

# **Développement durable & Réglementations Européennes**

Étude comparative entre la Belgique, la France et le Luxembourg

**- Quelles implications de la transition énergétique pour la construction? -**



**Mémoire de Master 2 Design Global**

Spécialité Architecture Modélisation et Environnement

**Enguerran MERZ**

Sous la direction de : Manon KERN et Gilles DUCHANOIS  
Soutenu le 07 Septembre 2016



# **Développement durable & Réglementations Européennes**

Étude comparative entre la Belgique, la France et le Luxembourg

**- Quelles implications de la transition énergétique pour la construction? -**



**Mémoire de Master 2 Design Global**

Spécialité Architecture Modélisation et Environnement

**Enguerran MERZ**

Sous la direction de : Manon KERN et Gilles DUCHANOIS

Soutenu le 07 Septembre 2016



## **Remerciements**

Je remercie tout particulièrement mon maître de stage Manon KERN, architecte DPLG et enseignante chercheuse au MAP-CRAI, pour la mise en place de ce stage ainsi que pour l'orientation donnée à ce travail et son aide dans la définition du sujet.

Cette dernière a favorisé un contexte favorable à la confiance et à l'autonomie dans le travail de recherche et de rédaction de ce mémoire.

Je tiens également à remercier ma famille, Élodie HOCHSCHEID, Carole MARZZULLO, Veronika BOLSHAKOVA, Gégory STOCKY, Jonathan GARIJO et Léopold CART pour l'aide apportée et les discussions constructives menées au cours de ce travail.



# // Table des matières

•	<b>Introduction.....</b>	<b>01</b>
	1. Contexte général .....	01
	2. Contexte du stage.....	01
	3. Plan du rapport .....	02
<b>I.</b>	<b>Définitions des enjeux et des termes.....</b>	<b>05</b>
	1. Que définit l'environnement ? .....	05
	2. Qu'est ce que le réchauffement climatique ? .....	06
	2.1. Les cycles de Milankovitch .....	06
	2.2. Le dérèglement climatique global .....	07
	3. Quels enjeux ? .....	09
	4. Qu'est ce que le développement durable ?.....	12
<b>II.</b>	<b>Une directive européenne et ses applications .....</b>	<b>15</b>
	1. Directive européenne .....	15
	2. Caractéristiques et indicateurs .....	17
	2.1. Applications en Belgique.....	17
	2.1.1. Flandre.....	17
	2.1.2. Bruxelles-Capitale.....	17
	2.1.3. Wallonie.....	18
	2.1.4. Synthèse .....	20
	2.2. Application en France.....	21
	2.3. Application au Luxembourg .....	25
	3. Des aides et des subventions publiques .....	27
	3.1. Aides en Belgique.....	27
	3.1.1. Primes Énergie.....	27
	3.1.2. Primes Rénovation.....	28
	3.1.3. Prêt du Fonds du Logement de Wallonie .....	30
	3.1.4. Aide à l'investissement.....	30
	3.1.5. Installations photovoltaïques (Qualiwatt) .....	30
	3.2. Aides en France .....	31
	3.2.1. L'Agence nationale de l'habitat .....	31
	3.2.2. Loi Pinel.....	35
	3.2.3. L'Éco-prêt à taux Zéro.....	37
	3.2.4. Bonus de constructibilité.....	38
	3.2.5. Fonds sociaux d'aide aux travaux de maîtrise de l'énergie.....	39
	3.2.6. Crédit d'Impôt Transition Énergétique .....	39

---

3.2.7. Exonération de taxe foncière .....	40
3.2.8. Exonération de taxe foncière TFPB.....	41
3.2.9. TVA 5,5%.....	41
3.2.10. Chèque énergie.....	41
<b>3.3. Aides au Luxembourg .....</b>	<b>42</b>
3.3.1. Aide financière pour conseil en énergie .....	42
3.3.2. PRIMe HOUSE .....	43
3.3.3. Collecte eaux pluviales .....	46
3.3.4. Fournisseurs d'électricité et de gaz naturel.....	47

### **III. Analyse comparative ..... 49**

<b>1. Trois démarches distinctes.....</b>	<b>49</b>
1.1. Les certificats de performance énergétique .....	50
1.2. Les aides et subventions publiques .....	54
<b>2. Le label privé du PassivHaus Institut .....</b>	<b>57</b>
<b>3. Le changement comme frein à la transition .....</b>	<b>60</b>

### **• Conclusion ..... 65**

- Contexte global..... 65
- Un développement durable et ses questionnements ? ... 67

### **• Bibliographie ..... 70**







# • Introduction

## 1. Contexte général

Nous constatons aujourd'hui qu'un certain essor vers une architecture dite plus « durable » a lieu. Un essor qui, au delà d'un courant architectural, s'impose dans les réglementations nationales et internationales. Entre prise de conscience collective et actions individuelles, les États commencent à beaucoup plus insister sur les qualités environnementales des constructions neuves et des rénovations du parc immobilier. Il s'agit d'amener les métiers de la construction vers une maîtrise et une connaissance plus grandes d'une part des caractéristiques physiques des matériaux utilisés et d'autre part des méthodes de conceptions des bâtiments et infrastructures.

Dans cette période de transition particulièrement difficile de changement des méthodes de conception et d'augmentation des exigences en matière d'énergie et de climat, les acteurs de la construction doivent plus que jamais faire face à de nombreux choix autant au niveau du dessin et de la conception qu'au niveau des matériaux et des technologies employées.

Le travail présenté ici prend pleinement place dans ce contexte et vise à en analyser les répercussions sur les législations de la construction en Belgique Wallonne, en France et au Luxembourg. L'étude portera sur la comparaison des avancées sur chacun de ces territoires. L'objectif de cette recherche est de comprendre les tenants et aboutissants des différentes réglementations nationales sur l'écologie et la maîtrise des consommations dans le domaine de la construction.

## 2. Contexte du stage

Ce travail s'inscrit également dans le cadre d'un stage de master pratiqué au MAP/CRAI de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy permettant de clôturer le parcours de master design global : Architecture, Modélisation et Environnement. Ce dernier étant une collaboration entre l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy et la Faculté des Sciences de Nancy.

Le stage dont il est question reposait sur l'aide à la recherche pour la rédaction d'un rapport de recherche scientifique. En effet, Manon KERN, architecte DPLG, enseignante à l'ENSA Nancy et chercheuse associée au laboratoire MAP/CRAI de Nancy réalise actuellement une recherche sur l'architecture passive : « La Conception passive dans la Construction et la Réhabilitation - Analyse comparative des pratiques professionnelles dans la Grande Région » dans le cadre des Fonds de Développement des Initiatives Recherche et Profession, FDIRP. Mon travail consistait alors à l'assister dans cette tâche.

Lors de mon cursus en école d'architecture, il m'a souvent été donné l'occasion de concevoir mes projets avec des aspects se voulant plus respectueux de l'environnement : usage de matériaux innovants, retour à des matériaux locaux, utilisation de technologies nouvelles, emploi de matériaux aux caractéristiques physiques performantes, etc. Ce travail représente donc la continuité de cet enseignement reçu en étant cette fois-ci appliqué à la compréhension des aspects politico-économiques et environnementaux en matière d'écologie dans la construction.

Les objectifs de ce travail sont donc d'une part de faire l'état des lieux sur les textes légiférant sur la transition énergétique en Belgique, en France et au Luxembourg pour ensuite en analyser les différences et les applications.

Le choix de ce sujet repose sur la compréhension des réglementations en vigueur. En effet, je me sens impliqué dans ce changement de paradigme pour l'architecture. De nouvelles formes d'architectures devaient être conçues afin de pouvoir répondre aux nouvelles exigences climatiques et environnementales. Il me semble alors indispensable d'appréhender dès aujourd'hui ce que les gouvernements prévoient pour les années à venir. En procédant ainsi j'espère pouvoir enrichir mes connaissances, me forger une nouvelle vision de ce que représente l'architecture aujourd'hui et mieux appréhender quels en sont les enjeux futurs afin de pouvoir dans le meilleur des cas les anticiper. La transition énergétique est l'affaire de tous et repose sur la collaboration et la participation de chacun. Les architectes se doivent de réfléchir aux différentes échelles des bâtiments et des villes, ils ont un certain rôle à jouer dans cette démarche. En comprendre alors les enjeux est nécessaire pour s'approcher d'une architecture mêlant esthétisme et performances.

### **3. Plan du rapport**

Ce rapport se constituera de trois parties. Dans un premier temps il s'agira de définir les différentes notions qui seront amenées à être manipulées au cours du rapport ainsi que la méthodologie employée et les hypothèses de départ (p. 05 Définitions des enjeux et des termes). Cela concerne en particulier les notions liées au changement climatique et à l'essor d'actions communes à travers le monde pour chercher à amoindrir le réchauffement global. Une fois ces notions assimilées, nous pourrons alors commencer l'analyse des différentes législations en matière d'environnement (p. 15 Une directive européenne et ses applications) afin de comprendre quelles sont les demandes et quelles en sont les résultantes. Par la suite nous en viendrons à comparer ces dernières sur plusieurs plans et nous en ferons une analyse critique afin de comprendre comment elles peuvent être améliorées (p. 49 Analyse comparative).





# I. Définitions des enjeux et des termes

Nous allons donc commencer par définir l'axe de la recherche ainsi que les différents thèmes et points abordés. Pour cette étude, je me reposerai en grande majorité directement sur les textes de lois disponibles sur les sites officiels des différents gouvernements concernés. Afin de réunir définitions et contextes je me pencherai sur la lecture et le recouplement de données provenant principalement de sites scientifiques ou pratiquant la vulgarisation scientifique afin de pouvoir aborder les notions clefs. Il s'agit donc dans un premier temps de regrouper les différentes thématiques qui sont à la base des avancées en matière de législation dans le domaine de la construction.

Parmi les crises que l'on traverse aujourd'hui, l'une fait beaucoup parler d'elle au quotidien, la crise écologique. Nombre de publications abordent le sujet en présentant des chiffres sur le taux d'extinction des espèces, la déforestation massive, la fonte des glaciers et de la banquise, le changement climatique. Nous notons en effet depuis plusieurs décennies maintenant, que les températures ont tendance à s'élever d'années en années. On estime en effet que depuis les années 1880, où sont apparues les techniques modernes de mesures climatiques, la température aurait grimpé d'environ 0,85°C et que 60% de cette hausse se situe dans un laps de temps ne comprenant que les 40 dernières années. Ce phénomène est nommé par la communauté scientifique, le réchauffement climatique.

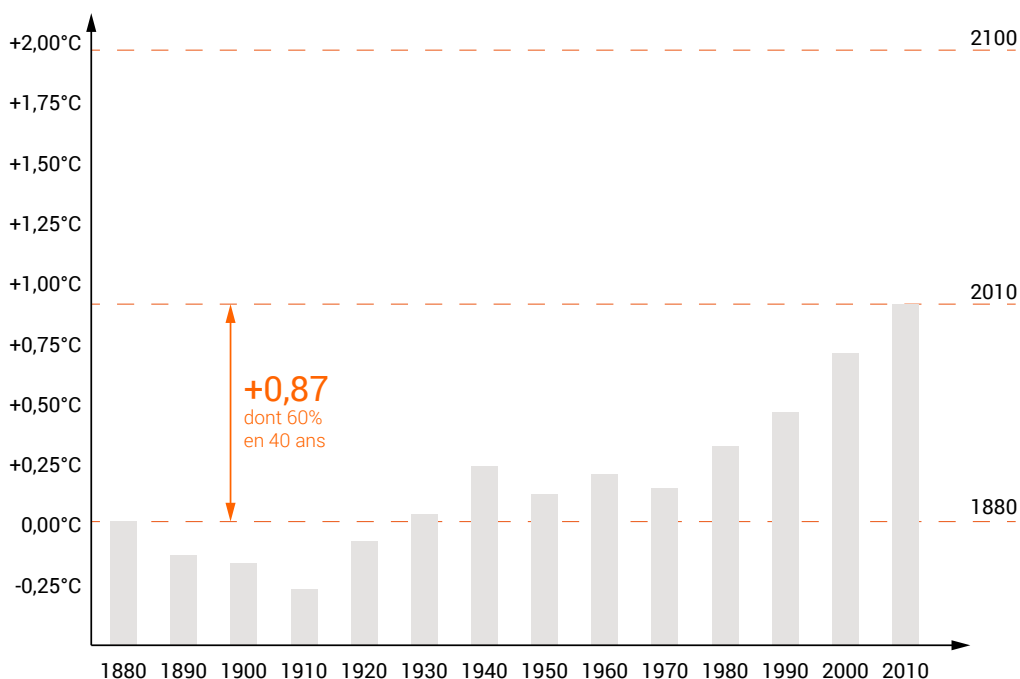


fig.01 - Évolution des températures de puis 1880  
Source : Nasa. [en ligne]. (08/09/2016). <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/>

## 1. Que définit l'environnement ?

Emprunté à l'anglais « *environment* », ce mot provient du verbe environner et désigne, au XIII<sup>ème</sup> siècle, un circuit ou un contour précis et devient au fur et à mesure du temps un moyen de décrire l'action d'entourer vers le XIV<sup>ème</sup> siècle. Le terme continue d'évoluer et prend plusieurs sens au cours de l'histoire aussi bien qu'il pourra au sens large indiquer un cadre de vie, un voisinage, une ambiance ou encore un contexte. Ce n'est qu'à partir de la moitié du XX<sup>ème</sup> siècle que l'environnement permettra de désigner de manière très large, le milieu, naturel ou non, dans lequel évolue et interagit une espèce vivante. Ainsi il est à différencier du terme de nature qui ne désigne que les milieux vierges de toute action humaine.

