																		
Bilan en EGES										Scén.réno n°4 avec label BBC Elec 80/85%																																												
					Existant					Parc rénové					Total parc (neuf+réno)																																							
En Mt CO2/an					2020					2028					Gain					Taux																																		
Parc existant					63,2					48,0					15,2					-24,1%																																		
Parcs neuf et reconstruit					0					0,7					-0,7																																							
Ch+ECS					63,2					48,7					14,5					-22,9%																																		
CO2 reconstruc+neuf					0					4,0					-4,0																																							
CO2 rénovation					0					3,9					-3,9																																							
Emissions totales					63,2					56,6					6,7					-10,5%																																		
					Avant					Après					Gain					Après																																		
					63,2					48,7					14,5					-22,9%																																		
					63,2										56,6					6,7																																		
					63,2										56,6					6,7																																		
Module énergie grise et EGES des constructions neuves et renovées										Scén.réno n°4 avec label BBC Elec 80/85%																																												
Surface des logements neufs [Shab] :					86,05					Consommations et émissions spécifiques - Chauffage+ECS					Consommations et émissions totales Chauffage+ECS					Construction (valeurs annuelles)																																		
FEP énergie grise :					1,52					Nombre sur 7 ans					EP [kWh/m²/an]					EF [kWh/m²/an]					EGES [kgCO2/m²/an]																													
Logements neufs					1 400 000					58,63					27,3					5,2					7,1					3,3					0,629																			
Logements démolis/reconstruits					210 000					58,63					27,3					5,2					1,1					0,5					0,094																			
Rénovation des logts					5 496 541																																																	
Total					7 106 541																				8,1					3,8					0,72					40					27					8				

Figure 3.19 : Simulation n°12 – Idem simulation n°9 mais rénovation de seulement 60 % 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 785 000 (ce qui est du même ordre de grandeur que les conséquences implicites de la stratégie de la DGEC) :

- le gain de consommation d'énergie finale est de 71,4 TWh, donc au bon niveau des exigences de la PPE, soit une réduction de consommation de 19,5 %.
- Ce gain est encore de 44,9 TWh lorsqu'on inclut l'énergie grise.
- Les émissions de GES au titre de l'exploitation sont réduites de 14,5 Mt CO2, soit 22,9 %.
- Si on inclut les émissions associées à l'énergie grise, l'économie n'est plus que de 6,7 Mt CO2.
- le nombre de logements à rénover est de 785 000 par an, ce qui ne représente que 60 % 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.

Ce scénario autour 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.
 - 81,98 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 figure 1.1) 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 visant toujours la classe B mais réduisant le nombre de logements rénovés. Enfin le scénario n°4 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

