

Incidences des projets de réglementation thermique dans le bâtiment

O.Sidler – Consultant en énergétique du bâtiment – Cofondateur de l'Association négaWatt – 09/04/2020

Email : olivier.sidler@gmail.com - Tél : 04 75 90 41 93

1 – Rappel des objectifs

1-1 Les objectifs législatifs

Les principaux objectifs définis par voie législative sont :

- la neutralité carbone (Plan Climat 2017 repris par la loi Energie et climat du 8/11/2019 Art 1.2.2a)

- la rénovation de l'ensemble du parc de logements au niveau BBC d'ici 2050 (LTECV du 17/08/2015 - Art 1.3.7). A noter que l'acceptation du terme BBC est celle à la date de la LTECV, renvoyant donc à l'art. 2-2 de l'arrêté du 29/09/2009.

- la réduction de 20 % d'ici 2030 et de 50 % d'ici 2050 de la consommation d'énergie finale tous secteurs confondus (LTECV – Art 1.3.2), et de 40 % la consommation d'énergie primaire fossile d'ici 2030 (loi Energie et climat du 8/11/2019 Art 1.2.2a)

- à partir du 1er janvier 2028, tous les logements à consommation énergétique excessive (>330 kWh/m²/an) devront avoir été rénovés (loi Energie et climat du 8/11/2019 - Art 22).

1-2 Selon SNBC/PPE

Le scénario long terme de la SNBC (2050) et la PPE, qui doit lui être conforme d'un point de vue législatif, ont traduit ces contraintes en objectifs d'énergie finale à l'horizon 2050 :

En TWh final	Électricité	PAC/CET	Réseau chaleur	Biomasse	Biogaz	Renouvelables thermiques	Total
Chauffage	5	45	38	25	13	2	128
ECS	4	11	6	0	1	6	28
Cuisson	22	0	0	0	5	0	27
Autres usages	71	0	0	0	0	0	71
Total	102	56	43	25	20	8	254
Total avec ventilation PAC	106	0	43	25	35	45	254
Mix approx	42%	0%	17%	10%	14%	18%	100%

Source : DGEC – Fiche AMS Bâtiments

Figure 1 : Scénario SNBC pour la consommation d'énergie le secteur résidentiel

Concernant les usages chauffage et eau chaude sanitaire, ce tableau fait apparaître :

- la part volontairement limitée à 5 TWh du chauffage par effet joule et à 4 TWh pour le chauffe-eau électrique. La valeur de 5 TWh correspond au chauffage de 1,4 M logements rénovés au niveau performant (énergie finale de chauffage : 40 kWh/m²/an), soit moins de 4% du parc en 2050,

- le recours important aux pompes à chaleur (y compris chauffe-eau thermodynamique), qu'elles soient électriques ou alimentées par du biogaz, conduisant à des consommations supplémentaires d'électricité de 4 TWh et de biogaz de 15 TWh,

- le rôle important de la biomasse qui représente environ 20% de l'énergie nécessaire au chauffage,
- la part essentielle de la chaleur renouvelable grâce à la biomasse, aux systèmes de captage solaire (on devrait d'ailleurs inclure les apports solaires passifs dans les bâtiments) et à l'énergie prise dans l'environnement par les pompes à chaleur (en principe 37 TWh pour chauffage et ECS dans ce tableau).

La PPE traduit sous forme de mesures ces éléments programmatiques. On retiendra notamment parmi elles que :

- d'ici 2030 il faudra **multiplier par 5 la quantité de chaleur et de froid d'origine renouvelable** et de récupération dans les réseaux de chaleur (par rapport à 2012),
- à l'horizon 2050 la production de chaleur renouvelable hors biomasse et biogaz pourrait représenter entre 90 et 100 TWh d'énergie finale (pour l'ensemble des usages et pas seulement le chauffage),
- La réduction des consommations d'énergie est le premier pilier de la transition énergétique. C'est pourquoi les mesures à prendre doivent être à la hauteur de l'enjeu pour entraîner les changements de comportements et de décisions,
- Vers une baisse de 19 % des consommations du secteur du bâtiment et une augmentation de 50 % de la chaleur renouvelable d'ici 2028.

La PPE a par ailleurs défini le rythme de rénovation du parc de logements : « *Le rythme annuel de rénovation dans le résidentiel atteint environ 370 000 rénovations complètes équivalentes¹ en moyenne sur la période 2015-2030* ». Sur 15 ans cela fait un total de 5,55 millions de logements. Or dans l'intervalle 2015-2020 on n'a rénové que 125 000 logements au niveau BBC selon l'observatoire Effinergie rénovation, auxquels on peut ajouter environ 25 000 logements rénovés au niveau BBC mais n'ayant pas fait l'objet d'un label. Il reste donc 5,4 M de logements à rénover en dix ans pour respecter les objectifs impératifs de la PPE, soit 540 000 rénovations annuelles au niveau BBC de 2020 à 2030. Actuellement, l'année qui a vu le plus de rénovations BBC, selon l'observatoire Effinergie, est l'année 2018 avec 33 000 rénovations. **Il faudrait donc dès cette année, multiplier ce rythme par plus de 16.**

2 – Rappel des mesures envisagées par les pouvoirs publics

Les principales modifications envisagées dans le processus réglementaire, en construction neuve comme en rénovation, sont les suivantes :

- le facteur d'énergie primaire de l'électricité, qui est égal à la quantité d'énergie primaire nécessaire pour produire un kWh d'électricité, doit être ramené de 2,58 à 2,3 ;
- le contenu carbone de l'électricité, c'est à dire la quantité de CO₂ émise pour produire un kWh d'électricité pour un usage donné, devrait être pour le chauffage de 79 g CO₂/kWh. Il vaut actuellement 180 g CO₂/kWh dans le DPE, et 210 g CO₂/kWh dans le récent label E+/C- ;
- le DPE, qui sert à la détermination de l'étiquette énergie, est actuellement exprimé en énergie primaire depuis l'origine (en 2006), en conformité avec l'Annexe 1.a.1 de la directive européenne bâtiment modifiée en date du 30/5/2018 (UE 2018-844). Il est prévu

¹ Le gain énergétique réalisé lors d'une rénovation complète équivalente correspond au gain réalisé lors de la rénovation de l'ensemble d'un bâtiment à un niveau performant. Le scénario ne suppose pas de répartition entre rénovation par étapes ou rénovation en une fois.

qu'il soit désormais exprimé en énergie finale. L'énergie finale est l'énergie livrée « aux bornes » de l'utilisateur,

- conformément à l'art. R 134-2.e et f du Code de la Construction et de l'Habitation, le DPE à la base de la définition des classes énergétiques de l'étiquette, inclut aujourd'hui les consommations de chauffage, d'eau chaude sanitaire et de refroidissement, mais afin d'être conforme à l'Annexe 1.a.1 de la directive européenne bâtiment modifiée en date du 30/5/2018 (UE 2018-844), il comportera désormais deux usages supplémentaires : la consommation des auxiliaires de chauffage et de ventilation, et celle de l'éclairage.

- le passage de la classe B à la classe C de l'étiquette énergie s'effectue aujourd'hui à 90 kWh_{ep}/m²/an. Il est envisagé qu'il se situe à 60 kWh_{ef}/m²/an.

- La valeur pivot du label BBC (qui est ensuite corrigée pour tenir compte de la zone géographique et de l'altitude du logement) est actuellement de 80 kWh_{ep}/m²/an. Il est envisagé que cette valeur soit désormais de 60 kWh_{ef}/m²/an.

- Création d'« un « équivalent-rénovation » comme la réalisation d'une économie d'énergie permettant de passer d'un « logement moyen » actuel à l'étiquette B du futur DPE (soit en moyenne une division par deux de la consommation énergétique et un saut d'environ 65 kWh_{EF}/m²/an) ».

- Utilisation obligatoire du DPE pour les diagnostics d'évaluation des bâtiments existants (conformément à la Directive Européenne) mais aussi comme aide à la décision de rénover et comme outil d'évaluation de la performance atteinte par les travaux de rénovation même partiels, afin d'évaluer le nombre annuel d'équivalents-rénovations.

3 – La modification du coefficient d'énergie primaire et du contenu carbone de l'électricité

3.1 Le coefficient d'énergie primaire

L'électricité n'existant pas dans la nature, il faut la fabriquer et cette fabrication génère beaucoup de pertes stigmatisées par les tours de refroidissement des centrales, si bien qu'il faut en France environ 3 kWh d'énergie primaire (celle qui est dans la nature) pour obtenir 1 kWh d'électricité (énergie finale livrée à l'utilisateur). C'est ce rapport que traduit le coefficient d'énergie primaire. Celui-ci reflète donc l'efficacité avec laquelle un pays produit son électricité. Il est le rapport de toute l'énergie primaire nécessaire à la production annuelle d'électricité, à la quantité d'électricité produite. Il a donc une valeur bien physique et n'est en rien un coefficient politique ou un paramètre que l'on peut ajuster à volonté. On peut l'améliorer, c'est-à-dire le réduire, en ayant recours aux énergies renouvelables et en fermant les centrales thermiques de toute nature qui ont un piètre rendement. Les Directives Européennes laissent les Etats libres du mode de calcul de ce coefficient, mais imposent qu'il reflète l'image exacte de la situation présente. Or le gouvernement a décidé d'adopter une valeur proche de celle qui pourrait correspondre à l'état du parc en... 2030. Pourquoi pas alors 2050 ? Ce n'est pas conforme aux directives européennes, c'est injustifié et grave de conséquences car :

- cela confère un avantage indu à l'électricité au détriment de toute autre forme d'énergie puisque les « grille-pain » seront avantagés et donc plus facilement conformes aux contraintes réglementaires. C'est un peu comme si on décrétait que le rendement d'une chaudière, actuellement de 92%, est désormais porté à 95%. Sans rien changer à la machine.

■ Comme l'a récemment rappelé EDF dans une conférence de presse², **abaisser le coefficient d'énergie primaire de l'électricité va permettre de réduire le niveau d'isolation des bâtiments chauffés à l'électricité**. Alors qu'il aurait au contraire fallu renforcer cette isolation compte tenu du caractère plus rare et coûteux de l'électricité. Il s'agit d'un profond retour en arrière....

3.2 Le contenu carbone

Il permet de dire quelle est la quantité de CO₂ associée à la production d'un kWh d'électricité. Il valait jusqu'à présent 180 g/kWh dans le DPE et 210 g/kWh dans le récent label E+/C-, mais il est donc prévu de l'abaisser à 79 g/kWh sans que rien n'ait changé et sans débat scientifique incluant toutes les parties prenantes, de manière parfaitement arbitraire. Avantage important à nouveau accordé à l'électricité dans les bilans carbone, alors que le chauffage électrique est un usage très saisonnier pour lequel toute adjonction de charge constituée par de nouvelles installations sera par définition un usage marginal (au sens économique du terme) venant s'ajouter à tous les autres usages déjà existants, ce qui aurait légitimé, *a minima* pour la construction neuve et la rénovation, une approche marginale du contenu carbone, dont les résultats auraient été singulièrement moins favorables à l'électricité.

S'agissant du diagnostic des constructions existantes, le choix d'une valeur du contenu carbone manifestement plus faible que la réalité (la pointe hivernale n'a pas d'autre origine que le chauffage électrique en période froide, et elle se caractérise par un courant particulièrement sale) aura des conséquences très négatives sur le budget des ménages. En effet, cette sous-évaluation conduira à réduire, voire à ne pas réaliser des travaux d'amélioration de l'enveloppe des logements chauffés à l'électricité. En théorie on aura un chauffage peu carboné, et en pratique on aura une facture de chauffage très élevée dans un logement très consommateur en électricité. Cette modification du contenu carbone du kWh électrique va donc poser un problème dans la lutte pour réduire la précarité énergétique en France.