L'environnement prend ainsi en compte l'ensemble des conditions naturelles — physiques, chimiques, biologiques — et culturelles, sociologiques susceptibles d'agir sur un être vivant et les activités humaines. C'est une mise en relation de tous les facteurs ayant des répercussions sur le milieu et les espèces étudiés.

À un sens très large il permet de désigner tout un écosystème, ses composantes en terme d'espèces vivantes ainsi que les répercussions dues à l'impact des activités humaines.

Quand on parle donc aujourd'hui de crise environnementale, il faut comprendre l'environnement dans sa définition la plus large possible, puisque sont étudiés par les écologistes tous les aspects de la biosphère, l'atmosphère, les températures, les océans, la biodiversité, l'urbanité, etc. L'écologie est, à ce titre une science inventée au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, basée sur l'étude des êtres vivants dans leur milieu et des interactions qu'ils y entretiennent. Elle englobe, aujourd'hui, totalement l'étude de l'environnement au sens large.

## 2. Qu'est ce que le réchauffement climatique ?

Le réchauffement climatique est un phénomène naturel cyclique de la variation de la température lié principalement à la présence de gaz à effet de serre dans l'atmosphère qui sont pour l'essentiel le CO<sub>2</sub>, l'ozone et le méthane, chacun de ces cycles semblant s'étaler en moyenne sur environ 100.000 ans. Cependant, ces cycles longs sont entrecoupés par des cycles plus courts qui eux oscillent entre 15.000 ans et 50.000 ans.<sup>1</sup>

### 2.1. Les cycles de Milankovitch

C'est en 1941 que Milutin Milankovitch publiera les résultats de 20 ans de recherches sur les causes de ces cycles. Il mettra en évidence, ce qui fut reconnu dans les années 1970, que les variations de l'orbite terrestre avaient un grand rôle dans la durée de ces cycles. En effet il calcula dans un premier temps la périodicité des variations de l'angle d'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre. Ces

---

1. Toutes les informations sur les cycles de Milankovitch sont issues du travail de vulgarisation scientifique de David Loupare. Source : Loupare, D. (2016). Les cycles de Milankovitch. Science Étonnante [en ligne]. (08/09/2016). <https://sciencetonnante.wordpress.com/2011/02/28/les-cycles-de-milankovitch/>



résultats montrent une périodicité de cette variation à environ 41.000 ans ainsi qu'une variation de l'angle oscillant entre  $22^\circ$  et  $24,5^\circ$  par rapport au plan orbital. Ces perturbations sont principalement dues aux influences gravitationnelles des corps massifs du système solaire et de la Lune sur la Terre. Ainsi, l'intensité des saisons découlant de l'angle d'incidence des rayons solaires sur les hémisphères terrestres, ces variations d'inclinaison modifient la répartition de l'énergie apportée. Ainsi, plus l'angle d'inclinaison est grand plus les saisons vont être marquées.

S'ajoute à cela la variation du sens d'inclinaison de l'axe de rotation, le cycle de précession qui a une période oscillant entre 20.000 et 30.000 ans. Par exemple, aujourd'hui au mois de juillet, le pôle nord pointe dans la direction du soleil, d'après les calculs, dans environ 10.000 ans, cela sera le pôle sud qui aura cette direction au mois de juillet. Ainsi juillet est actuellement la saison chaude de l'hémisphère nord et en deviendra progressivement d'ici 10.000 ans la saison froide.

Milankovitch calcula également une troisième variation. Cette dernière concerne les variations de l'excentricité de l'orbite terrestre. Les orbites planétaires sont généralement représentées par des cercles où au centre se situe l'étoile, ici le Soleil. Cependant il serait plus juste de les représenter non pas par des cercles mais par des ellipses où l'étoile serait située à l'un des deux foyers de l'orbite. Ainsi la distance entre la planète et le Soleil varie légèrement au fur et à mesure de l'année. L'excentricité se représente par une valeur comprise entre 0 et 1, où plus le chiffre est proche de 0 plus l'orbite est circulaire. La Terre a ainsi une excentricité de 0,017.

Ce que Milankovitch a mis en évidence par ses calculs, c'est que cette valeur n'est pas fixe sur les grandes périodes de temps. Il constate qu'elle peut varier de 0,017 à 0,06. Il en découle que plus l'orbite devient excentrique plus les variations de répartition du rayonnement solaire sur la Terre sont importantes au cours d'une année. Les cycles calculés par Milankovitch pour ces variations sont eux d'environ 100.000 ans.

C'est donc la combinaison complexe de ces trois facteurs de variations qui est, en partie du moins, la cause des cycles naturels de variation du climat.

## 2.2. Le dérèglement climatique global

Ce que l'on appelle aujourd'hui réchauffement climatique, ou réchauffement global, est une série de constatations faites sur les variations de la température générale de l'atmosphère terrestre ainsi que celle des océans. En effet, depuis le début du XX<sup>ème</sup> siècle les nouvelles technologies et méthodes nous permettent de mesurer plus précisément ces variations mais surtout de les comparer aux variations passées. Ceci est notamment possible grâce à l'analyse de la composition de l'air contenue dans des bulles présentes dans les carottes de glace extraites de la calotte glaciaire. Ces dernières sont forées sur des glaciers principalement situés en Antarctique. La station russe de Vostok est la plus isolée de toutes, son établissement en 1957 avait pour objectif à long terme la réalisation d'un forage profond. Le site y est en effet propice du fait de la présence d'un lac de 800m de profondeur recouvert de près de 4km de glace.

En 1982, un forage de 2.028m de profondeur donna accès à près de 140.000 ans de données bioclimatiques. Trois molécules sont particulièrement intéressantes pour analyser l'évolution du climat de la planète selon leurs concentrations et leurs profondeurs. D'une part l'isotope oxygène 18,  $^{18}\text{O}$ , se

trouvant dans les roches calcaires, témoigne de l'évolution de la calotte glaciaire. Plus sa concentration est élevée plus la calotte glaciaire était importante. Le deutérium,  $^2\text{H}$ , permet quant à lui de calculer une estimation de la température du milieu. Enfin les bulles d'air présentes dans la glace renseignent sur la composition de l'atmosphère et surtout sur la concentration en  $\text{CO}_2$ .

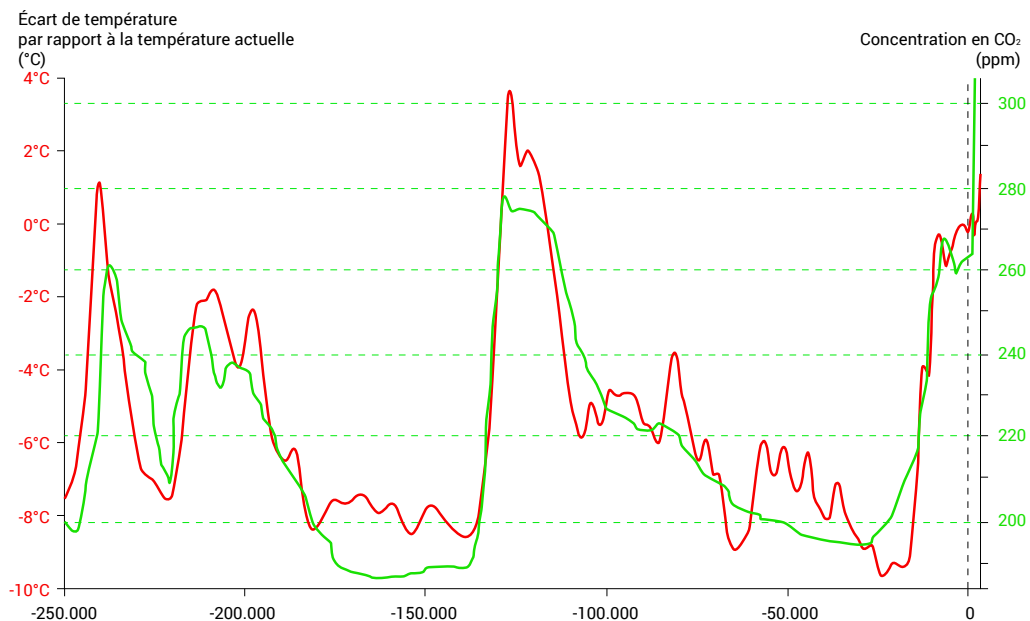


fig.02 - Corrélation entre la température à la surface de la Terre et la concentration en  $\text{CO}_2$  depuis 250.000 ans d'après les travaux de Jean JOUZEL

Source : Ens Lyon. [en ligne]. (08/09/2016). <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/transv/DevDur/DevdurScient2.htm>

Ainsi sur ce graphique sont représentées les évolutions des températures et de la concentration en  $\text{CO}_2$  sur 250.000 ans, c'est-à-dire à peu près au milieu de l'ère géologique quaternaire, le pléistocène, où *Homo Néanderthalensis* commençait à peupler l'Europe. Peuvent alors être constatées trois périodes où températures et concentrations de  $\text{CO}_2$  ont fortement augmenté pour ensuite diminuer à nouveau. Sur le premier de ces trois pics, la corrélation entre température et concentration en  $\text{CO}_2$  est assez claire : il semble en effet que l'augmentation de température précède d'environ 800 ans l'augmentation du  $\text{CO}_2$  dans l'atmosphère.

Sur le second pic, le phénomène commence également par une augmentation de la température induisant l'augmentation du taux de  $\text{CO}_2$ , cependant il semble que cette dernière en vienne à précéder légèrement l'augmentation de la température tandis que les deux courbes continuent de monter. Cela semble alors représenter ce que l'on nomme une rétroaction positive. Le  $\text{CO}_2$  s'accumulant dans l'atmosphère, favorise l'effet de serre et donc la montée des températures. Ce qui inverse les rôles, ce n'est plus l'augmentation de la température qui semble induire l'augmentation du  $\text{CO}_2$  mais bien l'inverse. Le système s'est amplifié de lui-même.

Enfin le dernier pic est semblable au précédent à la différence près que la concentration en  $\text{CO}_2$  augmente bien plus et bien plus vite que dans les précédentes périodes. Ce jusqu'à en arriver à une totale décorrélation des deux courbes à la fin du graphique en sachant que la date marquée par 0 est pour nous 1950.

En observant les plus grands pics de concentration en CO<sub>2</sub>, on observe qu'ils ne dépassent que rarement les 280ppm, le plus grand étant enregistré au niveau de 300ppm ; partie par million qui, à l'instar du pourcentage, indique la concentration d'une donnée non pas sur cent mais sur un million. Si on compare ces chiffres à la concentration actuelle, on constate que cette dernière y est bien supérieure puisqu'elle atteint en 2013 les 394ppm, soit 40% supérieure.

C'est donc aujourd'hui cette augmentation importante des taux de CO<sub>2</sub> et plus globalement des gaz à effet de serre — GES — qui caractérise ce que l'on nomme le réchauffement climatique ou crise écologique.

Il semble en effet que cette décorrélation des courbes soit due à l'influence que l'homme exerce sur son environnement depuis la révolution industrielle du XIX<sup>ème</sup> siècle. C'est à partir de cette période que l'Homme a commencé progressivement à produire et relâcher des gaz à effet de serre de manière plus importante avec l'exploitation massive d'abord du charbon puis du pétrole. S'ajoute également à cela les changements induits par l'industrialisation alimentaire et l'élevage intensif qui en produisent également énormément.

L'Homme a donc maintenant plus que jamais la capacité non seulement de modifier son environnement, mais aussi celle d'influencer grandement les climats aussi bien à l'échelle locale qu'à l'échelle planétaire. Connaissant les causes mais surtout en ayant constaté les effets de ce changement climatique induit, il a été décidé d'agir afin de minimiser les impacts de notre société sur notre espace vital.

### 3. Quels enjeux ?

*« Lorsque le Secrétaire général des Nations unies m'a demandé en décembre 1983 de créer et de présider une commission spéciale et indépendante chargée d'examiner ce problème crucial pour la communauté mondiale, j'avais nettement conscience que ce n'était ni une tâche ni une obligation mineures et que, en raison de mes attributions quotidiennes de chef de parti, cette tâche et cette obligation me semblaient purement et simplement impossibles à assumer. De plus, la demande de l'Assemblée générale me semblait irréaliste et beaucoup trop ambitieuse. Elle apportait aussi nettement la preuve d'un sentiment de frustration et d'impuissance très répandu dans la communauté internationale qui doutait de notre propre capacité d'aborder les problèmes fondamentaux du monde et d'y trouver des solutions efficaces. »*

Avant-propos du Rapport Brundtland par Gro Harlem Brundtland

Ce constat fait en 1987 par Mme Gro Harlem Brundtland, Ministre d'État du Royaume de Norvège de 1986 à 1989, dans l'avant-propos du rapport Brundtland — Notre avenir à tous —, exprime clairement le ressenti quant aux problèmes « fondamentaux » que sont les questions environnementales et écologiques qui définissent l'avenir de notre société. Ce rapport de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le développement commandé par l'Organisation des Nations Unies fut la base de réflexion pour la conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement qui se tint du 02 au 30 juin 1992 à Rio de Janeiro au Brésil. À ce jour, cet événement est encore considéré comme étant d'une part le plus grand rassemblement de chefs d'États, de représentants de gouvernements et d'ONG, mais aussi une réelle réussite dans les négociations internationales en matière d'environnement. Ce Sommet de la Terre est lui-même devenu la base de travail du protocole de Kyoto signé en 1997 visant la réduction des gaz à effet de serre.

On a en effet, grâce à de nombreuses études scientifiques, pu mettre en évidence l'importance de l'impact des GES sur le climat et la biosphère. La concentration en CO<sub>2</sub> augmentant, ce ne sont pas seulement les températures qui sont modifiées, mais également d'autres facteurs comme l'acidité des océans.