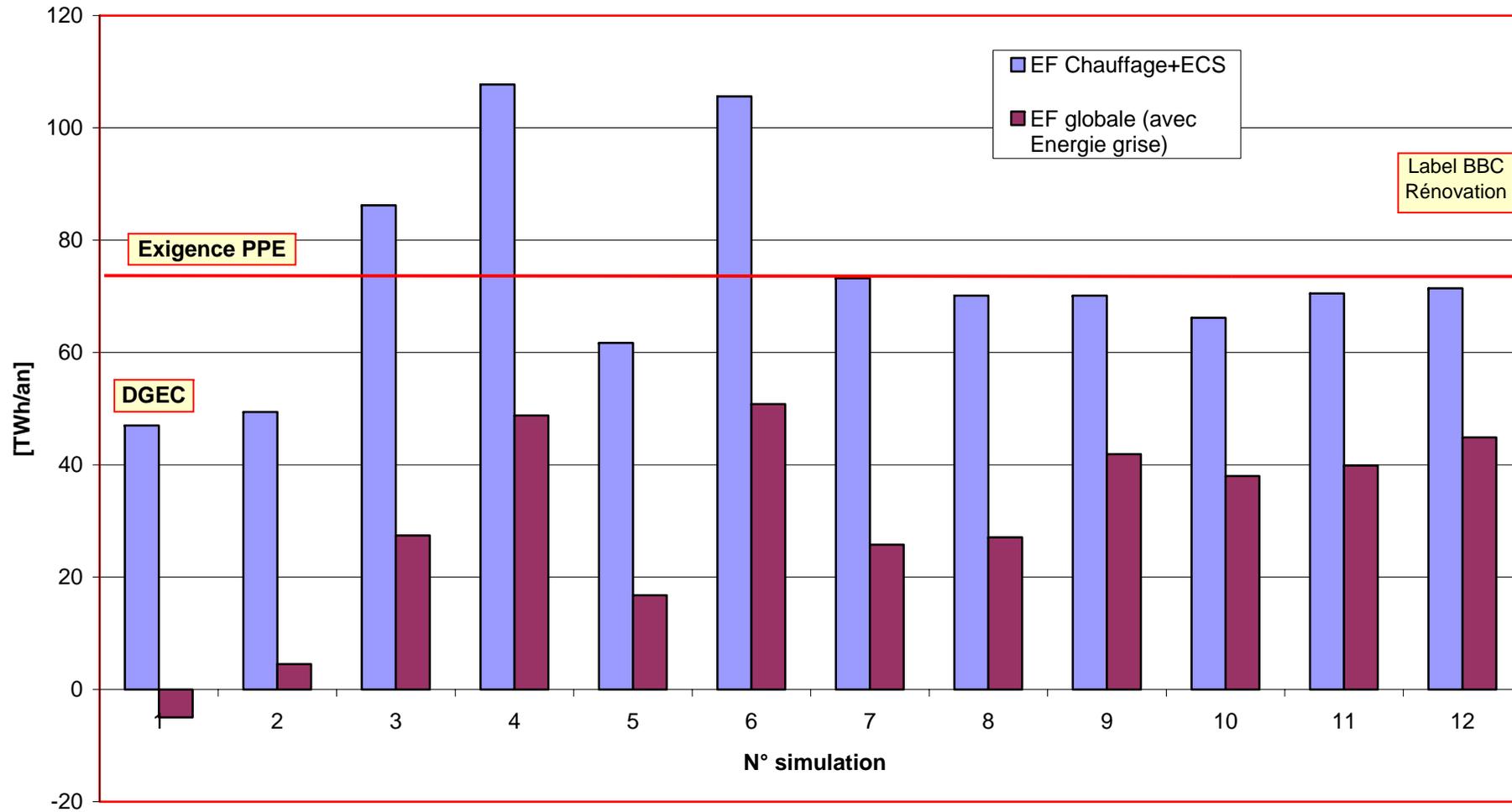
Scénario réno n°3	Classe avant réno	Classe après rénovation						
		A	B	C	D	E	F	G
		A	100%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
F	3,33%	53,33%	3,33%	3,33%	3,33%	33,33%	0%	
G	3,33%	53,33%	3,33%	1,67%	1,67%	3,33%	33,33%	