3.3 Ces changements sont-ils justifiés ?

Modifier le coefficient d'énergie primaire et le contenu carbone du kWh électrique sont deux mesures arbitraires très controversées qui ne s'imposaient pas : la filière électrique, puisque c'est elle qu'on semble vouloir aidé à tout prix, dispose d'un atout majeur avec la pompe à chaleur dont la mise en oeuvre permettrait tout à la fois d'électrifier le chauffage des bâtiments (comme dans le scénario négaWatt qui prévoit que 48 % des logements en soient équipés en 2050) et de réduire considérablement les consommations d'électricité, tout en ne dégradant pas la qualité thermique des enveloppes et sans désorganiser le marché par des passe-droits injustifiés. Enfin, la pompe à chaleur aurait permis du rafraîchissement en période estivale, ce qui risque d'être très rapidement nécessaire.

Il est donc difficile de comprendre pourquoi le gouvernement s'est engagé dans la modification de ces coefficients au mépris des lois de la physique, alors que l'électricité pouvait trouver sa part en faisant preuve d'un peu d'intelligence, sans l'aide de quiconque, grâce aux atouts dont elle dispose.

² Propos tenu le 5/2/2020 par Olivier Grignon-Massé, chef de mission au département solutions innovantes et usages bas carbone d'EDF

Afin de crédibiliser cette thèse, il est peut-être bon de rappeler le champ d'application et les performances des pompes à chaleur.

À Ancône près de Montélimar, depuis plus de 10 ans des logements sociaux sont chauffés par une pompe à chaleur fonctionnant sur la nappe phréatique. Les campagnes de mesures ont montré que la consommation d'électricité pour le chauffage était de 4,2 kWh_{el}/m²/an, et de 3,2 kWh_{el}/m²/an pour l'eau chaude sanitaire ! Le Coefficient de Performance annuel (mesuré) est de 6,6.

Dans le nouveau quartier Presqu'île à Grenoble, 300 000 m² seront à terme chauffés par pompe à chaleur sur la nappe phréatique, et 100 000 m² ont déjà été livrés et fonctionnent depuis trois ans sur ce principe. Les coefficients de performances attendues sont de l'ordre de cinq.

Dans le secteur tertiaire, l'extension de l'école des Ponts et Chaussées à Marne-la-Vallée fonctionne avec une pompe à chaleur à l'ammoniac sur pieux géothermiques avec des coefficients de performances annuelles entre quatre et cinq.

Contrairement à une idée reçue les pompes à chaleur, qu'elles fonctionnent à l'électricité ou au gaz, ne sont pas exclusivement destinées à la maison individuelle. Les exemples sont nombreux de pompes à chaleur dans des immeubles d'habitation ou des installations tertiaires, qui plus est avec des fluides réfrigérants à très faible PRG (pour les pompes à chaleur à l'électricité).

4 – Impact de la comptabilité en énergie finale

4-1 Comparaison des facteurs d'énergie primaire réglementaires et physiques

Comme il a été dit précédemment, les facteurs d'énergie primaire de n'importe quel vecteur énergétique sont le rapport de la quantité d'énergie primaire non renouvelable nécessaire à la production d'un kWh de ce vecteur. Pour apporter du fioul, ou du gaz chez un client il a fallu consommer de l'énergie pour extraire le pétrole, le transporter, le raffiner, etc. Pour disposer de granulés de bois il a fallu scier des arbres, transporter du bois, récupérer de la sciure, la compresser, livrer les granulés, etc. Toutes ces opérations consomment un peu d'énergie. Dans le cas de la production d'électricité, les principales filières de production sont aujourd'hui thermiques : à partir d'une source de chaleur (fioul, gaz, atome, etc.) on fabrique de la vapeur sous pression que l'on détend dans une ligne de turbines entraînant un alternateur. Mais l'efficacité de cette voie est liée au rendement de Carnot qui est d'autant plus élevé que la température de la vapeur à l'entrée des turbines est élevée. Dans une centrale nucléaire cette température est de 260°, et le rendement n'est alors que de 31 %. Dans une centrale au fioul elle est de 580° et le rendement est proche de 40 %. Enfin, certaines turbines à gaz en céramique acceptent une vapeur à 1450° conduisant à des rendements de 59 %. Toutes les filières ne sont donc pas équivalentes en termes de performances. La chaleur qui n'est pas transformée en énergie mécanique puis en électricité doit être évacuée de la centrale. Cela s'effectue soit en réchauffant une rivière proche de l'usine, soit au moyen de tour de réfrigération dont le panache blanc est de la vapeur produite par l'évaporation de la rivière qui permet ainsi une dissipation abondante de chaleur.

Rien n'interdit, quel que soit le mode de production d'électricité par voie thermique, de récupérer la chaleur et la valoriser, plutôt que la dissiper dans l'environnement. Cela s'appelle de la cogénération. Si toute la chaleur perdue par les centrales aujourd'hui était récupérée en totalité par cogénération, le coefficient d'énergie primaire de l'électricité serait proche de 1. Mais de tout temps, en France, on n'a pratiquement jamais cherché à

recupérer cette chaleur (sauf à Pierrelatte dans la Drôme pour la ferme aux crocodiles et pour chauffer les immeubles de la ville...). C'est un choix dont il faut maintenant assumer les conséquences.

Les textes des réglementations thermiques de la construction neuve et de la rénovation utilisent des facteurs conventionnels qu'il est intéressant de comparer aux facteurs issus de l'analyse physique représentant la réalité des phénomènes :

		Energie									
					Chaudière			Poêle			Electricité
		Gaz	Fioul	Propane	Granules	Bûches	Plaquettes	Granules	Bûches	Plaquettes	
Coeff. physiques		1,11	1,25	1,47	0,128	0,103	0,036	0,125	0,1	0,036	3,33
Coefficients	RT 2012	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2,58/2,3
	DPE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2,58/2,3
conventionnels	BBC	1	1	1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	2,58/2,3

Figure 2 : Comparaison des coefficients d'énergie primaire physiques et conventionnels

Sources :

- coefficients physiques : Référentiel « Energie-Carbone » pour les bâtiments neufs - § 4.3 Annexe 3 – MTES/MCT - Juillet 2017
- RT 2012 : Art. 15 de l'arrêté du 26/10/2012
- DPE : Annexe 3 §2 de l'arrêté consolidé du 15/09/2006
- BBC : Art.41 de l'arrêté du 13/06/08 et Tableau 1 p. 10 de la méthode TH-C-E ex..

L'examen de ce tableau montre que depuis longtemps le législateur s'est affranchi des lois de la physique. Ceci est particulièrement vrai pour le bois dont l'énergie primaire non renouvelable nécessaire à la production d'un kWh de chaleur est très bas mais qui est affublé de coefficients aussi importants que le fioul ou le gaz. Concernant l'électricité, nous utilisons depuis plusieurs dizaines d'années le coefficient 2,58 qui existaient dans les années 60 lorsque le parc de production était constitué essentiellement de chaudières au fioul dont le rendement était d'environ 40 %. Le coefficient avait alors une valeur correspondant « aux lois de la physique ». Mais l'arrivée de la production électronucléaire avec son faible rendement a considérablement dégradé ce coefficient sans pour autant que les réglementations thermiques en tiennent compte.

Cet éloignement des lois de la physique est tel aujourd'hui que bon nombre d'acteurs du bâtiment et surtout de personnels politiques pensent que ces coefficients ne sont que des paramètres d'ajustement destinés à mettre en œuvre les politiques à conduire. Mais à trop vouloir s'éloigner de la réalité, on finit par commettre d'importantes erreurs de stratégie pouvant avoir des conséquences considérables.

Porter à 2,3 la valeur du coefficient d'énergie primaire de l'électricité est donc une initiative non conforme aux directives européennes, non conforme aux lois de la physique, et dangereuse en ce sens qu'elle va amener à prendre des décisions de court terme hypothéquant des choix stratégiques beaucoup plus efficaces et pertinents à long terme.

4-2 La nouvelle écriture de l'étiquette énergie

Le projet des pouvoirs publics consistant d'une part à exprimer les bilans du DPE en énergie finale et d'autre part à porter le passage de la classe énergétique B à la classe C à 60 kWh_{EF}/m²/an va conduire à des bouleversements dans l'affichage des classes énergétiques pour les différentes solutions.

On peut imaginer que les bornes des différentes classes seront déterminées sensiblement selon la même règle de proportionnalité que pour le passage de B à C. On obtient alors le tableau suivant :

A	B	C	D	E	F	G
<=33	>33 à <=60	>60 à <=100	>100 à <=153	>153 à <=220	>220 à <=300	> 300
33	60	100	153	220	300	

En énergie finale

Figure 3 : Nouvelle structuration de l'étiquette énergie sur la base de la modification B/C = 60 kWh/m²/an

Mais dans ce nouvel étiquetage, les différentes énergies, dont les bilans s'exprimaient initialement en énergie primaire et qui doivent désormais l'être en énergie finale (avec la valeur 2,3 pour l'électricité), vont se positionner de façon très différente. Le graphique suivant représente pour l'électricité et les combustibles, la position dans le nouveau dispositif des étiquettes obtenues dans le dispositif actuel.

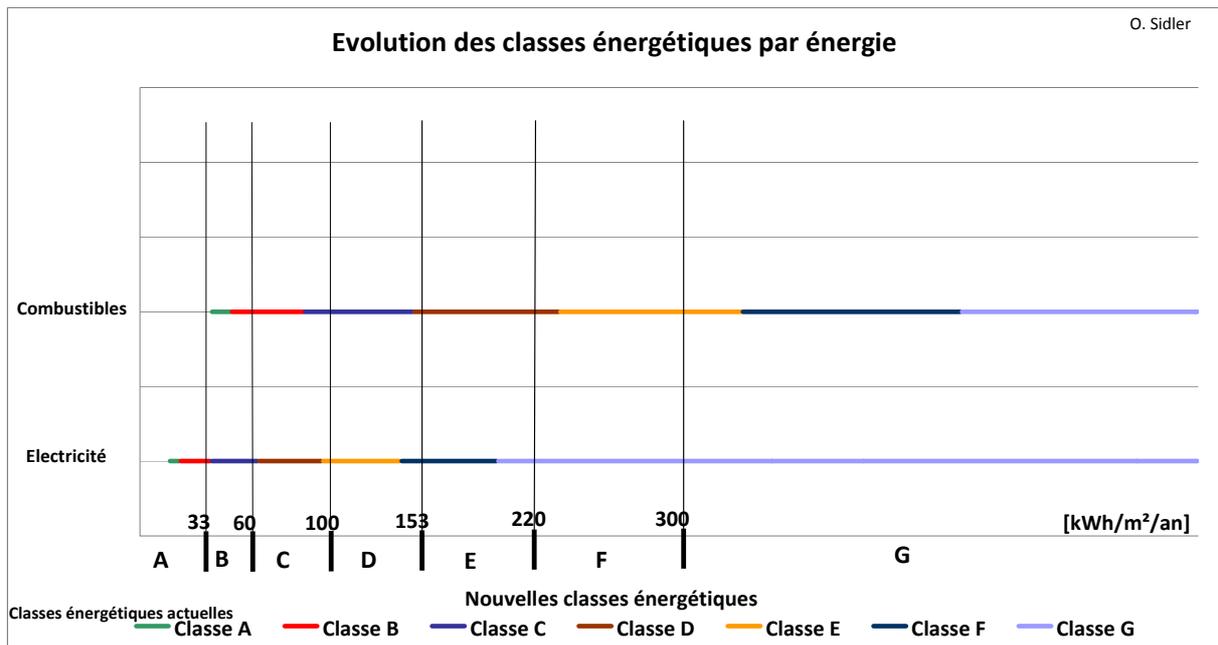


Figure 4 : Position des classes énergétiques actuelles dans la nouvelle étiquette

Disons d'emblée que ce que l'on observe n'est guère acceptable :

- Pour les combustibles, un logement qui serait actuellement en classe A, avec une consommation entre 40 et 50 kWh_{EP}/m²/an serait désormais en classe B. Un logement en classe D passerait en classe E voire même dans certains cas en classe F. La dégradation est *a minima* d'une classe énergétique. Dans le cas particulier du gaz, appelé à devenir dans le futur du biogaz comme l'indique le tableau de la SNBC AMS (§ 1.2), on s'interroge sur l'opportunité de ce déclassement parfaitement contre-productif puisqu'il s'oppose aux objectifs même de la SNBC. Pourtant le bilan carbone du biogaz serait neutre, donc en conformité avec la stratégie suivie.