En effet ces derniers absorbent en surface le CO<sub>2</sub> qui s'y dissout et augmente le pH de l'eau. En 1751 mesuré à 8,25 ; le pH des eaux de surfaces est aujourd'hui tombé à 8,14 ; or l'acidité de l'eau peut rapidement devenir néfaste au développement et à la survie du plancton et des mollusques constituant le socle de la chaîne alimentaire marine.<sup>2</sup>

16. Toutes les informations sur les cycles de Milankovitch sont issues du travail de vulgarisation scientifique de David Loupare. Source : Louapre, D. (2016). Les cycles de Milankovitch. Science Étonnante [en ligne]. (08/09/2016). <https://sciencetonnante.wordpress.com/2011/02/28/les-cycles-de-milankovitch/>

2. Gattuso, J-P. dir. recherche au CNRS. Hansson, L. project officer à l'International Atomic Energy Agency (2013). L'acidification des océans. Institut océanographique Fondation Albert 1<sup>er</sup>, Prince de Monaco. 4p.

On peut estimer qu'aujourd'hui, les rejets mondiaux en CO<sub>2</sub> des principaux pôles d'activités humaines sont équivalents aux taux suivants :

Pôle	Rejets en CO <sub>2</sub> gt/an	Part (en %)
Énergies	17,2	35%
Industries	10,3	21%
Transports	6,9	14%
Agriculture	6,4	13%
Déforestation	5,4	11%
Bâtiments	3,1	6%

fig.03 - Estimation des rejets mondiaux en CO<sub>2</sub> selon les secteurs d'activités  
Sources : Changement climatique – Mapping Knowledge / Universcience

Cependant les problèmes politiques et humanitaires ayant pour cause le réchauffement climatique commencent à se faire sentir. En effet, on note en 2005 les premiers réfugiés climatiques officiels que sont les habitants de l'ancien atoll de Cartet en Océanie. Comme dans ce cas, de nombreuses îles sont menacées par la montée des eaux mesurée à 20cm par rapport au niveau à l'ère pré-industrielle. On estime aujourd'hui que 400 millions de personnes vivent sur des terres qui ne culminent pas à plus de 1m au dessus du niveau de la mer, elles sont alors directement menacées par la montée des eaux et devront trouver refuges auprès d'autres pays tôt ou tard.

On mesure également que les apparitions de catastrophes naturelles sont aujourd'hui trois fois plus fréquentes que lors des années 1960. Le XXI<sup>ème</sup> siècle compte déjà 13 des 14 années les plus chaudes jamais enregistrées. Ceci impacte de plus en plus la production agricole ; entre 1960 et 2013, la production de blé a chuté de 2% et celle de maïs de 1,2%. L'agriculture n'est pas la seule touchée par cette hausse des températures, en France, 61% des prélèvements en eaux douces sont utilisés pour refroidir les réacteurs des centrales nucléaires. On a alors pu observer lors des canicules de 2003 et 2009 des baisses de production respectives de 4 GWatts et 8 GWatts dû à l'arrêt de plusieurs réacteurs ne pouvant plus être assez refroidis.<sup>3</sup>

Si ces constats sont alarmants, les études visant à prévoir, selon divers scénarios, les évolutions probables du climat jusqu'en 2100 le sont tout autant. Selon le scénario RCO 8,5 du GIEC — Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat créé en 1988 à la demande du G7 — si l'ensemble des sociétés humaines décidaient de ne pas agir pour réduire le réchauffement global, le CO<sub>2</sub> s'accumulerait dans l'atmosphère aux alentours d'une concentration de 900ppm. Ce taux de concentration risquerait, d'ici 2100, de provoquer une acidification encore plus forte des eaux qui passeraient à 7,10. Il irait de même avec la fonte de la banquise qui en période de fin d'été 2012 avait déjà fondu à plus de 50% et d'ici 2100 à cette même période de l'année, pourrait entièrement fondre. La température moyenne de la planète augmentant, selon le scénario, entre 3,2 et 5,4°C, l'eau des océans se dilaterait d'autant plus. On estime alors que le niveau de la mer monterait d'une valeur comprise entre 50 et 100cm d'ici 2100.<sup>4</sup>

3. Goetz, J. Lapoix, S. (2015). Le changement (climatique) c'est maintenant #DATAGUEULE 48. France Télévision. Premières Lignes Télévision.

4. Goblot, P, dir. (2015). Mundaneum. Changement climatique - Mapping Knowledge / Universcience. [en ligne]. (08/09/2016) <https://www.youtube.com/watch?v=Zq1CSfdldgU>

Aujourd'hui près de 30 ans après le constat de Mme Gro Harlem Brundtland, nous observons un essor de l'écologie et du respect de l'environnement. Preuve en est que ces concepts sont devenus vendeurs et largement utilisés par les commerciaux pour mettre en avant des produits de toute sorte allant des vêtements aux biens immobiliers. Ceci en plus de toutes les initiatives d'ONG et d'associations luttant pour un mode de vie plus respectueux de l'environnement. Ce que la commercialisation de l'écologie montre, c'est surtout une intégration au système mondial, ce qui lui vaut une reconnaissance de la majorité. Il y a donc eu une large prise de conscience qui peu à peu porte ses fruits. Nombre de recherches scientifiques ont pour but le développement de nouvelles technologies permettant la production d'énergie depuis des sources renouvelables ainsi que la réduction de consommation de nos appareils quotidiens.

Si grâce à tout cela nous arrivons d'ici 2100 à faire disparaître tout rejet de CO<sub>2</sub> et autres gaz à effet de serre, le scénario le plus optimiste du GIEC, RCP 2,6, prévoit tout de même des changements majeurs dans l'écosystème mondial. Le postulat de ce scénario est donc, qu'à partir de 2020, nous commençons à réduire drastiquement l'émission de GES de manière à les avoir diminuées de 50% en 2050 puis finalement de 100% en 2100. La concentration en CO<sub>2</sub> est alors estimée à 400ppm avec une hausse des températures située entre 0,9 et 2,3°C. Le niveau des océans grimperait entre 30 et 50cm et leur acidité descendrait à 8,18. Enfin la banquise arctique se verrait fondre de 40% à de la période estivale.<sup>5</sup>

	Scénario RCP 8,5	Scénario RCP 2,6
Action humaine	Nulle	Émission de GES : 2050=-50% ; 2100=-100%
Concentration CO <sub>2</sub>	900ppm	400ppm
Température globale	+3,2 / 5,4°C	+0,9 / 2,3°C
pH des océans	7,83	8,07
Banquise arctique fin d'été	-100%	-40%
Glaciers	-35 / 85%	-15 / 55%

fig.04 - Scénarios extrêmes de prévision d'évolution du climat élaborés par le GIEC

Même en admettant que nous arrivions à stopper toute émission de GES aujourd'hui, les températures à la surface du globe ne ralentiraient leur augmentation que d'ici une dizaine d'années à minima, ceci à cause du déphasage des océans. Ces derniers accumulent la chaleur de l'air en surface et continuerait de la relâcher même après l'arrêt d'émission de gaz à effet de serre. Mais ce ne serait que pour les eaux de surface. En effet les eaux profondes, elles, continueraient à se réchauffer sur une durée encore indéfinie pouvant aussi bien aller de quelques siècles à quelques milliers d'années. Réchauffement qui engendre une dilatation de l'eau et donc une montée du niveau de la mer.

Alors même si l'action humaine est optimale, il faut nous attendre à un grand nombre de changements de par le monde. Le but n'est donc plus de tenter de réduire le réchauffement climatique pour l'éviter, mais bien de le réduire afin de limiter les répercussions et de chercher de nouvelles méthodes pour nous adapter du mieux possible aux futures conditions de vie sur le globe.

Nous l'avons vu, sur toute son existence, la Terre a connu beaucoup de fluctuations de la concentration en CO<sub>2</sub> au cours des différentes ères géologiques. On estime qu'au Crétacé, entre -145 et -65 millions d'années, la concentration en CO<sub>2</sub> était proche de 5 fois supérieure aux valeurs ac-

5. Mondon, S. Imbard, M. (2013). Découvrir les scénarios RCP et SSP utilisés par le GIEC. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. 12p.

tuelles soit environ 2.500ppm. Le vivant s'y était adapté et s'est également adapté à la diminution des teneurs en GES. En considérant les changements sous cet angle bien plus large, la question n'est plus « Comment le monde va-t-il survivre au réchauffement ? » mais bien « Serons-nous capables, en temps qu'espèce, de nous adapter aux nouvelles conditions de vie sur la planète ? »

#### **4. Qu'est ce que le développement durable ?**

*« Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir. »*

Rapport Brundtland sur le site du Ministère des Affaires Etrangères

En premier lieu, le développement se définit comme étant une croissance, une prolifération, un progrès, une expansion. Appliqué donc à la société humaine, le développement de cette dernière désigne son essor et sa prise d'importance face aux autres représentants du vivant. Ensuite le terme de durabilité est un néologisme daté de 1990 désignant la société humaine configurée de sorte à assurer sa pérennité. Est alors intégré, dans le langage économique, le terme de « capital naturel » qui s'ajoute à celui de « capital » désignant les biens produits par l'Homme uniquement.

En conséquent, le développement durable se définit comme étant la prise de conscience profonde que la société humaine se doit, pour perdurer, de trouver un équilibre sain et viable entre ses activités et leurs impacts sur l'écosystème dans lequel elle évolue et qu'elle modèle. La notion implique alors une gestion rigoureuse des ressources dites fossiles afin de leur donner le temps de se régénérer ainsi qu'une utilisation majoritaire des ressources dites durables, qui sont à l'opposé des premières puisque par définition elles sont virtuellement illimitées. Le développement durable apporte également le besoin d'absorber et de valoriser les déchets produits par l'activité humaine. Il définit donc un état stationnaire d'un écosystème qui lui permet de perdurer ainsi sans impacter de manière définitive son environnement physique.

Il s'agit donc de concilier activités économiques, qualité de la vie et environnement. Par conséquent, le développement durable implique une vision plus large du confort, de ne plus se contenter d'objectifs à court terme mais d'une perspective sur le long terme des impacts des activités humaines sur notre écosystème. Une coopération mondiale doit être de mise en place pour parvenir à trouver des solutions viables pour l'ensemble de la société ainsi que pour les milieux naturels.

Le défi du développement durable est de proposer des solutions communes au confort de la population, à l'évolution vers une société plus équitable protectrice envers la nature et des ressources naturelles. Il faut alors chercher à intégrer les objectifs économiques, sociaux et environnementaux dans des structures institutionnelles capables d'une décision politique dans ce sens.





## II. Une directive européenne et ses applications

### 1. Directive européenne

L'Union Européenne s'est fixé pour objectif que, d'ici le 31 décembre 2020, les émissions de gaz à effet de serre de l'ensemble des 27 pays de l'Union soient réduites de 20% par rapport au niveau atteint en 1990 de 5.500 millions de tonnes-équivalent CO<sup>2</sup>. Pour cela, elle cherche à augmenter son efficacité énergétique en diminuant progressivement sa consommation en énergie primaire qui atteignait 1.667,3 millions de tonnes-équivalent pétrole en 1990. Ces chiffres ont évolué et sont passés à 4.200 millions de tonnes-équivalent CO<sup>2</sup> et 1.686,1 millions de tonnes-équivalent pétrole en 2012. Le secteur du bâtiment représente 40% de la consommation d'énergie primaire en Europe. Ainsi l'UE met en place avec la seconde directive de Performance Énergétique des Bâtiments un plan d'action appelé le nZEB ; Near Zero Energie Building. Cette catégorie désigne un bâtiment dont la consommation d'énergie est quasi nulle soit :

*« Un bâtiment qui a des performances énergétiques très élevées déterminées conformément à l'annexe I. La quantité quasi nulle ou très basse d'énergie requise devrait être couverte dans une très large mesure par l'énergie produite à partir de sources renouvelables, notamment l'énergie produite à partir de sources renouvelables sur place ou à proximité. »*

Art.2.2) de la directive 2010/31/UE du Parlement Européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments

Avec cette directive, 2010-31UE(PEBrecast)FR-100519, l'Union Européenne désire une mise en œuvre rapide et complète des priorités définies par le « Plan d'action pour l'efficacité énergétique : réaliser le potentiel ». Celui-ci fixe notamment des objectifs contraignants tels qu'une proportion de 20% d'énergie issue des sources renouvelables d'ici 2020. Ainsi l'Union Européenne souhaite à terme une homogénéisation des réglementations des différents états membres.

Cependant l'UE ne pouvant légiférer au niveau de chaque pays, il incombe alors aux États membres de fixer les exigences minimales en vue d'atteindre un équilibre optimal entre les coûts d'investissements et les dépenses énergétiques du bâtiment sur sa durée de vie. Ces exigences de performances énergétiques doivent être fixées pour tout bâtiment ou partie de bâtiment avant la date d'échéance posée par l'UE au 31 décembre 2020, où tout nouveau bâtiment devra être à consommation d'énergie quasi-nulle. Le décret vise ainsi à mettre en avant le développement et l'application d'exigences sur plusieurs points :

- Le système de chauffage ;
- Le système de production d'eau chaude ;
- Le système de climatisation ;
- Les grandes installations de ventilation.

Ces derniers devant faire l'objet d'une attention particulière puisque étant des systèmes jusque là très énergivore. L'UE souhaite également imposer un entretien, une surveillance et une évaluation régulière de ces systèmes afin d'assurer la tenue des objectifs sur le long terme. Pour atteindre ces objectifs, elle a posé la date butoir du 31 décembre 2018, où tout bâtiment, ou partie de bâtiment, public occupé ou possédé par l'État devront être à consommation d'énergie quasi-nulle. Elle fait alors office d'objectif intermédiaire avant le 31 décembre 2020 où, à partir de cette date, tout nouveau bâtiment devra être estampillé nZEB.