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

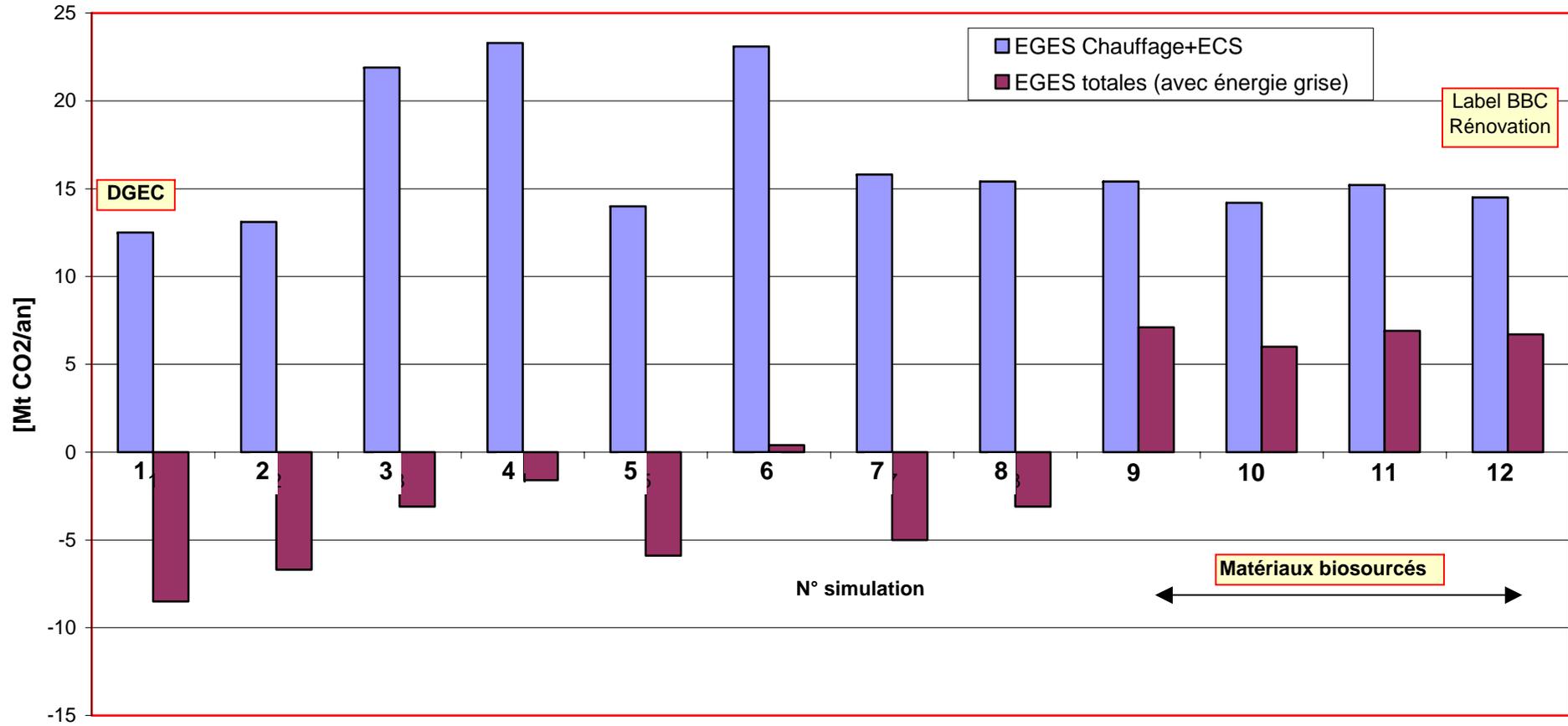
Scénario réno n°4	Classe avant réno	Classe après rénovation						
		A	Label BBC	C	D	E	F	G
		A	100%	0%	0%	0%	0%	0%
B	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	
C	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	
D	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	
E	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	
F	5,00%	50,00%	2,00%	1,50%	1,50%	40,00%	0%	
G	4,00%	50,00%	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%	40,00%	

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]



Gain en émissions de GES



4 – Conclusion et propositions pour une rapide mise en œuvre législative

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, 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. Le processus législatif en cours doit être revu, notamment les termes de la loi Climat et Résilience qui sont très insuffisants.

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 et 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 faut revenir sur la définition d'un « logement performant » proposée à l'article 39 ter de la loi Climat et Résilience afin de porter l'exigence au niveau de la classe B et non plus de la classe C. Mais les élus peuvent encore mieux faire s'ils décident qu'un logement est performant dès lors qu'il est 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, 870 000 logements/an afin d'avoir rénové d'ici 2028 les deux tiers du parc de logements de classes F et G (dont le nombre est de l'ordre de 6 millions, comme l'indique d'ailleurs la PPE, et non pas de 4,8 millions comme l'indique l'étude du SDES/CGDD). Un peu plus de la moitié des logements rénovés le seront en classe énergétique B. Les autres se répartiront de façon sensiblement égale entre les classes A à E (voir simulation n°8).

- 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. 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 15 TWh/an et une économie d'émissions de GES de 10 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 ■