- Ce qui précède est à mettre en perspective avec l'évolution de l'étiquette pour l'électricité. Pratiquement tous les logements aujourd'hui en classe énergétique B passeraient en classe A, de même tous ceux en classe C passeraient en classe D. Mais c'est à l'autre extrémité de l'étiquette que les transformations seraient les plus importantes : tous les logements chauffés à l'électricité actuellement en classe F (près de 2 millions) se retrouveraient en classe E, voire dans certains cas en classe D, et la grande majorité des 2,2 millions de logements en classe G (tous ceux dont la consommation actuelle est inférieure ou égale à 690 kWh_{EP}/m²/an) se retrouverait en classe F voire même dans certains cas en

classe E. Pour l'électricité il s'agit donc d'un surclassement d'une, voire dans certains cas de deux classes énergétiques.

L'effet le plus visible de cette transformation sera d'avoir fait disparaître des classes énergétiques F et G environ 2,5 millions de logements chauffés à l'électricité considérés jusqu'à présent comme « des passoires thermiques » et qui auront désormais un statut de logements ordinaires sans pour autant que leur facture énergétique ait diminué un tant soit peu. Seuls resteront en classe G les logements consommant aujourd'hui plus de 690 kWh_{EP}/m²/an.

	Classes énergétiques						
	A	B	C	D	E	F	G
Ensemble	87 000	580 000	3 393 000	6 989 000	8 555 000	4 466 000	4 437 000
dont Electricité	31 413	83 768	680 615	2 209 381	3 246 010	1 905 722	2 230 323
dont combustibles	55 587	496 232	2 712 385	4 779 619	5 308 990	2 560 278	2 206 677

Source : à partir de l'enquête Phébus de l'ADEME 2013

Figure 5 : Répartition des logements dans les différentes classes énergétiques actuelles

Concernant les combustibles, on observe un phénomène analogue mais en sens inverse. La totalité des logements actuellement en classe E et une partie de ceux en classe D se retrouveraient en classe F ou G, ce qui représente entre de 5,5 et 6 millions de logements qui seraient désormais considérés comme des « passoires thermiques ».

En effet, les pouvoirs publics ont déjà annoncé qu'ils pensaient s'appuyer sur des limites haute et basse pour déterminer l'action : tous les logements situés en deçà de la limite entre B et C seraient considérés « au bon niveau » et ne nécessiteraient pas de travaux. Tous ceux qui seraient au-delà de la limite entre les classes E et F seraient considérés comme des « passoires thermiques » nécessitant une rénovation avant 2028.

Il y a actuellement 8,9 millions de logements en classe F ou G, dont 4,1 chauffés à l'électricité et 4,8 chauffés par combustible. Avec les modifications auxquelles on peut s'attendre, il y aura 11,9 millions de logements chauffés en classes F et G, dont 1,6 chauffés à l'électricité et 10,3 chauffés par combustible. La réforme proposée réussirait donc à augmenter la quantité de logements qualifiés de « passoires thermiques » mais surtout à considérer que plus de 85 % de ces passoires sont des logements chauffés par combustible.

Ce résultat serait un détournement du sens profond de l'étiquette énergie telle qu'elle avait été imaginée initialement par l'union européenne. Et ce n'est pas un hasard si celle-ci a décidé que les bilans devaient être présentés en énergie primaire. Car l'autre conséquence très paradoxale de cette réforme serait d'avoir promu au rang de logements de grande qualité des logements relativement consommateurs en électricité et présentant une facture énergétique importante, mais des émissions de carbone d'autant plus faibles qu'on a divisé par deux le contenu carbone du kWh électrique. Cet aspect est essentiel car il constitue une tromperie du consommateur final. On entend souvent dire que celui-ci ne sait pas ce qu'est l'énergie primaire et que seule l'énergie finale, celle qu'il paye, est accessible à sa compréhension. En réalité, le grand public n'a rigoureusement aucune idée de ce qu'est un kWh, qu'il soit primaire, final ou utile. Il peut d'autant moins comprendre l'indication de caractère énergétique figurant sur l'étiquette que celle-ci est un ratio de consommations multiples (concernant plusieurs énergies) se référant à une surface et que le rapprochement de ce ratio avec les indications de ses compteurs pour les différentes énergies paraît bien improbable, voire impossible même pour en quidam un peu averti. L'utilisateur avait donc appris à lire l'étiquette à sa façon : il avait compris qu'un logement bénéficiant d'une

étiquette A ou B correspondait à une faible dépense d'argent, alors qu'en classe F et G les charges seraient élevées.

Mais désormais vont se retrouver dans la même classe énergétique des logements dont les coûts du kWh de chauffage pourront être dans un rapport de un à trois ! Car exprimer les consommations en énergie primaire avait une vertu essentielle : refléter avec exactitude les coûts à payer. Et ce n'est pas un hasard si, avec un coefficient d'énergie primaire de trois, le coût du kWh électrique est trois fois plus élevées que celui de ses principaux concurrents dont le coefficient d'énergie primaire est proche de 1.

Cet aspect économique du projet en cours, que l'on peut considérer comme une tromperie majeure de l'utilisateur, risque d'avoir des conséquences médiatiques extrêmement importantes que les associations de consommateurs ne manqueront pas de relayer auprès de leurs adhérents. À elle seule cette menace devrait conduire à revoir cette réforme inutile et dangereuse.

5 – Impact des choix de la réforme sur la rénovation énergétique

5-1 Remarques préliminaires

Les pouvoirs publics proposent de ramener le niveau du label BBC à celui d'un nouveau DPE calé à 60 kWh/m²/an. Mais pour pouvoir comparer ces deux indicateurs et voir l'impact de cette modification, ou même pour pouvoir interpréter les consommations de l'actuel DPE, il convient de tenir compte de leurs différences actuelles :

■ *Des périmètres d'action différents*

A l'heure actuelle, le DPE ne prend en compte la consommation que de trois usages³ : chauffage, production d'eau chaude sanitaire et refroidissement, ce dernier étant quasiment inexistant.

Mais le label BBC en comporte cinq⁴ : aux trois précédents s'ajoute la consommation des auxiliaires et de l'éclairage.

■ *Des surfaces de référence de natures différentes*

La surface de référence du DPE est la surface habitable⁵ ;

La surface de référence du label BBC est la SHON RT⁶.

On considèrera dans ce qui suit que le rapport SHAB/SHON RT vaut 0,9. Toutes les surfaces utilisées dans la présente note sont des surfaces habitables.

■ *Un traitement du bois différent*

Comme le montre la figure 2, le coefficient d'énergie primaire du bois est de 1 pour le DPE, mais de 0,6 pour le label BBC. Cette différence est majeure.

³ Art. R 134-2 du Code de l'Habitation et de la Construction

⁴ Art. 2.2 de l'arrêté du 29/09/2009

⁵ Art.3-3d de l'arrêté consolidé du 15/09/2006

⁶ Art. 2.2 de l'arrêté du 29/09/2009 renvoyant à l'art.9 de l'arrêté du 13/06/08 renvoyant lui-même à l'art R 112-2 du Code de l'Urbanisme

5-2 Méthodologie de comparaison

Ce qui suit présente le jeu de relations nécessaires pour mener à bien l'analyse. Il est en effet plus simple et plus précis de repartir de la définition de la consommation du « DPE 60 » ou du label BBC pour étudier et analyser les conséquences des choix que les pouvoirs publics se proposent d'opérer. On n'étudie ici que les valeurs de base des deux entités (valeurs « pivots ») puisqu'elles ont les mêmes correctifs géographique et d'altitude.

Nomenclature

- EP_{DPE} : énergie primaire totale du DPE (formule actuelle)
- EP_{ch} : énergie primaire du chauffage
- EF_{ch} : énergie finale du chauffage
- EF_{ecs} : énergie finale ECS
- EF_{aux} : énergie finale des auxiliaires (pompes de chauffage et ventilateurs VMC)
- EF_{ecl} : énergie finale de l'éclairage
- EU_{ch} : énergie utile du chauffage (c'est l'énergie égale aux pertes par les parois et par renouvellement d'air)
- η : rendement global de l'installation de chauffage (<1)
- k_{ij} : coefficients d'énergie primaire. L'indice « i » vaut 1 pour le chauffage et 2 pour l'ECS. L'indice « j » vaut 1 pour le label BBC et 2 pour le DPE. Exemple : k_{21} : coefficient d'énergie primaire pour l'ECS avec les conventions du BBC.
- k_{elec} : coefficient primaire de l'électricité. Il vaut 2,58 dans le DPE actuel et le BBC, et 2,3 dans le futur DPE
- s : rapport de surface habitable (Shab) à la « SHON RT ». On a adopté la valeur 0,9.

5-2-1 Détermination des caractéristiques de consommation à partir du DPE actuel

On fera l'hypothèse dans ce qui suit que l'usage rafraîchissement est quasiment inexistant aujourd'hui dans les logements. Le DPE actuel de 3 usages ne représente donc que la consommation du chauffage et de l'ECS.

$$EP_{ch} = EP_{DPE} - EF_{ecs} * k_{22} \quad (1)$$

$$EF_{ch} = EP_{ch} / k_{12} \quad (2)$$

$$EU_{ch} = EF_{ch} * \eta \quad (3)$$

Ces relations vont permettre, à partir d'une valeur de la consommation actuelle d'un DPE d'en déduire l'énergie finale et l'énergie utile de chauffage. L'énergie utile caractérise la qualité (en termes de déperditions) de l'enveloppe actuelle et de la charge de ventilation.

5-2-2 Nouvelle contrainte introduite par le « DPE 60 » sur la consommation de chauffage

Le nouveau DPE va désormais comporter 5 usages. Mais hormis le chauffage, tous ces usages correspondent à des consommations que l'on connaît relativement bien et que l'on peut donc déduire de l'objectif global pour obtenir la contrainte sur le chauffage.