Avec cette directive, l'UE souhaite, toujours dans l'optique d'unifier toutes les réglementations, donner un vocabulaire spécifique commun qui forment une base terminologique. Elle définit notamment les quatre notions clefs suivantes :

«Performance Énergétique d'un Bâtiment» :

La quantité d'énergie calculée ou mesurée nécessaire pour répondre aux besoins énergétiques liés à une utilisation normale du bâtiment, ce qui inclut entre autres l'énergie utilisée pour le chauffage, le système de refroidissement, la ventilation, la production d'eau chaude et l'éclairage ;

«Énergie Primaire» :

Une énergie provenant de sources renouvelables ou non renouvelables qui n'a subi aucun processus de conversion ni de transformation ;

«Certificat de Performance Énergétique» :

Certificat reconnu par un État ou par une personne morale désignée par cet État, qui indique la performance énergétique d'un bâtiment ou d'une unité de bâtiment ;

«Niveau optimal en fonction des coûts» :

Niveau de performance énergétique impliquant les coûts moindres sur la durée de vie économique estimée lorsque :

- Le coût le plus bas est déterminé en prenant en compte les coûts d'investissement liés à l'énergie, ceux de maintenance et de fonctionnement, y compris ceux de l'énergie, les économies, la catégorie du bâtiment concerné, les bénéfices provenant de l'énergie produite et les coûts d'élimination ;

- La durée de vie économique estimée est déterminée par chaque État membre. Elle représente le temps théorique durant lequel le bâtiment pourra rester en activité sans un réfection de certaines de ses parties.

Le niveau optimal en fonction des coûts positifs s'il est compris dans la fourchette des niveaux de performances pour lesquels l'analyse coûts/bénéfices, calculée sur la durée de vie estimée d'un bâtiment.

Ce texte Européen n'est, à ce jour, encore qu'une direction générale à suivre pour les états membres. Chacun reste indépendant dans la mise en œuvre. C'est pourquoi nous allons nous pencher sur les différentes approches que sont celles de l'Allemagne, de la Belgique, de la France et du Luxembourg.

## 2. Caractéristiques et indicateurs

### 2.1. Applications en Belgique

En Belgique la réglementation sur la Performance Énergétique des Bâtiments - PEB - est entrée en vigueur sur le territoire depuis 2007. Pas moins de trois certificats répondant aux demandes de l'Union Européenne sont aujourd'hui en vigueur selon la région. Flandre, Wallonie et Région Bruxelloise ont toutes trois adopté différentes réglementations en matière de transition énergétique et de construction, ceci à cause des différences de performance moyenne au sein de leur parc immobilier.

#### 2.1.1. Flandre

En Flandre le système de notation des bâtiments est nommé « Energieprestatiecertificaten » — EPC. Il permet de visualiser sur des jauges colorées l'efficacité énergétique du bâtiment, celle du système de chauffage en kWh/m<sup>2</sup>/an et l'impact sur l'environnement en équivalent d'émission CO<sub>2</sub>. Il semble qu'aucune classe énergétique ne soit signalée sur le document. Ainsi le système apparaît facilement compréhensible en ne reposant que sur des codes de couleurs, des dégradés allant du vert au rouge en passant par le jaune. Toujours d'après ces barres, les bâtiments d'habitation neufs, doivent avoir une efficacité énergétique supérieure à 180kWh/m<sup>2</sup>/an.

Cette réglementation concerne actuellement les bâtiments résidentiels et les édifices publics tels que les musées, les hôpitaux, les écoles, etc. On remarquera alors que les constructions accueillant des activités ne sont pas encore prises en compte sous cette législation. Visiblement en préparation, aucune donnée précise n'a encore été communiquée sur ce futur certificat. Seules les caractéristiques constituant les exceptions sont disponibles. Ainsi, les bâtiments à but non-résidentiels d'une surface inférieure à 50m<sup>2</sup>, les locaux temporaires d'une durée inférieure à 2 ans, les lieux de cultes, les corps de fermes non résidentiels et les propriétés industrielles et d'ateliers n'aurons pas à réaliser de certification énergétique.<sup>6</sup>

#### 2.1.2. Bruxelles-Capitale

En Région de Bruxelles-Capitale, tout bâtiment résidentiel, neuf ou ancien, et toute unité tertiaire de plus de 500m<sup>2</sup> mis sur le marché doit posséder une certification PEB. Celle-ci résume la classe énergétique de l'édifice et les émissions de CO<sub>2</sub>, l'énergie primaire — EP. L'échelle graduant la consommation énergétique situe le bien entre A et G. Elle est également pondérée par les symboles « + » ou « - » si la consommation énergétique s'approche soit de la classe supérieure soit de la classe inférieure. L'émission de CO<sub>2</sub>, quant à elle, est annualisée — kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an — et représentée sur une jauge dégradée du gris clair vers le gris foncé.

---

6. Gouvernement de Belgique, Flandre [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.energiesparen.be>

A	B	C	D	E	F	G
≤45	≤95	≤150	≤210	≤275	≤345	>345

fig.05 - Classes énergétiques PEB Région Bruxelles-Capitale

En 2013, l'ensemble du parc immobilier soumis à l'obligation d'un certificat à été estimé sur sa valeur énergétique. En moyenne, il apparaît que les bâtiments concernés sont classés E. Cette valeur est reportée sur le PEB et sert de mesure de référence pour les acquéreurs.

Le PEB renseigne également sur la consommation en énergie du bien. L'EP prend en compte l'énergie consommée directement par le bâtiment, mais également l'énergie nécessaire pour la produire. L'énergie primaire ainsi calculée s'exprime en kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>/an. Afin de l'obtenir, on calcule un modèle théorique des dépenses en énergies pour chauffer le local, en prenant en compte tous les apports et déperditions. Puis on multiplie cette consommation —  $Q_{\text{final}}$  — par un facteur —  $f_p$  — dépendant du type d'énergie utilisée :

Combustibles fossiles	$f_p = 1$
Électricité	$f_p = 2,5$
Électricité auto-produite par cogénération à haut rendement	$f_p = 1,8$
Biomasse	$f_p = 1$

Ainsi  $E_p = f_p \cdot Q_{\text{final}}$

fig.06 - Coefficients appliqués aux énergies de chauffage

On constate alors que les énergies les plus taxées par ce facteur sont les formes d'électricités. Cela s'explique par les déperditions due notamment au transport de l'électricité. On estime que le rendement de l'électricité d'une centrale est de l'ordre de 40% alors que celui d'une chaudière à énergie fossile est estimé à 90%.<sup>7</sup>

### 2.1.3. Wallonie

En Wallonie, le PEB souhaite s'appliquer à tous les bâtiments nécessitant un permis d'urbanisme, c'est-à-dire toutes les constructions neuves, les reconstructions, les extensions et les transformations de bâtiments. Cependant il est prévu que la rénovation lourde ou simple d'un édifice industriel ne sera soumise à aucune exigence PEB. Une rénovation lourde concerne les bâtiments de plus de 1.000m<sup>2</sup> auxquels des transformations sont apportées sur plus de 25% de leur surface de déperdition thermique. En complément, une rénovation simple désigne tout autre édifice ne rentrant pas dans la définition précédente.

Aujourd'hui, seuls les logements, maisons uni-familiales, appartements et autres formes de logements, bénéficient d'un certificat de performance, qu'ils soient neufs ou existants.

Afin de mieux distinguer les différentes catégories de bâtiments, la réglementation définit deux unités différentes qui se rapportent chacune à son propre tableau de valeurs, pour chaque critère calculé :

7. Gouvernement de Belgique, Bruxelles-Capital [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/la-peb/le-certificat-peb>

- L'unité PER qui est destinée au logements individuels ;
- L'unité PEN qui est destinée au bâtiments non résidentiels ainsi qu'aux logements collectifs.

A+	A	B	C	D	E	F	G
≤45	≤85	≤170	≤255	≤340	≤425	≤510	>510

fig.07 - Classe d'efficacité énergétique (kWh/m<sup>2</sup>/an) PEB Région Wallonie

En plus de cette notation, le PEB prend en compte et qualifie plusieurs autres indicateurs :

Médiocre	Insuffisant	Satisfaisant	Bonne	Excellente
>250	≤250	≤120	≤90	≤60

fig.08 - Besoin en chaleur du logement (kWh/m<sup>2</sup>/an) PEB Région Wallonie

Médiocre	Insuffisant	Satisfaisant	Bonne	Excellente
>50	≤50	≤60	≤70	≤80

fig.09 - Performance des installation de chauffage (en %) PEB Région Wallonie

Cette performance est calculée en faisant la moyenne des rapports entre la quantité d'énergie obtenue à la sortie de chaque système de chauffage et celle fournie à son entrée.

Médiocre	Insuffisant	Satisfaisant	Bonne	Excellente
>30	≤30	≤35	≤40	≤60

fig.10 - Performance des installations d'eau chaude sanitaire (en %) PEB Région Wallonie

Cette performance est calculée en faisant une estimation des pertes d'énergie entre le système de chauffage et les points d'utilisation (longueur des tuyauteries, combustible utilisé, type de générateur, nombre de points de puisage, etc...).

Absent	Très partiel	Partiel	Incomplet	Complet
--------	--------------	---------	-----------	---------

fig.11 - Système de ventilation PEB Région Wallonie

Le PEB ne prévoit pas de caractériser la qualité du système de ventilation. Il en indique juste la présence et si le système est complet ou non. S'il est qualifié de Partiel, Incomplet ou Complet, le PEB précise le type de système présent dans le logement.

Système A	Système B	Système C	Système D
Ventilation 100% naturelle	Extraction mécanique Évacuation naturelle	Extraction naturelle Évacuation mécanique	Ventilation 100% mécanique

fig.12 - Caractérisation du système de ventilation PEB Région Wallonie

Solaire thermique	Solaire photovoltaïque	Biomasse	Pompe à chaleur	Cogénération
-------------------	------------------------	----------	-----------------	--------------

fig.13 - Utilisation des énergies renouvelables PEB Région Wallonie

Ce dernier indicateur vise à signaler la présence ou non de systèmes écologiques dans le fonctionnement du bâtiment, mais ne labellise pas leur qualité propre ou celle de leur installation.

Le résultat de calcul du PEB, pour un logement, est exprimé par deux indicateurs : le niveau  $E_w$ , étant le niveau de performance énergétique global, et  $E_{spec}$  le niveau de consommation annuel en énergies primaires.

À partir de 2017,  $E_{w_{max}}$  sera fixé à deux valeurs différentes suivant le système d'unités auquel la construction doit se référer :

$E_{w_{max}}$ Unité PER	65
$E_{w_{max}}$ Unité PEN	65-90

Une spécificité s'ajoute pour l'unité PEN puisque pour les bâtiments à usage de bureaux ou les lieux d'enseignement, la valeur est fixée à 65.

Le second critère  $E_{spec}$  permet quant à lui de mesurer, en kWh/m<sup>2</sup>/an, la consommation spécifique du bâtiment en électricité et en tout autre combustible pour tout les systèmes du logement. Y est ensuite déduite la somme de l'énergie apportée par panneaux solaires photovoltaïques ou cogénération. Pour ce critère, seules les unités PER — bâtiment neufs de maisons uni-familiale ou d'appartements — sont prises en compte :  $E_{spec}$  ne concerne que les maisons individuelles.

$E_{spec_{max}}$ Unité PER avant 2016	115 kWh/m <sup>2</sup> /an
$E_{spec_{max}}$ Unité PER après 2016	85 kWh/m <sup>2</sup> /an

La réglementation prévoit également la vérification de chaque type de parois afin de vérifier sa conductivité thermique. Ainsi un  $U_{max}$  est déterminé pour chacune d'elle et toutes doivent respecter les valeurs indiquées. On constate alors que la réglementation belge semble plus axée sur le détail des calculs que sur le résultat final de la dépense d'énergie. Les tableaux de valeurs de  $U_{max}$  sont faits de telle manière à ce que, si ils sont respectés,  $E_w$  et  $E_{spec}$  seront forcément inférieurs ou égales aux valeurs maximum prévues par la loi.<sup>8</sup>

#### 2.1.4. Synthèse

La Belgique possède donc trois manières distinctes de répondre au décret européen qui demande la mise en place d'un système de communication des performances énergétiques des bâtiments. Une pour la partie wallonne, une autre pour la partie flamande et une dernière pour la région bruxelloise. Toutes trois sont assez différentes ne serait-ce que sur les typologies concernées par le PEB — Performance Énergétique des Bâtiments. La Wallonie le rend obligatoire uniquement pour les bâtiments à usage de logements, la région bruxelloise y ajoute les constructions de bureaux et la Flandre en change le nom en l'appelant CPE — Certificat de Prestation Énergétique — et intègre à l'obligation tout bâtiment d'habitation en cas de vente ou de location, les bâtiments de bureaux, les écoles, les bâtiments résidentiels en cas de vente ou de location ainsi que les nouvelles constructions.

8. Gouvernement de Belgique, Wallonie [en ligne]. (08/09/2016). <http://energie.wallonie.be/fr/quelles-informations-dans-le-certificat-peb.html?IDC=8777&IDD=50688>

## 2.2. Application en France

Aujourd'hui le secteur du bâtiment en France consomme 42,5% de l'énergie finale totale consommée et est responsable de 23% des émissions de gaz à effet de serre. Depuis 2008, l'État a décidé de réagir face à la prise de conscience de l'éco-responsabilité. Réglementée par le décret n°2010-1269 et par l'arrêté tous deux datés du 26 octobre 2010, la construction se voit imposer des exigences. Les dernières avancées sont obligatoires depuis le 1er janvier 2013 et concernent maintenant la quasi totalité des constructions neuves à certaines exceptions près :

- Les bâtiments et parties de bâtiments dont l'utilisation normale nécessite une température inférieure ou égale à 12°C ;
- Les bâtiments et parties de bâtiments ouverts sur l'extérieur ;
- Les bâtiments et parties de bâtiments provisoires avec une durée d'utilisation inférieure à 2 ans ;
- Les bâtiments et parties de bâtiments dont les conditions d'utilisations nécessitent des spécificités ou des règles particulières ;
- Les bâtiments et parties de bâtiments refroidis ou chauffés pour l'usage de procédés industriels ;
- Les bâtiments et parties de bâtiments dédiés à l'élevage ou à des fonctions agricoles ;
- Les bâtiments et parties de bâtiments situés dans les départements d'outre-mer.