Par ailleurs ce DPE est prévu en énergie finale. Rappelons que la valeur « pivot » du « DPE 60 » est 60 kWh_{EF}/m²/an D'où :

$$EF_{ch} = 60 - EF_{ecs} - EF_{aux} - EF_{ecl} \quad (4)$$

$$U_{ch} = EF_{ch} * \eta \quad (5)$$

5-2-3 Déterminer la contrainte sur le chauffage induite par le label BBC

Ce label est construit sur les mêmes usages que le « DPE 60 ». La démarche est donc la même que précédemment. Une correction est nécessaire sur les surfaces qui sont de natures différentes. Rappelons que la valeur « pivot » du label BBC est 80 kWh_{EP}/m²/an .

$$EP_{ch} = 80/s - EF_{ecs} * k_{21} - (EF_{aux} + EF_{ecl}) * k_{elec} \quad (6)$$

$$EF_{ch} = EP_{ch} / k_{11} \quad (7)$$

$$EU_{ch} = EF_{ch} * \eta \quad (8)$$

5-2-4 Déterminer la différence des contraintes entre le « DPE 60 » et le label BBC

A partir des relations précédentes on peut établir la différence en énergie finale entre la contrainte sur le chauffage du label BBC et celle du « DPE 60 » :

$$\Delta EF = EF_{ch} \text{ BBC} - EF_{ch} \text{ DPE}$$

$$\Delta EF = (80 / (s * k_{11}) - 60) - EF_{ecs} * (k_{21} / k_{11} - 1) - (EF_{aux} + EF_{ecl}) * (k_{elec} / k_{11} - 1) \quad (9)$$

Cas particuliers

1 – Chauffage et ECS par la même énergie après rénovation

Dans ce cas $k_{21} / k_{11} = 1$

$$\Delta EF = (80 / (s * k_{11}) - 60) - (EF_{aux} + EF_{ecl}) * (k_{elec} / k_{11} - 1) \quad (10)$$

2 – Chauffage et eau chaude à l'électricité après rénovation

Ce cas est un cas particulier du précédent - $k_{11} = k_{elec}$ et donc $k_{elec} / k_{11} = 1$

$$\Delta EF = 80 / (s * k_{11}) - 60 \quad (11)$$

5-3 Conséquences du choix de ramener le niveau BBC à celui d'un DPE à 60 kWh/m²/an

L'objectif des pouvoirs publics est, dans une optique de simplification, d'exprimer désormais le DPE au niveau de 60 kWh_{EF}/m²/an parce que c'est la valeur à laquelle a conduit le scénario de la SNBC. Mais ce scénario a une approche physique : il doit conduire à une réduction réelle des consommations d'énergie et d'émissions de GES. Alors que le DPE reste

un calcul à forte composante conventionnelle dont chacun a pu constater qu'il n'est pas particulièrement juste et précis. Il est donc impératif d'imposer que les résultats de ce qui suit soient obtenus non par un calcul probablement erroné mais bien par des dispositions physiques dont les effets pourraient par exemple être vérifiés par mesure.

5-3-1 Comparaison des niveaux d'exigence sur le chauffage

L'analyse a été établie avec les hypothèses suivantes pour les consommations en énergie finale des usages autres que le chauffage (la référence est la surface habitable) :

- EF_{ecs}
 - Combustibles : 17 kWh_{EF}/m²/an
 - Bois : 20 kWh_{EF}/m²/an
 - Electricité : 15 kWh_{EF}/m²/an
- EF_{aux}
 - Consommation d'une ventilation double flux : 2,2 kWh_{EF}/m²/an
 - Consommation d'une pompe chaudière combustible hors bois : 0,8 kWh_{EF}/m²/an
 - Consommation d'une pompe chaudière bois : 1,5 kWh_{EF}/m²/an
 - Consommation de l'éclairage : 3,0 kWh_{EF}/m²/an

Autres valeurs numériques choisies :

- rendement global des installations de chauffage rénovées :
 - Combustibles hors bois : 0,80
 - Bois : 0,75
 - Electricité : 0,95
- rapport SHAB / SHON RT = 0,9 (=s)
- le coefficient primaire de l'électricité, qui ne concerne que le label BBC, a été pris égal à 2,58 pour les combustibles, le bois et l'électricité, mais pour les logements chauffés à l'électricité, le coefficient 2,3 a aussi été étudié.

Les valeurs ci-dessus correspondent à ce qu'on sait faire aujourd'hui lorsqu'on vise une performance élevée. Par ailleurs, le choix de la ventilation double flux semble être un impératif compte tenu des performances visées. Il sera justifié dans ce qui suit.

Le tableau de la figure 6 est un calcul établi à partir des relations (4) à (8) avec les valeurs numériques ci-dessus :

	Combus.	Bois	Electricité 2,58	Electricité 2,3
Objectif EF chauffage "DPE 60"	37	33	40	40
Objectif EU chauffage "DPE 60"	30	25	38	38
Objectif EP chauffage BBC*	56	60	37	42
Objectif EF chauffage BBC*	56	99	14	18
Objectif EU chauffage BBC*	45	75	14	18

* : après correction SHON RT/SHAB

Figure 6 : Objectifs (physiques) de consommation de chauffage à respecter par type d'énergie selon le label BBC actuel et le « DPE 60 »

L'observation de ce tableau fait apparaître que :

1 – Le niveau de consommation de chauffage exprimé en énergie finale dans le « DPE 60 » varie d'une énergie à l'autre entre 33 et 40 kWh_{EF}/m²/an. Il s'agit bien là d'un objectif à atteindre physiquement et pas seulement d'un résultat obtenu par un calcul approximatif. Compte tenu du rendement de chaque système de chauffage, il est peut-être encore plus intéressant d'observer l'énergie utile. Celle-ci varie de 25 à 38 kWh/m²/an. Il s'agit directement des pertes de chaleur par l'enveloppe et par le renouvellement d'air. **La conséquence immédiate de ce constat est que toute rénovation devra obligatoirement être dotée d'une ventilation double flux si l'on veut respecter à la fois les impératifs énergétiques et les aspects sanitaires**, comme l'a rappelé l'union européenne dans la directive bâtiment. En effet, ne serait-ce que pour maintenir une concentration admissible en formaldéhyde, le taux de renouvellement d'air doit se situer autour de 0,6 vol/h. Avec ce taux, la quantité d'énergie finale nécessaire est, pour un climat moyen, compris entre 35 et 40 kWh_{EF}/m²/an, c'est-à-dire du même niveau que la contrainte proposée par le « DPE 60 ». **Il devient donc impératif de mettre en oeuvre de manière obligatoire des ventilations double flux dont l'efficacité minimale doit être de 70 %**. La charge relative à la ventilation sera alors de l'ordre de 10 à 12 kWh_{EF}/m²/an. Il est incompréhensible que l'on continue à voir de nombreuses rénovations effectuées avec de la ventilation hygroréglable qui, si elle marche correctement, assure un débit de renouvellement d'air insuffisant, et si elle fonctionne en surdébit, assure la qualité de l'air mais au prix d'une charge thermique exorbitante incompatible avec les objectifs du niveau « DPE 60 » ou BBC.

2 – **Pour les combustibles, il apparaît que le « DPE 60 » est beaucoup plus contraignant que le label BBC**. Pour le bois, du fait de la différence des coefficients d'énergie primaire utilisés par le « DPE 60 » et le label BBC, l'exigence en énergie finale est trois fois plus importantes passant de 99 à 33 kWh_{EF}/m²/an. Autant dire que **cela revient à condamner définitivement le bois qui était pourtant l'un des piliers de la SNBC**. Mais pour les autres combustibles la situation n'est guère plus enviable puisqu'au lieu d'une valeur cible de consommation en énergie finale de 56 kWh_{EF}/m²/an le « DPE 60 » propose une valeur de 37 kWh_{EF}/m²/an soit un tiers de moins.

3 - On pourrait penser que ce qui précède correspond légitimement à un renforcement des exigences générales, mais il n'en est rien si on observe le cas de l'électricité pour laquelle il s'opère le basculement inverse. Alors que l'exigence du label BBC est de 14 kWh_{EF}/m²/an, le « DPE 60 » lui accorde une valeur près de trois fois plus élevée.

4 – Puisque tous les logements devraient finir d'ici 2050 au niveau du « DPE 60 », l'écart entre les exigences de consommation de chauffage du label BBC et du « DPE 60 » s'imposera à toutes les rénovations quel que soit le niveau de la consommation initiale. L'effort supplémentaire à faire pour les combustibles est constant pour chaque combustible mais n'est pas le même d'un combustible à l'autre et peut-être calculé par la relation (9). Avec les hypothèses faites précédemment, l'effort supplémentaire exigé pour les combustibles est de 19 kWh_{EF}/m²/an et de 66 kWh_{EF}/m²/an pour le bois.

Pour toute rénovation d'un logement avec chauffage électrique conservant ce mode de chauffage, c'est encore plus simple : l'allègement de contrainte est soit de 21 kWh_{EF}/m²/an si le coefficient primaire vaut 2,3, soit de 26 kWh_{EF}/m²/an si ce coefficient est de 2,58.

5-3-2 Incidence sur les exigences de rénovation

Ce qui suit examine les conséquences pratiques sur trois rénovations :

- un logement dont le DPE actuel est à 400 kWh_{EP}/m²/an (classe F) et qui vise soit le niveau du « DPE 60 » soit celui du label BBC,
- un logement dont le DPE actuel est à 180 kWh_{EP}/m²/an (classe D) et qui vise soit le niveau du « DPE 60 » soit celui du label BBC,
- un logement dont le DPE actuel est à 460 kWh_{EP}/m²/an (classe G actuellement) et qui vise une consommation en énergie finale de 200 kWh_{EP}/m²/an lui offrant la classe E du « DPE 60 ».

Toutes les hypothèses énoncées au § 5.3.1 sont conservées. Pour chaque exemple étudié on a examiné le cas de chaque énergie en supposant dans un premier temps que la rénovation s'effectuait sans changer d'énergie, et dans un second temps avec un changement d'énergie.

5.3.2.1 Rénovation d'un logement dont le DPE est de 400 kWh_{EP}/m²/an

Pour établir le bilan il faut d'abord déterminer les différentes composantes de la consommation de chauffage actuelle à partir de la valeur du DPE. On utilise pour cela les relations (1) à (3) du § 5.2.1. Dans l'exemple présent on obtient les valeurs du tableau de la figure 7 :

	Combus.	Bois	Electricité	
			2,58	2,3
Chauffage initial en EP dans DPE existant	355	352	336	343
Chauffage initial en EF dans DPE existant	355	352	130	149
Chauffage initial en EU dans DPE existant	249	229	117	134

Figure 7 : Différentes composantes de la consommation actuelle de chauffage pour un DPE à 400 kWh_{EP}/m²/an

Il faut ensuite comparer les valeurs de ce tableau avec les valeurs cibles du tableau de la figure 6. Par différence on obtient les valeurs du tableau de la figure 8 qui fournit les principales contraintes d'économies qu'il est nécessaire de réaliser (« les gains »).

DPE		Sans changement d'énergie				En remplaçant l'énergie initiale			
		Combus.	Bois	Electricité		Combust vers Elec	Bois vers Elec	Combust. vers bois	Electricité vers bois
				2,58	2,3				
60	Gain nécessaire s/chauffage EF	318	319	90	109	315	312	322	116
	Gain nécessaire s/(enveloppe+ventil) EU	219	204	79	96	211	191	224	109
BBC	Gain nécessaire s/chauffage EP	299	292	299	300	313	310	295	283
	Gain nécessaire s/chauffage EF	299	253	116	130	337	334	256	50
	Gain nécessaire s/(enveloppe+ventil) EU	203	154	103	116	231	211	174	60
	Ecart en EF (DPE - BBC)	19	66	-26	-21	-21	-21	66	66
	Ecart en EU (DPE - BBC)	16	50	-24	-20	-20	-20	50	50

Figure 8 : Rénovation d'un DPE = 400 kWh_{EP}/m²/an au niveau soit « DPE 60 », soit BBC

On observe que :

- 1 - conformément à ce qui a été dit au paragraphe précédent, l'effort à consentir sur l'énergie utile (c'est-à-dire les déperditions par l'enveloppe et le renouvellement d'air) avec le « DPE 60 » par comparaison au label BBC actuel est plus élevé pour les combustibles et

moins important pour l'électricité. Les différences d'exigence sont bien celles calculées à la fin du paragraphe précédent.

2 - En soi, il n'est théoriquement pas choquant que l'effort à imposer sur l'énergie utile pour un logement chauffé à l'électricité soit inférieur à celui exigé pour un combustible. En effet, depuis la première réglementation thermique en 1974-75, l'enveloppe des logements chauffés à l'électricité s'est toujours vue imposer des contraintes supérieures à celles des combustibles. Il ne s'agissait pas d'une pénalité arbitraire et idéologique comme on peut le lire ici ou là aujourd'hui, mais d'une mesure visant à compenser partiellement l'importante consommation d'énergie primaire associée à l'électricité d'une part, et le coût beaucoup plus élevé que devait supporter l'utilisateur d'autre part. Mais cette situation *a priori* favorable à l'électricité va poser dans la réalité un certain nombre de problèmes. Car s'agissant d'isolants de résistance thermique généralement assez faible, qui plus est posés la plupart du temps sans un grand respect des règles de la migration de vapeur comme en atteste cette photo après démontage d'un isolant en polystyrène+placo, ou complètement dégradés comme on les trouve dans les combles, il risque d'être nécessaire de démonter les isolations existantes et finalement de devoir faire le même effort de rénovation quelle que soit la nature de l'énergie en place.



Mur moisi sous isolant sans barrière de vapeur

3 - L'effort demandé aux logements chauffés à l'électricité est effectivement plus faible que celui demandé aux logements chauffés par combustibles, que ce soit par le label BBC ou par le « DPE 60 ». **Mais rien ne justifie que la contrainte de ce dernier soit allégée par rapport à celle du label BBC.** Ce phénomène n'a qu'une seule origine comme le montre parfaitement la relation (11) du § 5.2 : vouloir remonter le passage de la classe B à la classe C (actuellement à 90 kWh_{EP}/m²/an, soit 34,9 kWh_{EF}/m²/an pour l'électricité) à 60 kWh_{EF}/m²/an. Selon la relation (11), pour qu'il n'y ait pas de différence dans les contraintes sur l'énergie finale du chauffage électrique entre le « DPE 60 » et le label BBC il faudrait que le seuil de passage de la classe B à la classe C ait pour valeur $80/(s \cdot k_{11})$, soit (avec $s=0,9$ et $k_{11} = 2,58$) 34,5 kWh_{EF}/m²/an, donc son niveau actuel.

4 - La conjugaison du passage en énergie finale du DPE et du repositionnement de la limite entre les classes énergétiques B et C crée un désordre qu'il paraît difficile de contrôler. En effet, si le niveau du DPE était placé à 34,5 kWh_{EF}/m²/an comme indiqué précédemment, les contraintes pour les combustibles et le bois seraient encore plus importantes qu'avec le

« DPE 60 ». La relation (10) du § 5.2.3 permet de déterminer, avec les valeurs numériques définies au § 5.3.1, la valeur de la limite entre les classes énergétiques B et C conduisant aux mêmes contraintes que le label BBC pour chaque énergie :

	Combust.	Bois	Electricité
Valeur d'équilibre	79,4	126,1	34,5

En kWh_{EF}/m²/an

Figure 9 : Valeurs du passage des classes B à C équilibrant le label BBC et le « DPE 60 »

Ce tableau montre qu'il n'existe aucune valeur permettant simultanément un équilibre entre les exigences du label BBC et celles du « DPE 60 » pour l'ensemble des énergies. **La solution qui est proposée par les pouvoirs publics conduit donc à alléger la contrainte énergétique pour les logements chauffés à l'électricité, mais à l'alourdir fortement pour tous les combustibles.**

5 - La partie droite du tableau de la figure 8 **montre que, sans exception, il est toujours plus intéressant lors d'une rénovation de passer à l'électricité et d'abandonner l'énergie qui était en place précédemment.** On constate en effet systématiquement une baisse de la contrainte en énergie utile (sur les pertes de l'enveloppe et du renouvellement d'air, donc sur l'objet des travaux de rénovation), même si cette baisse n'est que de 5 à 6 %. Mais dans une rénovation lourde il est toujours nécessaire de remplacer la génération de chaleur afin d'adapter sa puissance aux très faibles besoins du logement après rénovation. Or le remplacement d'une chaudière coûte plusieurs fois plus cher que la pose d'un système de chauffage par effet Joule.

Bien que très fréquent en rénovation de maisons individuelles car il abaisse considérablement la facture, le passage de l'électricité à des granulés de bois serait soumis d'après le « DPE 60 » à une contrainte sur l'énergie utile supérieure au maintien du chauffage électrique (109 kWh_{EF}/m²/an contre 96) ! **Ceci constitue un paradoxe peu compréhensible : le bois est une énergie renouvelable dont le bilan carbone est neutre, et sa contribution au bilan de la SNBC présentée en figure 1 est importante. La disposition prévue par le « DPE 60 » est donc parfaitement contre-productive au regard des objectifs visés par la SNBC elle-même.** Elle s'oppose aussi violemment, et sans raison, aux lois de la physique.

On relèvera aussi que lors de ces substitutions d'énergie, le recours à l'électricité conduit à des contraintes toujours inférieures de 21 kWh_{EF}/m²/an pour le « DPE 60 » par rapport au label BBC, et qu'en revanche les contraintes imposées par le « DPE 60 » lors du recours au bois sont supérieures de 66 kWh_{EF}/m²/an à celles du label BBC. Ceci illustre à nouveau le caractère parfaitement inadapté et contre-productif de la réforme envisagée qui semble incapable de proposer au monde du bâtiment autre chose que du chauffage électrique par effet Joule pour envisager le grand programme de rénovation des logements.

5.3.2.2 Rénovation d'un logement dont le DPE est de 180 kWh_{EF}/m²/an

Les hypothèses faites sur les valeurs numériques sont les mêmes que précédemment. La seule différence est dans la valeur du DPE initiale. La présentation des résultats est de la même nature :

		Sans changement d'énergie				En remplaçant l'énergie initiale			
		Combust.	Bois	Electricité		Combust. vers Elec	Bois vers Elec	Combust. vers bois	Electricité vers bois
				2,58	2,3				
DPE 60	Gain nécessaire s/chauffage EF	111	112	10	18	108	105	115	25
	Gain nécessaire s/(enveloppe+ventil) EU	74	69	7	15	66	56	79	27
BBC	Gain nécessaire s/chauffage EP	92	85	92	92	106	103	88	74
	Gain nécessaire s/chauffage EF	92	46	36	40	130	127	49	-41
	Gain nécessaire s/(enveloppe+ventil) EU	58	20	31	35	86	77	29	-22
Ecart en EF (DPE - BBC)		19	66	-26	-21	-21	-21	66	66
Ecart en EU (DPE - BBC)		16	50	-24	-20	-20	-20	50	50

Figure 10 : Rénovation d'un DPE = 180 kWh_{EP}/m²/an au niveau soit « DPE 60 », soit BBC

On note que toutes les tendances observées précédemment, sans aucune exception, se retrouvent dans cet exemple. Le niveau du DPE initiale n'a donc aucune influence sur les distorsions qu'imposera l'adoption du « DPE 60 ». Les contraintes imposées aux combustibles lors d'une rénovation restent supérieures à celle qu'impose actuellement le label BBC, et *a contrario* les contraintes imposées au chauffage électrique existant sont beaucoup plus faibles que celles imposées dans le label BBC. Il est à noter que les écarts entre ces contraintes, comme démontré précédemment, sont constantes pour une même énergie et ne dépendent pas, là non plus, du niveau du DPE initiale. En passant au chauffage électrique lors d'une rénovation, on bénéficie d'allègements de contrainte importants, alors qu'en changeant d'énergie pour le bois on se voit lourdement pénalisés.

5.3.2.3 Rénovation visant à passer de la classe G à la classe E du « DPE 60 ».

Les logements situés aujourd'hui en classe G font partie des passoires thermiques qui se verront peut-être obligées de quitter cette zone inconfortable d'ici 2028, sans que des objectifs précis d'amélioration aient été rendus obligatoires. Il est donc intéressant de voir quel va être l'effet du « DPE 60 » sur les rénovations entreprises.

L'exemple traité ici étudie la rénovation d'un logement dont le DPE actuel est de 460 kWh_{EP}/m²/an (classe G) et qui vise une consommation de 200 kWh_{EP}/m²/an dans le « DPE 60 » (classe E). Toutes les hypothèses faites sur les valeurs numériques sont inchangées. Pas de référence ici au label BBC puisqu'il ne fait pas partie des objectifs.

Dans un premier temps il faut déterminer les consommations de chauffage actuelles dans leurs différentes composantes, à partir du DPE actuel :

	Combust.	Bois	Electricité	
			2,58	2,3
Chauffage initial en EP dans DPE existant	415	412	396	403
Chauffage initial en EF dans DPE existant	415	412	153	175
Chauffage initial en EU dans DPE existant	291	268	138	158

Figure 11 : Différentes composantes de la consommation actuelle de chauffage à partir du DPE (460 kWh_{EP}/m²/an)

Puis on détermine les objectifs de consommation de chauffage (en EF et en EU) pour atteindre la cible visée (200 kWh_{EP}/m²/an du « DPE 60 ») :

	Combust.	Bois	Electricité 2,58	Electricité 2,3
Objectif EF chauffage "DPE 60"	174	170	180	180
Objectif EU chauffage "DPE 60"	139	119	171	171

Figure 12 : Objectifs (physiques) de consommation de chauffage à respecter par énergie selon le « DPE 60 »

Enfin, on détermine les objectifs d'économies qu'il va falloir réaliser pour atteindre la cible :

		Sans changement d'énergie				En remplaçant l'énergie initiale			
		Combus.	Bois	Electricité		Combus vers Elec	Bois vers Elec	Combus. vers bois	Electricité vers bois
				2,58	2,3				
DPE	Gain nécessaire s/chauffage EF	241	242	-27	-5	235	232	245	5
60	Gain nécessaire s/(enveloppe+ventil) EU	151	149	-33	-13	120	97	171	38

Figure 13 : Rénovation d'un DPE actuel à 460 kWh_{EP}/m²/an visant le niveau 200 kWh_{EP}/m²/an du « DPE 60 »

Ce tableau montre que :

1 - pour un logement chauffé à l'électricité, il n'est pas nécessaire de faire des travaux pour passer d'une consommation de 460 kWh_{EP}/m²/an (classe G du DPE actuel) à une consommation de 200 kWh_{EP}/m²/an (« DPE 60 »). Il serait même possible de dégrader un peu la qualité de l'enveloppe ! Ceci confirme ce qui a été avancé précédemment, à savoir que de manière parfaitement naturelle, sans engager de travaux, plusieurs millions de logements chauffés à l'électricité actuellement en classes F et G vont se retrouver en classe E, voire D, du « DPE 60 », perdant ainsi la qualité de « passoires thermiques », sans pour autant que la facture de chauffage des ménages n'ait diminué. **Cet aspect de la réforme va apparaître inévitablement comme une manipulation laissant penser qu'on a résolu un problème alors qu'on l'a seulement déplacé. D'un point de vue médiatique, il y a un vrai risque de retournement de l'opinion publique autour d'un phénomène comme celui-ci.**

2 - A l'inverse, on observe que pour les combustibles, quelle que soit leur nature, des efforts importants sont nécessaires sur l'enveloppe et le renouvellement d'air pour atteindre les objectifs. Ceci n'est absolument pas choquant. Ce qui l'est, c'est qu'une partie des logements, ceux chauffés à l'électricité, échappe totalement à ces travaux de rénovation. L'amélioration de l'enveloppe est pourtant la démarche préalable à toute stratégie de lutte contre le changement climatique. Car l'enveloppe est là pour toute la durée de vie d'un bâtiment, alors que le système de chauffage, quelle que soit sa nature, sera probablement changé un jour ou l'autre. Le choix qui semble vouloir être fait est donc un choix opportuniste et à court terme n'apportant pas une solution pérenne au problème posé.