Les exigences réglementaires concernent ainsi tout autre type de bâti et d'extension qu'il soit à usage résidentiel, industriel, artisanal, d'accueil ou d'enseignement. Le bâti d'extension entre également en ligne de compte. Deux catégories se distinguent alors, celle où la surface ajoutée est inférieure à 30% de la SHON RT préexistante et celle où elle est supérieure à ce pourcentage. Ainsi dans le premier cas si la surface produite n'excède pas 150m<sup>2</sup>, la construction a seulement l'obligation de respecter la RT existante par élément défini par l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants. Dans l'autre cas, l'extension se doit de respecter la RT 2012.

Cette dernière définit trois critères d'évaluation de la construction :

- Le Bbio — Besoin Bioclimatique — qui est un coefficient qui représente l'efficacité énergétique du bâtiment ;
- Le Cep ; Consommation conventionnelle en Énergie Primaire ; qui est la somme des dépenses énergétiques du bâti, la valeur maximum étant fixée par la réglementation à 50kWh/m<sup>2</sup>/an. Cependant il prend également en compte le recours à des équipements de production énergétique tels que les panneaux photovoltaïques (limité à 12kWh/m<sup>2</sup>/an) ;
- Tic ; Température Intérieure Conventionnelle ; qui est un coefficient calculé selon la méthode de calcul Th-BCE 2012.

L'énergie primaire est ici à différencier de l'énergie finale. Les deux expriment des mesures de consommation d'énergie, cependant la première prend en compte l'énergie brute des ressources naturelles avant transformation, alors que la seconde représente l'énergie utilisée par le consommateur, donc après sa transformation et son transport.

Rapporter l'énergie finale en énergie primaire permet de pouvoir comparer les consommations d'énergie de tout les biens immobilier facilement. Car en effet l'énergie finale est utilisée notamment

pour l'estimation en besoin de chauffage et toutes les énergies n'ont pas le même rendement. En voici les facteurs :

Combustibles fossiles	1
Biomasse	1
Électricité	2,58

fig.14 - Coefficients appliqués aux énergies de chauffage

Donc pour le moment seule l'électricité subit ce changement entre énergie finale et énergie primaire. Ceci est dû à une estimation du rendement total de cette énergie. En effet, l'ensemble de la production d'électricité — centrales nucléaires, centrales à énergies fossiles et sources renouvelables — a un rendement de 43,5% lors de la production, auquel on soustrait encore une moyenne de 5% de pertes lors de l'acheminement et la transformation ; ce qui donne un rendement total calculé à 38,5%. En découle alors que  $1\text{kWh}_{\text{EF}}$  d'énergie finale utilisée dans le logement aura nécessité  $2,58\text{kWh}_{\text{EP}}$  d'énergie primaire.

Pour les autres énergies de chauffage, pétrole, gaz et biomasse, aucun facteur n'est encore appliqué car on estime qu'elles ne sont pas transformées avant l'utilisation et on ne compte pas leur transport ou leur extraction.

Ainsi si un logement se chauffe grâce à l'énergie électrique, il devra répondre à une exigence de consommation en énergie primaire de  $50\text{kWh}/\text{m}^2/\text{an}$  qui se traduira par un système de chauffage performant, puisque ne devant consommer que  $20\text{kWh}/\text{m}^2/\text{an}$  d'énergie finale.

Grâce à ces critères, la réglementation met en avant la sobriété énergétique dans la consommation du bâti, mais impose surtout un recours aux énergies renouvelables ; tout particulièrement dans le cas des constructions résidentielles où l'utilisation au minimum d'une de ces énergies est obligatoire. En plus de cela, la loi précise aussi plusieurs autres valeurs telles que des limitations des déperditions par une étanchéité à l'air ou le rapport entre la surface vitrée et la surface habitable, afin de quantifier l'apport de lumière naturelle.

Depuis le 1er juillet 2007 un Diagnostic de Performances Énergétique — DPE — doit être présenté pour toute mise en vente ou location d'un bien immobilier. Ceci améliore nettement la visibilité et la lisibilité des caractéristiques d'un bâtiment pour le grand public. Dans la continuité de l'étiquette énergie, présente depuis 1992 sur les appareils électroménagers, il permet d'informer les consommateurs notamment sur les besoins en énergie du bâtiment en question. Basé sur une échelle allant de A à G, il classe le bien suivant sa consommation énergétique annuelle en  $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{an}$ , soit le Cep. En plus de cette étiquette énergie, une deuxième permet de juger des rejets en gaz à effet de serre d'une construction : l'étiquette climat.

A	B	C	D	E	F	G
$\leq 50$	$\leq 90$	$\leq 150$	$\leq 230$	$\leq 330$	$\leq 451$	$> 451$

fig.15 - Étiquette de la consommation énergétique en ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{an}$ )



A	B	C	D	E	F	G
≤5	≤10	≤20	≤35	≤55	≤80	>80

fig.16 - Étiquette des rejets de gaz à effet de serre en (kgCO<sub>2</sub> eq/kWh)

Des études sont également menées afin de déterminer la « valeur verte » d'un bien immobilier. Ce terme, bien que restant encore assez mal défini, semble désigner la variation de la valeur d'un bien, en terme de prix ou de loyer, imputable à sa performance environnementale au sens large, à son DPE donc. Selon les études de l'ADEME — Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie — et du CERQUAL — Certification de l'association Qualitel pour le logement collectif neuf ou existant — il est estimé que les gains liés à la valeur verte peuvent osciller entre 2,5% et 7%. Afin de l'évaluer, il s'agit de comparer les DPE, en particulier les étiquettes énergétiques, du bien immobilier testé avec celui d'un bien immobilier hypothétique faisant office de valeur de référence. De manière générale, les études se basent sur un bien de référence ayant des étiquettes moyennes, c'est à dire de rang D.

En plus du DPE, le gouvernement à souhaité, avec la RT2005, mettre en place des labels officiels caractérisant les bâtiments où de nombreux efforts ont été faits pour arriver à un résultat exemplaire au niveau notamment du Cep. Ainsi le label Haute Performance Environnementale — HPE — comporte 5 niveaux différents :

Le label HPE 2005 est ainsi attribué aux bâtiments consommant a minima 10% d'énergie primaire en moins que les 50 kWh/m<sup>2</sup>/an imposé pour les constructions neuves, c'est-à-dire un Cep inférieur à 45kWh/m<sup>2</sup>/an.

Ensuite le THPE 2005 — Très Haute Performance Énergétique — demande une réduction d'au moins 20% du Cep, soit une valeur inférieure à 40kWh/m<sup>2</sup>/an.

Le troisième label HPE EnR 2005 — Haute Performance Énergétique Énergie Renouvelable — impose, en plus d'une réduction de 10% de la valeur du Cep, soit l'utilisation d'un générateur utilisant la biomasse capable au minimum de subvenir à 50% des besoins conventionnels en chauffage ; soit que le bâtiment soit relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60% par des énergies renouvelables.

Le quatrième niveau THPE EnR 2005 — Très Haute Performance Énergétique Énergie Renouvelable et pompe à chaleur —, pour être attribué, demande une réduction de 30% de la valeur du Cep, soit 30kWh/m<sup>2</sup>/an, ainsi que de répondre à l'un des critères suivants :

- être équipé de panneaux solaires assurant 50% de l'ensemble des besoins de consommation en eau chaude sanitaire et en chauffage ;
- être équipé de panneaux solaires assurant 50% de l'ensemble des consommations en eau chaude sanitaire et d'un système de chauffage à biomasse assurant 50% des besoins conventionnels en chaleur ;
- être équipé de panneaux solaires assurant 50% de l'ensemble des consommations en eau chaude sanitaire et d'un système de chauffage relié à un réseau de chaleur alimenté à plus de 60% par des énergies renouvelables ;
- être équipé d'un système de production d'énergie utilisant les énergies renouvelables assurant une production de 25kWh/m<sup>2</sup>/an en énergie primaire ;
- être équipé d'une pompe à chaleur ayant un Coefficient de Performance annuel — COPannuel — supérieur ou égale à 3,5.<sup>9</sup>

9. Gouvernement de France, Légifrance [en ligne]. Arrêté du 3 mai 2007 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « haute performance énergétique » (08/09/2016). <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORF-TEXT000000615939>

Enfin le cinquième label Bâtiment Basse Consommation Énergétique — BBC 2005 — demande une consommation en énergie primaire inférieure ou égale au résultat du calcul :  $Cep \leq Cep_{max} \cdot (a+b)$ .

Ici  $Cep_{max}$  est égale à  $50\text{kWh/m}^2/\text{an}$  et les coefficients a et b correspondent respectivement au coefficient de zone climatique et à celui d'altitude.

Zones climatique	Coefficient a	Altitude	Coefficient b
H1a, H1b	1,3	$\leq 400\text{m}$	0
H1c	1,2	$\leq 800\text{m}$	0,1
H2a	1,1	$> 800\text{m}$	0,2
H2b	1,0		
H2C, H2d	0,9		
H3	0,8		

fig.17 - Coefficient à appliquer selon l'altitude du site

Ainsi la réglementation française, bien que ne parlant pas spécifiquement de bâtiments nZEB, semble tenir compte des critères déterminés par l'Union Européenne. Progressivement mises en place, les différentes Réglementations Thermiques tendent à aller vers une certaine forme de performance et de sobriété énergétique dans les années à suivre, avec des exigences de plus en plus importantes sur les dépenses énergétiques lors de la vie du bâtiment.

## 2.3. Application au Luxembourg

En 1992, le gouvernement luxembourgeois s'est engagé à Rio à mettre en place une politique de développement durable, ce qui l'a conduit à l'élaboration d'un Plan National pour un Développement Durable adopté en avril 1999 — PNDD. Ce plan est réévalué tous les 4 ans afin d'encourager l'essor d'une politique de développement durable. Il doit donc préciser les domaines d'action prioritaires, les objectifs concrets et les actions à prendre dans la perspective du développement durable. Il vise alors à désigner les secteurs clés dans lesquels des mesures particulières doivent être prises, les moyens et délais mis en œuvre pour remplir les objectifs, ainsi que la définition des conséquences financières économiques sociales et écologiques.

Le gouvernement est également passé par une sensibilisation à l'écologie via des rapports mettant en exergue des données sur l'état de l'environnement au Luxembourg, ainsi qu'en détaillant des axes d'importance dans la transition écologique. La dernière brochure sensibilisant sur le PNDD date de 2000 et fut distribué à toute la population.

On y voyait que le taux d'extinction et le degré de menace des espèces locales sont particulièrement élevés. Plus de la moitié de la faune et 44% des plantes supérieures sont considérées comme menacées. L'état sanitaire des forêts luxembourgeoises y est relevé comme préoccupant.

Le rapport parle également de la vitesse d'imperméabilisation des sols. Entre 1950 et 1990, environ 20.000ha ont été urbanisés. Une analyse des cours d'eau a également révélé que même si 33% d'entre eux étaient peu pollués, 4% le restaient excessivement en 1999.

Enfin, les émissions de CO<sub>2</sub> avoisinaient les 20 tonnes par habitant, ce qui était très éloigné des niveaux compatibles avec un climat stable, estimé à moins de 2 tonnes par habitant.

Le premier PNDD définissait 6 scénarios différents dans un premier pilier rassemblant les mesures environnementales :

La biodiversité	Les espaces forestiers	Le sol	L'eau	L'atmosphère	Les déchets
Vise à créer des zones protégées sur 15% du territoire afin de garantir la préservation de la biodiversité locale et où les activités humaines pratiquées restent compatibles avec cet objectif	Mélange des essences dans les espaces forestiers et récolte par quota par essences. Ainsi que 5% de la surface forestière réservée à l'évolution naturelle de la forêt sans exploitation.	Protection de ce dernier en stabilisant la consommation annuelle de sol due à l'urbanisation et en préservant la qualité des sols grâce à une base législative.	Installation de nouvelles technologies d'épurations afin d'améliorer de façon significative la qualité des cours d'eau	Selon le protocole de Kyoto, réduction des émissions de CO <sub>2</sub> de 28% entre 1990 et 2010 grâce à l'efficacité énergétique et l'exploitation de sources d'énergies renouvelables.	Réduction d'ici 2010 de 50% par habitant la quantité de déchets ménagers et valoriser 80% des déchets organique et 50% des déchets recyclables.

fig.18 - Principes du PNDD luxembourgeois

Le dernier PNDD en date est celui de 2012, qui présente avant toute chose un constat sur l'état, en 2010, de l'environnement dans le pays. Il semble alors que nombre d'espèces animales et végétales

soient menacées d'extinction, 62% des poissons, 61,5% des amphibiens, 54,8% des mammifères, 41,5% des oiseaux et 33 % des reptiles ainsi que les arbres dont 2/3 de la population présente des dommages apparents. Les cours d'eau sont à 93% jugés dans un état moyen ou mauvais ce qui est dû au traitement des eaux usées trop peu efficace.