3 - Il est plus intéressant, quel que soit le combustible en place, de le remplacer par un système de chauffage à effet Joule. En effet, la contrainte en termes d'économies d'énergie, et donc de travaux à effectuer, est inférieure de 20 % pour les combustibles et de 35 % pour le bois. **On constate à nouveau que la réforme envisagée préfère de très loin le développement du chauffage électrique à celui du chauffage par biomasse**, ce qui est incompréhensible. Mais cette préférence le conduit même à privilégier la suppression des installations existantes utilisant des combustibles ou du bois pour les remplacer par du chauffage électrique. En effet, le montant des travaux de rénovation est moins important puisque la contrainte est allégée, et le coût d'un système de chauffage par « grille-pain » reste beaucoup moins élevé que le changement d'un générateur de chaleur à combustible. On ne voit donc pas dans ce contexte quel maître d'ouvrage pourrait faire un choix différent lui coûtant systématiquement plus cher....

4 - Il est plus intéressant de conserver un chauffage électrique lorsqu'on en dispose (pas de nécessité de travaux) que de le supprimer au profit d'un système de chauffage au bois puisque ce passage occasionne des travaux sur l'enveloppe (dernière colonne du tableau). C'est pourtant une solution très fréquente en rénovation puisqu'elle amène une réduction très substantielle de la facture de chauffage...

6 – Incidence de l'introduction de la notion d'« équivalent rénovation »

Comme tout grand programme stratégique, le programme de rénovation des logements doit faire l'objet d'un suivi comptable. Mais l'option choisie par le gouvernement de procéder à des rénovations par étapes, c'est-à-dire par petits travaux non coordonnés étalés dans le temps, rend complexe ce suivi et la comparaison des résultats effectivement constatés sur le terrain avec les objectifs programmatiques de la PPE qui sont exprimés en nombre de logements rénovés au niveau BBC.

Le projet de réforme comprend donc une innovation baptisée l'« équivalent rénovation ». Il s'agit de l'économie d'énergie faite en moyenne sur les logements rénovés en totalité pour atteindre l'objectif visé en 2050. Il serait alors possible, du moins en théorie, de déterminer par calcul, et c'est bien là le point très faible du dispositif, l'économie obtenue par le remplacement de trois fenêtres dans un logement, et de le traduire en nombre d'« équivalents rénovation ». Ceci permettrait de tenir une comptabilité très fine rendant compte de l'état d'avancement. Encore faudrait-il être d'accord sur l'économie moyenne que l'on intègre dans ce nouveau dispositif. Les pouvoirs publics estiment qu'elle est de 65 kWh_{EF}/m²/an. Cela paraît bien peu.

6-1 Calcul de l'économie moyenne

L'objectif défini par la loi et qu'à l'horizon 2050 l'ensemble du parc de logements soit au niveau BBC. Quel est donc ce niveau d'une part, et quelle économie d'énergie faut-il donc réaliser en moyenne dans chacun des logements qui sera rénové d'ici là ?

Lorsque la loi de transition énergétique (LTECV) a été votée en 2015, le sens du terme BBC était celui défini par le label du même nom. Il faut donc se référer aux objectifs de performance de ce label (voir l'art. 2-2 de l'arrêté du 29/09/2009), et plus particulièrement aux consommations de chauffage puisse que ce sont elles qui feront l'objet d'un suivi.

Le tableau de la figure 6 a défini ces objectifs de consommation de chauffage à la fois en énergie primaire et en énergie finale pour les différentes sources d'énergie. Sachant qu'il y a en France⁷ 33,5 % de logements chauffés à l'électricité, 3,8 % chauffés au bois et 62,3 % chauffés par combustibles divers, on peut calculer que la consommation **physique** (et non évaluée par calcul) de chauffage en 2050 devra être de 44 kWh_{EF}/m²/an ou de 50 kWh_{EP}/m²/an (en procédant ainsi on suppose que la valeur pivot du DPE est représentative de la moyenne française ce qui est acceptable).

On peut supposer, même si c'est très optimiste, que tous les logements construits à partir d'aujourd'hui jusqu'en 2050 atteindront ce niveau de consommation (les campagnes de mesures montrent qu'on en est encore assez loin). Dès lors, le gisement d'économie doit porter sur les logements existants, à savoir 29,1 millions de résidences principales, dont la surface moyenne est de 90 m². La consommation de chauffage de ce parc varie parfois fortement d'une année à l'autre. Sur la période [2010-2018] cette consommation moyenne est, selon le CEREN, de 328 TWh_{EF} si bien que la consommation spécifique serait de 125 kWh_{EF}/m²/an. Mais ceci paraît douteux par comparaison à d'autres valeurs comme celle de l'ADEME (« Chiffres clés du bâtiment » 2013) qui conduit à penser qu'on est plutôt autour de 160 kWh_{EF}/m²/an (à partir de la structure du parc en fonction de la classe énergétique des logements fournie par l'étude Phébus on arrive même à 174 kWh_{EF}/m²/an, mais l'approche reste peu précise). Il faut aussi se souvenir qu'en 1975 elle était de 322 kWh_{EP}/m²/an (en notant que dans le parc de l'époque il y avait peu de chauffage électrique, si bien qu'énergie

⁷ CEREN : « Secteur résidentiel - Suivi du parc et des consommations d'énergie » - juillet 2017

primaire et énergie finale pouvaient être confondues). Il est douteux qu'en 45 ans, sans stratégie ambitieuse de rénovation, on ait réussi à la diviser par deux...

Le gisement d'économies à réaliser sur l'ensemble du parc actuel est donc de 160 – 44, soit 116 kWh_{EF}/m²/an. Compte tenu de la taille du parc et de la surface moyenne des logements, ceci correspond à une économie globale 304 TWh_{EF}/an. Comme le nombre de rénovations envisagées est de l'ordre de 21 millions (en gros l'ensemble des logements construits avant l'an 2000, déduction faite de ceux qui seront démolis d'ici 2050. A noter que la SNBC n'envisage la rénovation que de 19,55 M de logements), et que la surface moyenne des logements sera toujours d'environ 90 m², on en déduit que **l'économie moyenne à effectuer est de 161 kWh_{EF}/m²/an** (ou 173 avec le nombre de rénovations de la SNBC). La valeur de 65 kWh_{EF}/m²/an avancée par les pouvoirs publics semble donc très sous-estimée et ne paraît pas devoir être suffisante pour atteindre les objectifs fixés par la SNBC. Mais il est important que la valeur retenue soit exacte afin de ne pas surestimer le nombre d'« équivalents rénovations » qui seront réalisées.

6-2 Conséquences sur le comptage du nombre de logements rénovés

Au regard du niveau d'économie finale nécessaire selon le « DPE 60 » pour la rénovation d'un logement dont le DPE actuel est de 400 kWh_{EF}/m²/an (voir figure 8) et d'un second logement dont le DPE actuel est de 180 kWh_{EF}/m²/an (figure 10), il est intéressant de déterminer à quelle quantité d'« équivalents rénovations » ces deux opérations correspondraient :

DPE actuel [kWh/m ² /an]	Désignation	Combus.	Bois	Electricité
180	Economies exigées [kWh _{EF} /m ² /an]	111	112	18
	Nombre équivalents rénovations	0,69	0,70	0,11
400	Economies exigées [kWh _{EF} /m ² /an]	318	319	96
	Nombre équivalents rénovations	1,98	1,98	0,60

Figure 14 : Détermination du nombre d'équivalents rénovations

S'agissant d'une analyse supposant la réforme en place, le coefficient d'énergie primaire pour l'électricité a été pris égal à 2,3. Les deux premières lignes de chaque cas rappellent les économies d'énergie finale exigées figurant dans les tableaux des figures 8 et 10. Ces économies ont ensuite été traduites en « équivalents rénovations ».

Conséquence des choix faits visant à promouvoir le chauffage électrique au détriment de toute autre solution, on constate que la rénovation de logements chauffés à l'électricité n'est pas très intéressante en termes d'équivalents rénovations. Même en partant d'un DPE à 400 kWh_{EP}/m²/an pour atteindre la valeur cible de 60 kWh_{EF}/m²/an, on ne capitalise au mieux que 0,6 équivalents rénovations. *A fortiori*, des rénovations dans des logements dont le DPE est inférieur à 200 kWh_{EF}/m²/an ne rapportent à peine que 0,1 d'équivalent rénovation !

A contrario les rénovations de logements chauffés par combustibles sont très intéressantes en termes de comptabilité puisqu'elles peuvent rapporter une quantité d'équivalents rénovations supérieure à l'unité. C'est le cas dans l'exemple précédent d'une rénovation partant d'un DPE de 400 kWh_{EF}/m²/an.

Quelles sont les conséquences de ces observations ? Logiquement, si les pouvoirs publics veulent pouvoir présenter des bilans plutôt flatteurs, ils auront tout intérêt à rénover des logements chauffés par combustibles et à négliger totalement ceux chauffés à l'électricité. Ce serait finalement assez logique dans la continuité de la stratégie un peu

outrancière qui se dessine. Mais, ce faisant, le gouvernement ferait de la décarbonation en ignorant totalement la question des logements précaires. Car dans son choix de privilégier à tout prix le chauffage électrique en négligeant les efforts nécessaires à l'amélioration de l'enveloppe des logements concernés, il laisse l'ensemble des ménages occupants gérer leur facture de chauffage qui n'aura guère baissé et restera prohibitive. Il n'est pas sûr que faire le choix d'une décarbonation à n'importe quel prix pour les particuliers soit un choix stratégique pertinent si on se réfère à l'histoire très récente...

7 – Conséquences potentielles de la réforme

À partir d'un modèle très simple mais assez précis permettant de comparer le label BBC actuel et le « DPE 60 », il a été possible d'analyser les conséquences potentielles de la réforme envisagée par les pouvoirs publics si elle était mise en place.

Ce projet de réforme affiche très clairement la volonté de faire pénétrer l'électricité dans les logements. Ce pourrait être une excellente raison pour autant qu'on utilise ce vecteur non seulement sans avoir honte, mais en plus avec intelligence grâce aux pompes à chaleur. Toutefois, les choix faits vont conduire à une situation caricaturale dans laquelle il semble que la solution retenue réponde à l'équation un peu simpliste :

décarboner = électrifier les usages thermiques, sans chercher à réduire les besoins

Faire reposer une stratégie sur une réponse technique unique constitue un risque important pour une nation. En l'occurrence, prioriser la réduction des besoins permettrait de mettre le pays et ses habitants à l'abri de tous les aléas conjoncturels qui pourraient intervenir dans le futur. S'agissant d'un secteur aussi critique que la production d'électricité, notamment lorsqu'elle est basée sur l'énergie nucléaire dont le moins que l'on puisse dire est que son avenir technique et économique n'est pas des plus évidents, on doit être prudent sur la nature des éléments qu'il faudrait mettre en oeuvre en cas de défaillance du système de production. Que se passerait-il par exemple si par suite d'un accident grave dans une centrale nucléaire française, comme au Japon en 2011, l'ensemble du parc était arrêté ? La mise en route de nombreuses centrales thermiques fonctionnant aux combustibles fossiles ne serait-elle pas la pire des réponses possibles, et pourtant la seule qui serait alors mise en œuvre ? Une faible demande comme pourrait l'être celle d'un parc doté d'une enveloppe de très grande qualité thermique serait évidemment une garantie de pouvoir gérer au mieux une situation de catastrophe.

Pour parvenir à mettre en place cette hégémonie de l'électricité, les pouvoirs publics n'ont pas hésité à ignorer les lois de la physique d'une part et à procéder de manière non conforme aux directives européennes « Efficacité énergétique » et « Bâtiment » d'autre part, ce qui pourrait d'ailleurs leur attirer quelques soucis juridiques. Cela lui a permis de modifier le coefficient d'énergie primaire de l'électricité ainsi que le contenu carbone du kWh.

Ces deux mesures vont lourdement impacter la construction neuve en désorganisant un marché construit sur une offre diversifiée et équilibrée⁸ gage de stabilité et d'équilibre des coûts pour les usagers.

Concernant la rénovation, le choc va être encore plus important. Ce qui précède a montré sans ambiguïté que pour toutes les rénovations sans exception, quelles que soient la consommation du DPE d'origine et la source d'énergie utilisée pour le chauffage, il sera plus intéressant financièrement et beaucoup moins contraignant réglementairement d'adopter l'électricité comme source de chauffage si elle ne l'était pas déjà auparavant, tout en limitant les travaux à effectuer sur l'enveloppe. **Aucun maître d'ouvrage rénovera demain autrement qu'en retirant l'installation de chauffage existante pour lui substituer un chauffage par effet Joule.** Le système est en effet moins cher que tous les autres, et les contraintes sur l'enveloppe et le renouvellement d'air moins importantes ce qui devrait générer des coûts de travaux *a priori* moins élevés. Aucune autre énergie, ni le biogaz ni même le bois qui est de la chaleur renouvelable pour laquelle Elisabeth Borne a encore déclaré le 3 avril 2020 qu'elle voulait en faire « un des vecteurs de la reprise économique », ne trouvera sa place avec les nouvelles exigences réglementaires. Les promoteurs de cette réforme sont-ils conscients de la portée réelle des modifications qu'ils sont en train d'introduire et qui vont conduire en rénovation à la généralisation du convecteur électrique dont on nous dit pourtant que ce n'est pas de lui dont on veut ? On peut en douter si on compare les conséquences prévisibles aux objectifs et à la trajectoire définis dans la SNBC. Rappelons que le chauffage électrique par effet Joule ne devait plus représenter que 5 TWh en 2050, que les pompes à chaleur (à gaz et électrique) fournissaient 35 % des besoins, la biomasse 20 % et le biogaz 10 %. Quelques explications techniques précises seront sans doute nécessaires pour convaincre que la méthode utilisée va bien conduire à ce qu'il est écrit dans la SNBC où on peut lire par exemple qu'il faudra « privilégier les PAC performantes et les sources de chaleur renouvelable ».

Compte tenu du caractère peu transparent et peu ouvert, relativement violent et totalement excessif de cette réforme, on est par ailleurs en droit de se demander si son objectif principal n'est pas, sous couvert de décarbonation, un vaste programme de relance de la filière nucléaire qui est en bien mauvaise posture aujourd'hui. Mais ce choix, s'il est bon pour EDF, est économiquement catastrophique pour les Français au prix où est aujourd'hui le kWh d'origine nucléaire, sans même évoquer la perte de la maîtrise technique entourant la construction des réacteurs, et sans même non plus parler des risques et des coûts à venir...

Mais la France a-t-elle vraiment le droit de faire ce type de choix dont les conséquences iront bien au-delà de ses frontières ? Car la demande électrique va augmenter de façon considérable malgré le réchauffement des températures, de même que la pointe hivernale, déjà difficile à contenir lors des hivers un peu rigoureux. Or, 14 réacteurs nucléaires en fin de vie doivent être fermés d'ici 2035. Les 6 réacteurs EPR que la France veut construire ne seront pas disponibles avant une quinzaine d'années au mieux, si bien que cette augmentation de la demande électrique passera par un accroissement des quantités d'électricité importées, notamment lors des pointes hivernales. Malheureusement, cette électricité est en général très sale et très carbonée et ce serait quand même un immense paradoxe que la réforme envisagée conduise à une telle situation.

⁸ Selon le document du ministère du développement durable intitulé « Consommation énergie parc résidentiel 2018 », la part de l'électricité et du gaz dans le chauffage des résidences principales étaient en 2005 respectivement de 10,5 et 40,4 %, et en 2018 de 11,0 et 38,8 % donc inchangées. Entre 2005 et 2018 la quantité de gaz destiné au chauffage des résidences principales a baissé de 23,7% et celle de l'électricité de seulement 17,4 %. On cherche donc où serait le déséquilibre induit par la RT 2012.

Mais les usagers ne seront pas non plus épargnés par cette réforme assise sur la « mono culture » du « grille-pain ». Ils seront affectés notamment par :

- la tromperie qui va s'opérer autour de l'étiquette énergie. Rappelons que tous les logements chauffés à l'électricité vont gagner une voire deux classes énergétiques sans avoir besoin de faire les moindres travaux, alors que tous les logements chauffés par combustibles seront déclassés d'une, voire de deux classes énergétiques. Or l'étiquette avait fini par devenir pour l'utilisateur (qui ne sait pas ce qu'est un kWh) un bon indicateur des charges à payer. Mais elle va maintenant autoriser deux logements de même volume d'énergie finale à être dans la même classe énergétique, bien que présentant des factures de chauffage, et c'est la nouveauté, pouvant être dans un rapport de 1 à 3. Il semble donc nécessaire d'expliquer au grand public que l'étiquette, qu'il avait apprise à interpréter depuis des années, va changer de sens. L'information qu'elle délivrera ne concernera plus que les questions énergétiques auxquelles il n'est du reste pas le meilleur spécialiste, et il lui faudra chercher ailleurs les informations relatives au coût de sa facture de chauffage.

- Un abandon de fait des familles les plus démunies dans la lutte contre la précarité énergétique remplacée par la course aux « équivalents rénovations » beaucoup plus visible politiquement et pour laquelle les logements déjà chauffés à l'électricité ne sont pas un atout majeur (voir §6).

- Le maintien en place de factures de chauffage très élevées pour ceux qui ne sont pas (encore) précaires et chauffés à l'électricité.

- Un déplacement d'environ 2,5 millions de logements actuellement en classes F et G, chauffés à l'électricité, qui vont mécaniquement sortir de ces deux classes emblématiques qualifiant les « passoires énergétiques » et se retrouver en classe E voire D sans avoir besoin d'effectuer les moindres travaux, ce qui leur permettra d'échapper à toute obligation de rénover.

Ainsi, loin d'être simplificatrice et unificatrice comme elle est présentée, la réforme en cours va considérablement complexifier les règles existantes et créer une véritable confusion dans l'esprit de chacun, professionnels ou usagers, en modifiant notamment les dispositions à la base du label BBC, puisque le futur label s'alignera sur le « DPE 60 », ce qui aura pour conséquence de durcir significativement les exigences de rénovation pour les combustibles et de rendre beaucoup moins contraignantes celles pour le chauffage électrique.

Faut-il rappeler que tous les vecteurs énergétiques ont leurs avantages et leurs inconvénients ? Certes l'électricité française est moins carbonée que les combustibles, sauf aux heures de pointe, mais elle est en revanche trois fois plus chère. Il faut donc trouver un équilibre qui s'appuiera avant tout sur une maîtrise des besoins par des travaux de rénovation très ambitieux sur les enveloppes et le renouvellement d'air auxquels seront ensuite associés les systèmes les plus performants pour chacun des vecteurs (PAC biogaz, PAC électrique avec gaz à faible PRG, biomasse, biogaz, etc).

Avec la réforme qu'il propose le gouvernement ne résout en rien le problème, il ne fait que le déplacer. Il n'y aura pas un plus grand nombre de rénovations demain qu'il n'y en a aujourd'hui. Simplement elles seront toutes chauffées à l'électricité. Piètre résultat...

8 – Propositions pour la réorientation de la stratégie des pouvoirs publics dans le cadre du plan de relance post Corona virus

8-1 Abandon de toutes les dispositions réglementaires envisagées

Ce qui précède a amplement montré le caractère pathogène de toutes les transformations réglementaires qui sont aujourd'hui envisagées et dont les effets iront probablement bien au-delà de ce que leurs auteurs ont imaginé. Elles ne sont pas nécessaires car l'électricité dispose d'un véritable joker (la PAC en maisons individuelles comme en logements collectifs) pour satisfaire le contexte réglementaire actuel (même et surtout s'il est renforcé) sans avoir besoin d'un passe-droit illégitime et indu qui va semer inutilement la discorde dans un monde du bâtiment déjà suffisamment perturbé, en le détournant du véritable sujet de préoccupation qu'il devrait avoir à l'esprit : la préparation et l'organisation du grand chantier de la rénovation du parc bâti.

Aujourd'hui, les dispositions envisagées :

- ne règlent aucun problème, ne font que le déplacer et créent une confusion générale peu propice à ce que chacun s'engage dans une action ambitieuse,
- trichent avec les ménages, ce qui provoquera obligatoirement un effet boomerang violent lorsque ceux-ci s'en rendront compte,
- violent les lois de la physique, ce qui peut être bénéfique dans l'immédiat mais finit toujours par se payer très cher,
- déstabilisent totalement les marchés de la construction,
- vont conduire à ce que toutes les opérations de rénovation sans exception soient désormais chauffées par effet Joule comme démontré au §5.

Il est donc urgent d'abandonner l'ensemble des dispositions envisagées et de reconfigurer correctement le problème posé afin de faire enfin démarrer le plan national de rénovation dont un ministre déclarait récemment « qu'il tournait au ralenti ».

L'épidémie de Covid 19 a mis la planète à l'arrêt suite à la propagation d'un banal virus parmi des centaines d'autres qui restent à découvrir, et a fait prendre conscience à l'humanité qu'un phénomène anodin sur le fond pouvait ébranler l'ensemble de ses certitudes et sa confiance en l'avenir. Mais sans vouloir faire oeuvre de Cassandre, il est peut-être bon dans ces temps ouverts à la réflexion, de rappeler que les secousses qui accompagneront les effets du changement climatique seront d'une tout autre ampleur et auront des conséquences sans commune mesure avec ce qui se passe en ce moment dans le monde. Jusqu'à présent, et malgré de multiples pressions émanant de différentes composantes de la société civile, la plupart des gouvernements mondiaux ont refusé de prendre des mesures à la hauteur des enjeux. L'expression d'une progression « par petits pas » est pourtant celle qui illustre le mieux ce que nous vivons aujourd'hui.

Alors peut-être est-ce l'occasion d'une rupture avec nos pratiques précédentes, afin d'engager des actions qui prendront la bonne mesure de l'obstacle à franchir. **En termes clairs, c'est le moment de mettre en oeuvre, au titre du plan de relance post Covid 19, une stratégie très déterminée et efficace de rénovation de l'ensemble des bâtiments en France.**

8-2 Rendre rapidement obligatoire la rénovation globale et performante

La stratégie actuelle du gouvernement est construite sur deux erreurs majeures : l'incitation à rénover, et la rénovation par étapes.

Un récent benchmark sur les politiques de rénovation des pays de l'union européenne a montré qu'ils ont tous adopté l'incitation, l'accompagnant de dispositions très libérales comme les Anglais (mais le Green Deal est déjà abandonné) où très encadrées et très subventionnées comme en Allemagne. Ce sont les Allemands qui ont le mieux réussi : ils rénovent au niveau BBC 30 000 logements par an soit 3 % de ce qu'ils devraient rénover chaque année pour atteindre leurs objectifs en 2050. La conclusion est donc très simple : l'incitation, quels que soient les moyens et les aides mis à sa disposition, est vouée à l'échec et ne permettra jamais d'atteindre le rythme de rénovations nécessaire compte tenu du temps qu'il nous reste. L'obligation à rénover doit être mise en oeuvre quoiqu'il en coûte. Il faut signaler un sondage d'opinion existant depuis 2007 (OpinionWay pour l'ADEME) qui pose chaque année la question aux Français de savoir s'ils sont favorables à cette obligation. Entre 65 et 80 % d'entre eux y sont favorables selon les années...