Le Luxembourg a fait le choix de mettre en place le Certificat de Performance Énergétique, le CPE. Celui-ci permet une meilleure lisibilité des besoins en énergies d'un bâtiment pour les propriétaires ainsi que les locataires. Dès lors, même sans connaissance technique, il devient simple d'évaluer et d'apprécier la qualité environnementale d'un bâtiment. Il est question d'attribuer une note sur une échelle allant de A à I, A étant la note correspondant au niveau de qualité le plus élevé.

Une mise à jour de ces échelles est prévue pour le 1<sup>er</sup> janvier 2017. À partir de ce cette date, tous les bâtiments destinés à l'habitation devront être notés A sur les trois critères d'évaluation du CPE.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
≤45	≤95	≤125	≤140	≤210	≤295	≤305	≤530	>530

fig.19 - Classe d'efficacité énergétique (en kWh/m<sup>2</sup>/an)

La classe d'efficacité énergétique couvre les besoins en énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude et les besoins auxiliaires.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
≤22	≤43	≤49	≤84	≤130	≤170	≤230	≤290	>290

fig.20 - Classe d'isolation thermique (en kWh/m<sup>2</sup>/an)

La classe d'isolation thermique, couvre les besoins en chaleur de chauffage. Son évaluation se fait en divisant l'énergie utile fournie par les installations de chauffage de l'habitation durant une année, par la surface de référence énergétique et les surfaces de planchers chauffées.

A	B	C	D	E	F	G	H	I
≤11	≤21	≤27	≤32	≤46	≤65	≤107	≤144	>144

fig.21 - Classe efficacité sur l'impact environnemental (en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an)

### 3. Des aides et des subventions publiques

Dans le but de pouvoir progressivement améliorer les rendements énergétiques de leur parc immobilier, chacun des trois pays étudiés a mis en place plusieurs mesures différentes allant de l'aide subventionnelle à une défiscalisation partiels du bien construit ou réhabilité. Nous pouvons donc faire un état de l'existant quant à ces lois favorisant la transition énergétique en se concentrant sur celles à destination des particuliers.

#### 3.1. Aides en Belgique

##### 3.1.1. Primes Énergie

La Belgique Wallonne propose des aides financières dans le cadre de l'amélioration écologique du parc immobilier. Ces primes concernent principalement les propriétaires particuliers qui souhaitent construire ou rénover leur habitat. Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2015, la Prime Énergie a été mise en place. Celle-ci définit les valeurs de base de primes applicables pour différents types de travaux et d'interventions :

Isolation thermique du toit	Par le demandeur	$R \geq 4,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	2 €/m <sup>2</sup> (max. 100 m <sup>2</sup> )
	Par l'entrepreneur		5 €/m <sup>2</sup> (max. 100 m <sup>2</sup> )
Isolation thermique des murs (Par entrepreneur)	Par l'intérieur	$R \geq 2 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	8 €/m <sup>2</sup> (max. 100 m <sup>2</sup> )
	Par la coulisse	$R \geq 1,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	6 €/m <sup>2</sup> (max. 100 m <sup>2</sup> )
	Par l'extérieur	$R \geq 3,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	12 €/m <sup>2</sup> (max. 100 m <sup>2</sup> )
Isolation thermique du sol (Par entrepreneur)	Par la cave	$R \geq 3,5 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	8 €/m <sup>2</sup> (max. 100 m <sup>2</sup> )
	Par la dalle	$R \geq 2 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	
Installation de systèmes de chauffage et/ou Eau chaude performants (par entrepreneur)	Chaudière gaz naturel condensation		200 €
	Pompe à chaleur pour eau chaude sanitaire		400 €
	Pompe à chaleur chauffage et combiné		800 €
	Chaudière biomasse		800 €
		Chauffe-eau solaire	1.500 €
Réalisation d'un audit énergétique	Par un auditeur PAE2		200 €

R étant la résistance thermique du matériau utilisé.

fig.22 - Aides Prime Énergie en fonction des travaux

Ces primes doivent en suite être multipliées par un facteur appliqué à la catégorie de revenus du ménage mais ne peuvent dépasser 70% des factures TVAC — Taxe sur Valeur Ajoutée Comprise :

Catégorie de revenus	Revenu de référence du ménage	Facteur multiplicatif de la prime
C1	≤ 21.900 €	3
C2	≤ 31.100 €	2
C3	≤ 41.100 €	1,5
C4	≤ 93.000 €	1

fig.23 - Coefficient d'aide selon les catégories de revenus en Belgique Wallonne

Afin de déterminer le revenu de référence, il faut considérer l'ensemble des personnes majeures composant le ménage, à l'exception des ascendants et descendants puis prendre en compte les revenus globalement imposables sur l'avant-dernière année complète avant la demande de prime. À cela, il faut déduire 5.000€ pour toute personne à charge tels que les enfants et les personnes atteintes d'un handicap. Afin que la prime soit accordée, il faut que cette somme de revenus annuels soit inférieure à 93.000€.

Une majoration peut encore être appliquée à la prime si plusieurs travaux d'amélioration énergétique sont réalisés simultanément.

Catégorie de revenus	Revenu de référence du ménage	Facteur multiplicatif de la prime
C1	≤ 21.900 €	0,3
C2	≤ 31.100 €	0,2
C3	≤ 41.100 €	0,1
C4	≤ 93.000 €	0

fig.24 - Coefficient de majoration selon les catégories de revenus en Belgique Wallonne

Afin de bénéficier de la Prime Énergie le demandeur doit s'engager à remplir, dans les douze mois suivants la date de liquidation de la prime, une des conditions suivantes :

- occuper le logement à titre de résidence principale et ne pas affecter pendant une durée minimale de cinq ans à un usage professionnel les pièces du logement concernées par la prime ;
- mettre le logement à la disposition d'une agence immobilière sociale, d'une société de logement de service public, ou de tout autre organisme désigné par le Ministre, par un mandat de gestion pour une durée minimale de six ans ;
- mettre gratuitement et à titre de résidence principale, la totalité du logement à la disposition d'un parent ou allié jusqu'au deuxième degré inclusivement pour une durée minimale d'un an.

### 3.1.2. Primes Rénovation

La prime de rénovation, active depuis le 1<sup>er</sup> avril 2015, est adressée aux propriétaires occupant en résidence principale un logement depuis un minimum de 20 ans. Le demandeur doit répondre aux mêmes conditions que vue au §3.1.1 *Primes Énergie* quant à l'occupation du logement une fois les travaux réalisés. Ces derniers doivent concerner une des catégories suivantes :

Liste des ouvrages		Prime de base
<b>Toiture</b>		
a.	Le remplacement de la couverture d'au minimum un versant de toiture	8 €/m <sup>2</sup> (max 100 m <sup>2</sup> )
b.	L'appropriation de la charpente du logement	500 €
c.	Le remplacement d'un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux pluviales	200 €
N.B. : Pour a. et b., l'isolant utilisé doit avoir un coefficient de résistance thermique R supérieur ou égal à 4,5 m <sup>2</sup> k/W		
<b>Murs et sols</b>		
a.	L'assèchement des murs en vue de régler les défauts d'étanchéité suivants : - infiltration (mur extérieur) ; - humidité ascensionnelle (pied de mur)	8 €/m <sup>2</sup> max 100 m <sup>2</sup> max 50/m courants
b.	Le renforcement des murs instables, ou la démolition et la reconstruction totale de ces murs, sans pouvoir dépasser 30% de la surface des murs extérieurs (surface des baies et murs mitoyens inclus)	8 €/m <sup>2</sup> (max 100 m <sup>2</sup> )
c.	Le remplacement des supports (gîtage, hourdis, etc..) des aires de circulation d'un ou plusieurs locaux (y compris le remplacement des aires de circulation et des sous-couches, ainsi que les plinthes)	8 €/m <sup>2</sup> (max 100 m <sup>2</sup> )
d.	Les travaux de nature à éliminer tout champignon aux effets analogues par remplacement ou traitements des éléments immeubles attaqués	500 €
e.	Les travaux suivants, lorsqu'ils sont de nature à éliminer le radon : - l'installation de tout dispositif assurant la ventilation à l'air libre des caves et/ou vides ventilés ; - travaux rendant étanches les membranes ou les portes au sous-sol ; - tous les travaux conseillés dans les rapports rédigés par les Services d'Analyse des milieux intérieurs (SAMI).	500 €
<b>Sécurité</b>		
a.	L'appropriation de l'installation électrique comportant l'amélioration ou le remplacement du coffret électrique	300 €
<b>Menuiseries extérieures</b>		
a.	Le remplacement des menuiseries extérieures qui soit, sont munies d'un simple vitrage soit, ne respectent pas les critères d'étanchéité fixés par la réglementation, pour atteindre des critères de performance précis (le coefficient de transmission thermique de l'ensemble châssis + vitrage doit être égal ou inférieur à 1,8W/m <sup>2</sup> K)	15 €/m <sup>2</sup> (max 40 m <sup>2</sup> )

N.B. : le coefficient de transmission thermique est l'inverse de la résistance thermique R, soit  $h=1/R$

fig.25 - Primes à la rénovation selon le type de travaux

Deux demandes de Prime Rénovation ne peuvent être faites pour le même habitat à moins de six ans d'intervalle. Le calcul du revenu de référence ainsi que le calcul de la prime sont les mêmes que ceux utilisés dans §3.1.1 *Prime Énergie*.

### 3.1.3. Prêt du Fonds du Logement de Wallonie

Un arrêté, diffusé en 2013, prévoit d'accorder aux propriétaires souhaitant réhabiliter ou restructurer des biens immobiliers en logements sociaux, des prêts à taux zéro ainsi que des subventions pour les aider à la réalisation des projets. Cependant, la demande étant importante et les moyens budgétaires limités, des mesures de délais, permettant de temporiser les attributions d'aides, sont adoptées afin de pouvoir assurer la continuité du dispositif.

En contrepartie de cela, les propriétaires se doivent d'accepter de confier la gestion de ces logements à un organisme à finalité sociale telle qu'une agence immobilière sociale ou une association de promotion du logement.

Si l'aide vise un montant compris entre 25% et 75% du coût des travaux, alors elle prend la forme d'un prêt à taux zéro. À partir de 25%, elle sera changée en une subvention. Cependant, si l'opération comprend un logement d'au moins trois chambres, l'aide est attribuée pour 75% sous la forme d'une subvention et pour 25% sous la forme d'un prêt à taux zéro.

Selon les limites budgétaires accordé par l'État, le total du prêt et de la subvention ne peut excéder 56.100€ par logement réhabilité ou restructuré. Un complément, au maximum de 24.800€, peut-être envisageable pour un surcoût de réalisation de travaux économiseurs d'énergie.

Après réalisation des travaux, un mandat de gestion ou un contrat de location est signé entre l'organisme social et le propriétaire pour au moins 9 ans ; ou 15 ans si le montant de l'aide excède 56.100€, sans jamais être inférieure à la durée de remboursement du prêt octroyé.

### 3.1.4. Aide à l'investissement

La région accorde également une subvention aux ménages à revenu modeste pour la réalisation, dans leur logement, de travaux permettant une meilleure maîtrise des consommations d'énergie. Le montant maximum de la subvention est de 1.365€ et peut être attribuée plusieurs fois à un même ménage à condition qu'un délai de 5 ans se soit écoulé entre deux demandes. Ainsi elle permet le financement en partie de travaux légers pour le remplacement de menuiseries, l'installation d'un poêle ou des travaux d'isolation.

### 3.1.5. Installations photovoltaïques (Qualiwatt)

Depuis le 1er mars 2014, l'installation de panneaux photovoltaïques chez les particuliers bénéficie d'un mécanisme de soutien. Destiné à une production de moins de 10kW par le biais de panneaux solaires photovoltaïques, elle permet de fixer à l'avance, sur les 5 premières années après la mise en place, la prime distribuée par le gestionnaire de réseau sur lequel l'installation est raccordée. Elle permet ainsi de compenser la différence entre production et consommation d'électricité. Cette prime est réévaluée tout les 6 mois afin que l'investissement de base puisse être amorti au bout de 8 ans maximum.



Le montant de la prime est fixé par la Commission Wallonne Pour l'Énergie - CWaPE . Voici à titre d'exemple les montants de la prime QualiWatt pour les installations mises en service entre le 1<sup>er</sup> juillet 2016 et le 31 décembre 2016 :

Gestionnaire de réseau de distribution	Montant de la prime par kW	Plafond
AIEG	191,16 €/an	574 €/an
AIESH	166,67 €/an	501 €/an
GASELWEST (EANDIS)	186,90 €/an	561 €/an
ORES Namur	177,21 €/an	532 €/an
ORES Hainaut	180,05 €/an	541 €/an
ORES Est	157,42 €/an	473 €/an
ORES Luxembourg	168,97 €/an	507 €/an
ORES Verviers	158,73 €/an	477 €/an
PBE (INFRA X)	172,00 €/an	516 €/an
Régie d'électricité de Wavre	169,69 €/an	510 €/an
ORES Brabant	187,41 €/an	563 €/an
ORES Mouscron	195,16 €/an	586 €/an
RESA (TECTEO)	189,43 €/an	569 €/an

fig.26 - Primes QualiWatt selon les gestionnaires de réseaux de distribution

Ce plan permet également de maîtriser la qualité de pose des panneaux puisque l'entreprise en étant chargée doit être agréée et le contrat la liant au commanditaire est standardisé.

## 3.2. Aides en France

### 3.2.1. L'Agence nationale de l'habitat

L'Agence Nationale de l'Habitat — l'Anah — est un établissement public ayant pour mission la mise en œuvre de la politique nationale de développement et d'amélioration du parc immobilier de logements privés existants. Afin de remplir son rôle, elle a la possibilité d'octroyer des aides et des subventions pour les propriétaires et les bailleurs en échange de contreparties sociales. Centrée sur le public modeste, elle se donne comme priorité le traitement des habitats indignes ou très dégradés, la rénovation thermique et la lutte contre la précarité énergétique. Elle est également présente dans chaque département par le biais d'une délégation intégrée au sein de la direction départementale des territoires et souhaite multiplier les relations avec les collectivités locales. Ainsi propriétaires occupants ou bailleurs et syndicats de copropriétaires peuvent faire appel aux services de l'Agence pour tout logement achevé depuis au minimum 15 ans lors de la demande de subvention.

Pour pouvoir demander une aide de la part de l'Anah, il faut répondre aux critères suivants :

- Les travaux doivent être d'un montant minimum de 1.500€ H.T. sauf pour les foyer « très modestes » pour lesquels aucun seuil n'est demandé ;
- Les travaux ne doivent pas être commencés avant le dépôt de la demande de subvention ;
- Les travaux doivent être compris dans la liste des travaux recevables excluant alors les petits travaux d'entretien, de décoration seuls et les travaux assimilables à de la construction neuve ou à de l'agrandissement ;
- Les travaux compris dans le projet doivent se rapporter à une priorité d'intervention de l'Anah ;
- Les travaux doivent être réalisés par des professionnels du bâtiment ;
- Si le demandeur est un particulier, il doit correspondre à l'une des deux catégories ci-dessous :

<b>Pour l'Île-de-France</b>		À compter du 1er janvier 2014
Nombre de personnes composant le ménage	Ressources des Ménages considérés très modestes	Ressources des Ménages considérés modestes
1	≤ 19.716 €	≤ 24.002 €
2	≤ 28.939 €	≤ 35.227 €
3	≤ 34.754 €	≤ 42.309 €
4	≤ 40.579 €	≤ 49.402 €
5	≤ 46.426 €	≤ 56.516 €
Par personne supplémentaire	+5.834 €	+7.104 €
<b>Pour les autres régions</b>		À compter du 1er janvier 2014
Nombre de personnes composant le ménage	Ressources des Ménages considérés très modestes	Ressources des Ménages considérés modestes
1	≤ 14.245 €	≤ 18.262 €
2	≤ 20.833 €	≤ 26.708 €
3	≤ 25.056 €	≤ 32.119 €
4	≤ 29.271 €	≤ 31.525 €
5	≤ 33.504 €	≤ 42.952 €
Par personne supplémentaire	+4.222 €	+5.410 €

fig.27 - Aides de l'Anah selon la catégorie de revenus du ménage

Pour les particuliers, deux classes de travaux sont prises en charge, les travaux lourds et les travaux d'amélioration.

Les premiers sont des travaux de grande ampleur au coût élevé ayant pour but la réhabilitation d'un logement indigne ou insalubre. Un logement indigne désigne un habitat dont l'état expose les occupants à des risques manifestes pour la santé ou la sécurité physique des habitants. Un logement insalubre lui est désigné par des conditions d'occupation qui présentent un danger sanitaire ou corporel pour les occupants.

Les seconds sont des travaux dont les coûts ne permettent pas de les placer dans la catégorie précédente. Ils incluent alors différents types de travaux ; ceux pour la sécurité et la salubrité d'un habitat visant à traiter un problème d'ampleur limitée ; et ceux pour une lutte contre la précarité énergétique voulant créer des économies d'énergies dans le foyer de l'ordre de 25% à sa consommation initiale.

Dans le cas d'un bailleur, cette dernière valeur est portée à 35%. Il leur est également imposé

qu'après rénovation lourde ou d'amélioration, le logement atteigne au moins le rang D de l'étiquette énergétique, c'est-à-dire 230kWh/m<sup>2</sup>/an.

		Ménages très modestes	Ménages modestes
Projet de travaux lourds plafond des subvention à 50.000€ H.T.		50%	50%
Projet de travaux d'amélioration plafond des subvention à 20.000€ H.T.	Sécurité et Salubrités		35%
	Précarité énergétique		

fig.28 - Plafonds et taux de subventions pouvant être accordées

À cette aide peut être cumulée avec la subvention du Programme Habiter Mieux, également gérée par l'Anah. Elle vise à aider 300.000 propriétaires occupant de ressources modestes à financer leurs travaux de rénovation thermique. Ces derniers doivent améliorer la qualité de l'isolation du logement d'au moins 25%. Cette aide forfaitaire ne peut être accordée qu'en complément d'une autre prime de l'Anah. Son montant est fixé à 3.000€ avec un éventuel montant supplémentaire de 500€ maximum si un partenariat avec la collectivité locale est mis en place.

Dans le cas d'une rénovation à but locatif, des plafonds de loyers sont mis en place suivant la catégorie sociale du locataire. Ce dernier, pour avoir accès au logement, doit également entrer dans une des catégories en rapport avec son niveau de ressources.

	Zone A	Zone B	Zone C
Loyer intermédiaire	18,38€	12,01€	8,70€
Loyer social	6,58€	5,99€	5,37€
Loyer très social	6,22€	5,82€	5,18€

fig.29 - Plafonds de loyers par mois et par m<sup>2</sup>

Le niveau de ressources des locataires est déterminé grâce au revenu fiscal à l'année de référence de chaque personne composant le foyer.

	Zone A	Zone B	Zone C
Personne seule	46.360 €	36.039 €	31.536 €
Couple	69.688 €	48.124 €	42.386 €
Célibataire ou couple avec 1 enfants à charge	83.770 €	57.872 €	50.742 €
Célibataire ou couple avec 2 enfants à charge	100.343 €	69.862 €	61.411 €
Célibataire ou couple avec 3 enfants à charge	118.788 €	82.182 €	72.025 €
Célibataire ou couple avec 4 enfants à charge	133.666 €	92.616€	81.303 €
Majoration pour personne à charge supplémentaire	+14.899 €	+10.330 €	+9.235 €

fig.30 - Critère de convention à loyer intermédiaire selon les revenus annuel du locataire et la zone de résidence

	Paris et communes limitrophes	Île -de-France hors Paris et communes limitrophes	Autres régions
Personne seule	23.019€	23.019€	20.013€
Couple	34.403€	34.403€	26.725€
Célibataire ou couple avec 1 enfants à charge	45.099€	41.356€	32.140€
Célibataire ou couple avec 2 enfants à charge	53.845€	49.536€	38.800€
Célibataire ou couple avec 3 enfants à charge	64.064€	58.641€	45.643€
Célibataire ou couple avec 4 enfants à charge	72.090€	65.990€	51.440€
Majoration pour personne à charge supplémentaire	+8.032€	+7.353€	+5.738€

fig.31 - Critère de convention à loyer social selon les revenus annuel du locataire et la région de résidence

	Paris et communes limitrophes	Île -de-France hors Paris et communes limitrophes	Autres régions
Personne seule	12.662€	12.662€	11.006€
Couple	20.643€	20.643€	16.037€
Célibataire ou couple avec 1 enfants à charge	27.059€	24.812€	19.283€
Célibataire ou couple avec 2 enfants à charge	29.618€	27.245€	21.457€
Célibataire ou couple avec 3 enfants à charge	35.233€	32.255€	25.105€
Célibataire ou couple avec 4 enfants à charge	39.650€	36.295€	28.292€
Majoration pour personne à charge supplémentaire	+4.417 €	+4.043 €	+3.455 €

fig.32 - Critère de convention à loyer très social selon les revenus annuel du locataire et la région de résidence

### 3.2.2. Loi Pinel

La loi Pinel votée en 2015 est un dispositif législatif ayant pour but la relance de la construction et de la réhabilitation du parc immobilier pour le logement locatif. Elle peut s'appliquer rétroactivement sur des biens achetés ou rénovés depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2014 jusqu'au 31 décembre 2016 ; le vote d'une prolongation de la durée d'action de la loi est prévu pour 2017.

Ce dispositif permet une défiscalisation partielle pour tout contribuable français étant imposé en France. Elle peut aller jusqu'à 21% sur le bien immobilier concerné si celui-ci est acheté neuf, en rénovation ou en réhabilitation avec un engagement à la location. Ce dernier est au minimum sur 6 ans et peut être prolongé à 9 ou 12 ans.

Durée d'investissement	Défiscalisation	Biens concernés :
Investissement de 6 ans	12%	- Logements acquis neuf
Investissement de 9 ans	18%	- Logements en l'état de futur achèvement
Investissement de 12 ans	21%	- Logement à construire - Logement ancien rénové à neuf - Logement indécemment en réhabilitation - Local tertiaire réhabilité en logement

fig.33 - Taux de défiscalisation suivant durée d'investissement

En prétendant à cette loi, est imposé une date butoir pour les délais de travaux des logements :

Logement en état futur d'achèvement	30 mois dès la signature de l'acte
Logement à construire	30 mois dès l'obtention du permis de construire
Logement à réover	31 décembre de la 2 <sup>ème</sup> année après l'acquisition du logement ou du local

fig.34 - Dates butoir des travaux souscrits à la loi Pinel

Pour être éligible à la défiscalisation, il faut également correspondre aux plafonds de loyer et de locataires :

Plafonds de loyer	Zone A <sub>bis</sub>	Zone A	Zone B	Zone C	Ces plafonds varient ensuite selon un facteur déterminé grâce à la surface totale du logement : $f = 0,7 + \frac{19}{\text{Surface}_{\text{igt}}}$
2016	16,83€	12,50€	10,07€	8,75€	
2015	16,82€	12,49€	10,06€	8,74€	
2014	16,72€	12,42€	10,00€	8,69€	

fig.35 - Plafond de loyers afin de pouvoir souscrire à la loi Pinel

Les plafonds de ressources des locataires de son côté limite l'accessibilité des logements créés avec cette loi à certains revenus annuels suivant l'année de signature du bail et les zones géographiques.

	Convention à loyer intermédiaire			
	Zone A <sub>bis</sub>	Zone A	Zone B	Zone C
Personne seule	36.993 €	36.993 €	30.151 €	27.136 €
Couple	55.287 €	55.287 €	40.265 €	36.238 €
Célibataire ou couple avec 1 enfants à charge	72.476 €	66.460 €	48.422 €	43.580 €
Célibataire ou couple avec 2 enfants à charge	86.531 €	79.606 €	58.456 €	52.611 €
Célibataire ou couple avec 3 enfants à charge	102.955 €	94.240 €	68.766 €	61.890 €
Célibataire ou couple avec 4 enfants à charge	115.851 €	106.049 €	77.499 €	69.749 €
Majoration pour personne à charge supplémentaire	+ 12.908 €	+11.816 €	+8.646 €	+7.780 €

fig.36 - Plafonds de ressources pour les baux conclus en 2016

	Convention à loyer intermédiaire			
	Zone A <sub>bis</sub>	Zone A	Zone B	Zone C
Personne seule	36.971 €	36.971 €	30.133 €	27.120 €
Couple	55.254 €	55.254 €	40.241 €	36.216 €
Célibataire ou couple avec 1 enfants à charge	72.433 €	66.420 €	48.393 €	43.554 €
Célibataire ou couple avec 2 enfants à charge	86.479 €	79.558 €	58.421 €	52.579 €
Célibataire ou couple avec 3 enfants à charge	102.893 €	94.183 €	68.725 €	61.853 €
Célibataire ou couple avec 4 enfants à charge	115.782 €	105.985 €	77.453€	69.707 €
Majoration pour personne à charge supplémentaire	+ 12.900 €	+11.809 €	+8.641 €	+7.775 €

fig.37 - Plafonds de ressources pour les baux conclus en 2015

	Convention à loyer intermédiaire			
	Zone A <sub>bis</sub>	Zone A	Zone B	Zone C
Personne seule	36.831 €	36.831 €	30.019 €	27.017 €
Couple	55.045 €	55.045 €	40.089 €	36.079 €
Célibataire ou couple avec 1 enfants à charge	72.159 €	66.169 €	48.210 €	43.389 €
Célibataire ou couple avec 2 enfants à charge	86.152 €	79.257 €	58.200 €	52.380 €
Célibataire ou couple avec 3 enfants à charge	102.503 €	93.826 €	68.465 €	61.619 €
Célibataire ou couple avec 4 enfants à charge	115.344 €	105.584 €	77.160 €	69.443 €
Majoration pour personne à charge supplémentaire	+ 12.851 €	+11.764 €	+8.608 €	+7.746 €

fig.38 - Plafonds de ressources pour les baux conclus en 2014

Enfin, sur le volet de la transition énergétique, les logements neufs voulant accéder à cette loi doivent suivre la réglementation RT2012, tandis que ceux en travaux doivent être labialisé soit HPE rénovation 2009 soit BBC rénovation 2009.

Cette mesure ouvre l'opportunité à la construction et à la rénovation du patrimoine bâti. Elle impose une location d'au minimum 6 ans mais permet tout de même à l'acheteur ou au constructeur, si c'est un particulier, d'accéder à la propriété privée. Cette défiscalisation ouvre également des possibilités accrues de prêts de la part des organismes bancaires grâce à l'engagement de l'État. Cependant pour pouvoir en bénéficier, de nombreux critères sont à remplir.

### 3.2.3. L'Éco-prêt à taux Zéro

Disponible jusqu'au 31 décembre 2018, l'Éco-prêt à taux zéro vise à donner la possibilité aux ménages le demandant de réaliser des travaux d'amélioration énergétique sans apports personnels et sans intérêts sur le prêt. Il permet d'emprunter jusqu'à 30.000€ pour financer des travaux d'amélioration énergétique du logement tels que les frais liés à la maîtrise d'œuvre et à l'étude thermique ou les frais d'assurance de maîtrise ou tous travaux réalisés par un professionnel, indissociables des travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique du logement. Ce dernier doit cependant avoir été réalisé avant le 1<sup>er</sup> janvier 1990 pour que le demandeur puisse être éligible.