La seconde erreur attrait à la rénovation par étapes. Lorsqu'on la compare à une rénovation complète (où toutes les tâches sans exception sont accomplies au même moment) et performante (le niveau de résistance des isolants est très élevé), les inconvénients sont multiples : elle est toujours plus chère de 20 ou 25 %, elle conduit à des performances énergétiques très sensiblement moins bonnes (par le manque de coordination et le déficit d'interface entre les corps de métier, par l'absence d'étanchéité à l'air, etc.) et donc à des économies financières réduites, elle conduit très fréquemment à des pathologies multiples (moisissures par défaut d'une ventilation suffisante), elle n'est pas finançable par les dispositifs existants, etc.. Une rénovation par étapes est beaucoup moins efficace, moins économique, plus perturbante pour l'occupant qu'une rénovation complète et performante. Comme celle-ci permet d'importantes économies d'énergie, elle autorise, avec un mode de financement adapté construit sur un prêt à taux zéro, un équilibre en trésorerie pour le ménage (voir § 8.4.2). C'est la solution qu'il faut mettre en avant le plus rapidement possible car elle sera neutre pour l'utilisateur quel que soit son niveau de revenu, générera de réelles économies d'énergie, donc une réduction massive des missions de GES, et conduira de fait au guichet unique, condition sine qua non de simplification des procédures et du montage financier pour les particuliers.

8-3 Prioriser la réalisation d'enveloppes très performantes

On observe encore aujourd'hui de nombreuses rénovations dans lesquelles on a procédé à ce qui a été baptisé une « optimisation technico-économique ». Cela consiste à ne pas mettre plus d'isolant que ce qu'indique un outil de calcul généralement sommaire et pas très juste. La seule méthode pertinente pour déterminer avec certitude la valeur correcte des résistances thermiques à mettre en œuvre est la simulation thermique dynamique. Lorsqu'elle est utilisée, elle conduit la plupart du temps à des niveaux de résistance plus importants que celles issues des conseils produits par les méthodes simplifiées. La simulation thermique dynamique s'appuie sur un raisonnement physique et fournit des valeurs proches de la réalité, alors que les méthodes utilisées la plupart du temps ont des approches beaucoup trop simplificatrices et sommaires pour refléter la réalité. Elles s'apparentent plus à des méthodes conventionnelles.

Le choix doit s'opérer à partir de plusieurs critères. Il faut privilégier les méthodes de calcul les plus justes. Il faut ensuite avoir à l'esprit que le coût marginal de l'isolation est

dérisoire : il est d'environ 0,5 €/m² par centimètre supplémentaire (le vrai coût est celui de la main-d'oeuvre, pas celui de l'épaisseur d'isolant). Il faut enfin avoir conscience que les travaux de rénovation thermique sont extrêmement peu fréquents : on n'en fera pas avant 50 ans pour renforcer ce qui aurait été fait de façon insuffisante aujourd'hui.

Tout cela plaide pour engager dès aujourd'hui des travaux très ambitieux d'amélioration des enveloppes permettant d'atteindre physiquement (donc vérifiable par mesure) les objectifs visés à l'horizon 2050. On pourrait même objecter qu'il ne coûterait pas forcément plus cher d'aller au-delà de ces objectifs comme l'ont montré des réalisations récentes dans lesquelles il n'y a même plus besoin d'installation de chauffage, et dont le coût est même inférieur à celui du marché.

Il faut plaider pour que cette haute qualité des enveloppes soit généralisée et s'affranchisse du type de vecteur énergétique choisi pour le chauffage. Elle serait du même niveau de performance pour tous les bâtiments sans distinction de destination ou de mode de chauffage, car elle seule sera encore là dans 50 ans alors que la nature du système de chauffage aura probablement changé une, voire deux fois.

C'est la priorité de tout grand programme de rénovation.

8-4 Engager une vraie simplification du travail des acteurs de terrain

8-4-1 Les STR

En 1988 la réglementation thermique, qui s'était considérablement complexifiée par rapport à sa version de 1982, avait innové en proposant différentes méthodes permettant de satisfaire les contraintes énergétiques qu'elle imposait. L'une de ces méthodes était « Les exemples de solution ». Elle était plutôt destinée aux artisans qui pouvaient ainsi réaliser des logements désormais complexes sur le plan thermique, sans faire aucun calcul et avec la garantie d'atteindre les résultats escomptés. Il s'agissait de combinaisons techniques résolvant les principaux problèmes que pouvaient rencontrer un constructeur, traitant ainsi de la résistance des parois courantes mais aussi des ponts thermiques, des liaisons diverses et variées, etc.

La même idée existe depuis 2009 pour la rénovation : ce sont les Solutions Techniques de Rénovation. Elles ont été élaborées au moyen de 6000 simulations dynamiques. Depuis leur création elles ont été abondamment utilisées et ont même fait l'objet de campagnes de mesures afin de vérifier les résultats obtenus. Elles ont été conçues et dimensionnées afin qu'en utilisant exactement la même grille de recommandations dans toute la France, et en supposant que toutes les rénovations les utilisent, la consommation de chauffage du parc de bâtiments soit en moyenne de 50 kWh_{EP}/m²/an en 2050. Cela conduit bien sûr à ce qu'il existe des différences entre les régions froides et les régions plus au sud en termes de consommation, comme c'est d'ailleurs le cas aujourd'hui, les unes compensant la performance des autres pour atteindre la valeur moyenne recherchée au niveau national. Cette voie est apparue infiniment plus simple que celle qui est actuellement poursuivie et qui vise à ce que chacun atteigne, avec les corrections géographique et d'altitude nécessaires, cette performance emblématique. Ce travail a été conduit par le bureau d'études Enertech et un étudiant stagiaire de l'Ecole Polytechnique/Ponts et Chaussées. Il est aujourd'hui à la base de la formation à la rénovation Dorémi destinée aux artisans.

8-4-2 Le financement

Quiconque a déjà essayé de financer la rénovation de son logement sait que le mécanisme en place est un des plus kafkaïens qui soit. Les dispositifs de financement actuels constituent un véritable millefeuille d'une extrême complexité lorsqu'on veut y avoir recours. Il faut *a minima* remplir huit formulaires et les délais d'attente peuvent atteindre 15 mois. Tous les facteurs sont réunis pour décourager les gens les plus motivés.

Il est donc nécessaire d'imaginer une autre manière à la fois plus efficace et beaucoup plus facile d'accès pour financer les travaux de rénovation. Il faut notamment un vrai guichet unique.

L'objectif poursuivi est de trouver un mode de financement permettant d'accompagner l'obligation à rénover de manière à ce qu'elle soit acceptable socialement par les Français. Ce dispositif doit être simple d'utilisation et reposer sur un guichet véritablement unique. Plusieurs conditions sont réunies pour que cette obligation à rénover soit acceptée :

- quels que soient ses revenus, chaque ménage doit pouvoir bénéficier d'un financement couvrant la totalité de ses travaux (avec un plafond de coût par logement (40 k€ en collectif et 60 k€ en maison individuelle) et un second plafond de coût par mètre carré (500 € TTC/m²)),
- dès la première année suivant la rénovation, il est souhaitable que chaque ménage puisse gagner de l'argent, ce qui se produira si les annuités de remboursement de son emprunt sont inférieures aux économies financières induites par les travaux de rénovation,
- l'octroi du financement doit se faire par un guichet réellement unique, et ce financement doit être obtenu avant le début des travaux (la plupart des ménages est dans l'incapacité de faire l'avance des frais).

Il faut enfin, évidemment, que ce nouveau mode de financement ne coûte pas plus cher à l'État que ce que lui coûte aujourd'hui le programme de rénovation.

Les aides en vigueur étaient en 2016 de 4,5 milliards d'euros. L'étude a porté sur la suppression de l'ensemble de ces aides, dont de nombreuses voix ont affirmé qu'elles n'étaient pas très efficaces en matière d'économies d'énergie, mises ensuite au service du financement d'un grand prêt à taux zéro. Il s'avère que, dans les conditions financières actuelles, il ne coûterait que 2 milliards par an à l'État pour financer un prêt susceptible d'assurer la rénovation de 700 000 logements par an. Même si ces conditions de financement se dégradaient, il apparaît qu'on dispose d'une marge de manoeuvre relativement considérable.

À l'heure où on entend parler de plusieurs centaines de milliards d'euros pour venir au secours de la nation et des entreprises en péril, on réalise que finalement la possibilité de financer un grand programme de rénovation n'est pas franchement un problème. Il faut en avoir l'envie, croire en son intérêt, et finalement accorder un peu de crédit aux conséquences dramatiques qui accompagneront le changement climatique. La période est sans doute la meilleure pour redéfinir nos priorités et les mettre en oeuvre.

8-5 Développer une filière française d'excellence des PAC électriques et gaz

Se lancer dans la maîtrise du renouvellement d'air à faible consommation et dans la réalisation d'enveloppes de bâtiments très performantes est une priorité absolue comme nous l'avons indiqué précédemment. Mais concernant les systèmes, aux côtés des énergies renouvelables que constitue le recours à la biomasse et au biogaz (auxquels on peut ajouter

les déchets, mais pour combien de temps ?), il existe une filière de première importance à la fois en termes de niveau de performance, mais aussi en termes de mobilisation de la chaleur renouvelable. Il s'agit des pompes à chaleur, qu'elles soient au biogaz ou à l'électricité.

Rappelons le principe qui les gouverne. Il s'agit de machines thermodynamiques capables de relever le niveau de qualité d'une énergie en élevant son niveau de température de manière à la rendre utilisable. On se souviendra que c'est à -273°C que la qualité d'une énergie atteint son niveau le plus bas (zéro). À titre d'exemple, la quantité d'énergie qui est dans le sol est considérable. Mais en hiver sa température n'est que de 14 ou 15° ce qui serait insuffisant pour chauffer un bâtiment sans le recours à une pompe à chaleur grâce à laquelle cette énergie à basse température est valorisée et devient utilisable. Soumise au rendement de Carnot, la performance des pompes à chaleur est inversement proportionnelle à l'écart de température entre les sources chaude et froide. De manière opérationnelle, une installation de pompes à chaleur donnera des performances exceptionnelles si on a pris soin de rechercher dans l'environnement extérieur une source d'énergie à la température la plus élevée possible, et qu'à l'intérieur du logement, la chaleur soit émise à basse température, disposition a priori acquise dans des logements rénovés.

La proposition faite ici tente de répondre aux impératifs de la SNBC qui envisageait une très faible consommation de chauffage par effet Joule et un recours important aux pompes à chaleur (à biogaz et électrique) de manière à bénéficier d'un apport très significatif de la chaleur renouvelable prise dans l'environnement.

Il s'agirait de développer, dans le cadre du plan de relance post Covid 19, une filière française d'excellence des pompes à chaleur. Notre pays s'est déjà par le passé essayé à cette technologie mais de manière trop peu organisée et rationnelle. L'expérience du début des années 80, qui s'est soldée par un bilan médiocre, doit servir de leçon. Il conviendra de bien sélectionner les types de pompes à chaleur à prioriser, fonctionnant au gaz et à l'électricité, de rendre fiable, tout en restant performantes, les machines permettant en même temps la production d'eau chaude sanitaire, et surtout de développer une compétence de grande qualité pour la maintenance et l'entretien, point faible actuellement de cette filière. Pour les machines fonctionnant à l'électricité, il faut abandonner l'idée de confier cette maintenance à des artisans électriciens dont ce n'est pas le métier, et de s'orienter plutôt vers les frigoristes qui connaissent déjà le fonctionnement des circuits frigorifiques.

Il nous semble que cet ensemble de dispositions concourrait à relancer le secteur du bâtiment, très perturbé par la crise actuelle, et à offrir au plan de rénovation du parc bâti l'occasion d'un véritable démarrage dans de bonnes conditions, en mettant à sa disposition les moyens de se développer pleinement et d'atteindre la vitesse de croisière que tout le monde évoque depuis bientôt dix ans sans jamais lui donner les moyens d'y parvenir. Gardons à l'esprit que la crise du Corona virus n'est rien du tout à côté de ce qui nous attend si nous continuons à avancer dans l'indifférence des problèmes réels.