Le plafond de financement fonctionne de manière forfaitaire de sorte qu'un bouquet de deux travaux donne le droit à un prêt d'au maximum 20.000€ remboursable sur 10 ans. Pour trois travaux ou plus, le plafond atteint 30.000€ remboursable sur 15 ans. Quant à la durée minimale de remboursement, elle peut être réduite à 3 ans si le bénéficiaire en fait la demande.

Six catégories de travaux sont éligibles pour en bénéficier:

- Isolation de la totalité de la toiture ;

- Isolation de la surface des murs donnant sur l'extérieur (au moins 50%) ;
- Remplacement des huisseries donnant sur l'extérieur (au moins 50%) ;
- Installation ou remplacement d'un système de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire ;
- Installation d'un système de chauffage utilisant une source d'énergie renouvelable ;
- Installation d'une production d'eau chaude sanitaire utilisant une source d'énergie renouvelable.

Une autre catégorie de travaux permet de prétendre à un prêt de 30.000€, ceux concernant la performance énergétique globale. Ces derniers ont pour objectif d'améliorer l'indice sur l'étiquette énergétique du foyer. Ainsi si la consommation en énergie primaire est supérieure à 180kWh/m<sup>2</sup>/an avant les travaux, il est imposé d'atteindre le seuil minimal de 150kWh/m<sup>2</sup>/an. Pour les logement ayant en revanche un Cep de départ inférieur à 180kWh/m<sup>2</sup>/an, il est demandé au propriétaire, pour bénéficier du prêt, de le diminuer au moins jusqu'à une valeur de 80kWh/m<sup>2</sup>/an.

L'Éco PTZ est ainsi cumulable avec le crédit d'impôt transition énergétique pour les mêmes travaux ainsi qu'avec les aides de l'Anah, des collectivités territoriales et des fournisseurs d'énergie, ce qui représente un fort potentiel de financement pour des travaux énergétiques.

### 3.2.4. Bonus de constructibilité

Depuis juin 2016, cette permission de dépassement de gabarits lors de la demande de permis de construire est entrée en vigueur. Son objectif est de permettre l'ajout de 30% de surface à la surface maximale prévue par le PLU si le bâtiment se trouve être exemplaire soit dans sa consommation d'énergie, par sa qualité environnementale ou encore dans son rendement positif en énergie.

Dans le premier cas il faut que la consommation en énergie primaire soit inférieure d'au moins 20% au Cep de référence, c'est à dire 40kWh/m<sup>2</sup>/an.

Le second cas reprend l'exigence du premier et y ajoute un seuil, en kilogramme équivalent CO<sub>2</sub> par mètre carré - Kg<sub>eq</sub> CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Il impose également le respect d'au minimum deux des trois critères suivants :

- La quantité de déchets de chantier valorisés pour la construction du bâtiment est supérieure à un seuil fixé par arrêté ;
- Le bâtiment comporte une part minimale de matériaux faiblement émetteurs en composés organiques volatils et les installations de ventilation font l'objet d'une démarche qualité prévue par arrêté ;
- Le bâtiment comprend le taux minimal de matériaux biosourcés mentionné par arrêté.

Enfin dans le troisième cas, le bâtiment est dit à énergie positive lorsqu'il atteint l'équilibre entre sa consommation d'énergies non renouvelables et sa production d'énergie renouvelable injectées dans le réseau. Le bilan doit être inférieur au seuil défini par arrêté.

Au vu des justificatifs, la mairie ou l'établissement public de coopération intercommunale concerné par la demande de permis de construire décidera d'octroyer un bonus de constructibilité pouvant aller jusqu'à 30% de la surface normalement prévue.



### 3.2.5. Fonds sociaux d'aide aux travaux de maîtrise de l'énergie

Cette aide, de 2004, a pour vocation d'aider les locataires ou propriétaires occupants défavorisés à financer leurs travaux de rénovation énergétique. En parallèle des réhabilitations lourdes du bâti, les travaux se concentrant sur l'optimisation et la maîtrise de l'énergie peuvent se révéler bien plus simples à réaliser pour des ménages en difficulté. Ce type de travaux à coût réduit peut en effet rapidement améliorer la qualité de vie au sein d'un logement grâce à une isolation thermique, un calfeutrage ou un remplacement des fenêtres, la mise en place d'un thermostat programmable ou d'un poêle à bois, etc.

Disponibles dans certains départements, ces fonds sociaux d'aide aux travaux de maîtrise de l'énergie - FSATME - sont gérés le plus souvent par les services du conseil départemental et regroupent les financements de différents partenaires. Ainsi c'est un complément à d'autres aides telles que celles de l'établissement public d'État, l'Agence Nationale de l'Habitat — l'Anah — et d'autres prêts existants. Mais il s'insère généralement dans le Plan départemental d'action pour le logement et l'hébergement des personnes défavorisées (PDALHPD)

On estime aujourd'hui que près de d'un quart des ménages se trouve à plusieurs reprises dans l'incapacité de payer à temps ses factures d'énergies, et environ 500.000 personnes bénéficient aujourd'hui du tarif électricité de première nécessité.

Le FSTAME regroupe les financements de différents partenaires et peut compléter des aides et prêts existants, notamment ceux proposés par l'État, l'Anah ou la CAF par exemple. Les bénéficiaires de ce type d'aide sont les ménages relevant des services sociaux, il leur est accordé en moyenne une subvention de 770€.

### 3.2.6. Crédit d'Impôt Transition Énergétique

Le Crédit d'Impôt Transition Énergétique - Cite - concerne certaines dépenses d'équipement pour l'amélioration de la qualité environnementale de logements utilisés comme résidence principale. Ils doivent être achevés depuis plus de deux ans, et s'applique aujourd'hui aux dépenses faites avant le 31 décembre 2016.

Les travaux doivent être réalisés par une entreprise certifiée Reconnu Garant de l'Environnement — RGE — après une visite du logement préalablement à la rédaction du devis.

Le montant du crédit d'impôt peut représenter jusqu'à 30% des dépenses éligibles tout en étant plafonné à 8.000€ pour une personne vivant seule et 16.000€ pour tout couple soumis à une imposition commune. Ces sommes peuvent être majorées de 400€ pour toute personne à charge incluant le foyer. Pour un enfant en résidence alternée, cette majoration descend à 200€.

Type de travaux	Équipements concernés
Économies d'énergie	Chaudière à haute performance énergétique (HPE)
	Chaudière à condensation sous réserve de devis accepté ou d'acompte versé avant 2016
	Chaudière à micro-cogénération gaz
	Appareil de régulation de chauffage
Isolation thermique	Matériel d'isolation thermique des parois opaques (plancher, plafond, mur, toiture)
	Matériel d'isolation thermique des parois vitrées (fenêtre, porte-fenêtre, etc.)
	Volet isolant
	Porte d'entrée donnant sur l'extérieur
	Matériel de calorifugeage
Équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable	Équipement de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire (énergie solaire ou hydraulique)
	Système de fourniture d'électricité à partir de l'énergie éolienne sous réserve de devis accepté ou d'acompte versé avant 2016
	Système de fourniture d'électricité (énergie hydraulique ou biomasse)
	Pompe à chaleur, autre que air/air, dont la finalité essentielle est la production de chaleur ou d'eau chaude sanitaire
Autres dépenses	Équipement de raccordement à un réseau de chaleur
	Diagnostic de performance énergétique (pour un même logement, un seul DPE par période de 5 ans)
	Borne de recharge de véhicules électriques
	Compteur individuel pour le chauffage et l'eau chaude sanitaires

fig.39 - Liste des équipements concernés par le crédit d'impôt Transition énergétique

### 3.2.7. Exonération de taxe foncière

L'exonération de taxe foncière concerne les logements achevés avant le 1<sup>er</sup> janvier 1989 ayant fait l'objet de travaux pour réaliser des économies d'énergie dans le cadre de la transition énergétique. Elle a une validité de 5 ans à partir de l'année suivante après le règlement des équipements et fait bénéficier d'un taux de 50% ou 100% d'exonérations. Les travaux éligibles sont les suivants :

- l'acquisition de matériaux d'isolation thermique ou d'appareils de régulation de chauffage ;
- le coût d'équipements sources d'énergies renouvelables ou des pompes à chaleur ;
- les coûts de raccordement à un réseau de chaleur alimenté en majorité par des énergies renouvelables ou une installation de cogénération ;
- le coût d'équipements de récupération et de traitement des eaux pluviales ;
- les appareils de régulation de chauffage ou fournissant de l'eau chaude sanitaire fonctionnant à l'énergie hydraulique ;
- les installations permettant de récupérer les eaux de pluie nécessaires aux besoins de l'habi-

tation.

Afin de bénéficier de cette exonération, le propriétaire doit avoir réalisé des dépenses d'équipement pour le logement concerné, ouvrant des droits au crédit d'impôt Transition énergétique. Cependant ils doivent être supérieur soit à 10 000€ au cours de l'année précédant l'application de l'exonération soit à 15 000€ par logement au cours des 3 années précédant l'application de l'exonération.

### 3.2.8. Exonération de taxe foncière TFPB

L'exonération de taxe foncière sur les propriétés bâties — exonération TFPB — est en œuvre depuis 2009. Elle concerne tout logement neuf achevé depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2009 et labialisés Bâtiment Basse Consommation énergétique -BBC 2005. Elle permet alors aux propriétaires de bénéficier d'une exonération de taxe foncière de 50% ou 100% suivant la décision prise par les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale. Ces dernières vont également décider de la durée de validité de cette exonération d'un minimum de 5 ans.

### 3.2.9. TVA 5,5%

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014, une TVA à taux réduit est possible pour les travaux réalisés au sein des logements. Ils doivent viser à améliorer la performance énergétique de ces derniers. Ainsi toute entreprise d'amélioration, de transformation, d'aménagement et d'entretien et aux travaux d'amélioration de la qualité énergétique sur un logement faisant appel aux services d'un ou plusieurs professionnels profite d'un taux de TVA à 5,5% sur ces services.

Cette aide s'applique pour les locaux à usage d'habitation achevés depuis plus de deux ans. Cependant des conditions restrictives sont à prendre en compte puisque la réduction de TVA n'opère pas si les travaux entrepris :

- conduisent à une surélévation du bâtiment ou à une addition de construction ;
- remettent à état neuf plus de la moitié du gros œuvre ;
- remettent à l'état neuf à plus des deux tiers chacun des éléments de second œuvre ;
- augmentent la surface de plancher des locaux existants de plus de 10 %

### 3.2.10. Chèque énergie

Le chèque énergie est une aide nominative au paiement des factures d'énergie du logement. Elle est distribuée au regard des ressources et de la composition du foyer concerné. Cette méthode est aujourd'hui expérimentée dans 4 départements : l'Ardèche, l'Aveyron, les Côtes d'Armor et le Pas-de-Calais. Il permet alors de régler les dépenses auprès des fournisseurs d'énergie tels que l'électricité, le gaz, le chauffage fioul, bois ou tout autre combustible.

### 3.3. Aides au Luxembourg

Outre l'outil d'analyse qu'est le PNDD et de constat écologique qu'est le CPE, le gouvernement s'axe beaucoup sur des aides et des primes à la construction, ainsi que sur la mise aux normes, afin de pousser les particuliers à investir dans les pratiques et technologies écologiques. En effet depuis 1979, le Grand Duché du Luxembourg mène une politique d'aide au logement et de facilitation d'accès à la propriété privée. Il cherche ainsi à promouvoir la mixité sociale et la qualité du logement de manière à ce qu'il réponde aux objectifs du développement durable et à ceux de la qualité de vie.

Le gouvernement a mis en place une nouvelle structure nationale nommée Myenergy dans le but de promouvoir et d'informer sur la transition énergétique. La mission de cette structure est de faciliter l'accès autant aux particuliers qu'aux entreprises à toutes les informations nécessaires quant à la réalisation d'un projet lié à l'énergie ou au développement durable. Y sont également rassemblées les différentes aides que l'état peut apporter dans ce domaine.

#### 3.3.1. Aide financière pour conseil en énergie

Le ministère de l'environnement a mis en place des subventions aux particuliers investissant dans l'économie d'énergie pour encourager les projets ayant pour but d'utiliser les sources d'énergie renouvelable. Ainsi avant la mise en œuvre du projet, la première étape pour réaliser un assainissement énergétique est la consultation d'un conseiller expert, architectes, ingénieur, ou homme de l'art ayant suivi une formation professionnelle agréée de 40h en matière d'efficacité énergétique.

Afin de pouvoir disposer de cette aide, il est nécessaire que le particulier ait en projet soit la construction d'un logement basse énergie, soit la rénovation d'une ancienne habitation. Il peut aussi prétendre à la subvention s'il prévoit de la pose de systèmes techniques augmentant l'efficacité énergétique de son foyer.

Cependant, il est à noter que le conseil en énergie est facultatif dans le cadre de la construction neuve ou de l'installation de nouveaux systèmes techniques.

Conseil en énergie	Subvention	Montant maximal
Conseil en énergie – Installations techniques	Forfait	150€
Conseil en énergie pour la construction d'une maison «à basse consommation d'énergie»	70€ / h	- 350€ pour une maison individuelle - 420€ pour une maison de 2 appartements - 10€ pour chaque appartement supplémentaire (maximum 600€)
Conseil en énergie pour la construction d'une maison «passive»	70€ / h	- 700€ pour une maison individuelle - 840€ pour une maison de 2 appartements - 20€ pour chaque appartement supplémentaire (maximum 1.200€)
Conseil en énergie pour l'amélioration énergétique d'un bâtiment existant	70€ / h	- 1000€ pour une maison individuelle - 1.200€ pour une maison de 2 appartements - 25€ pour chaque appartement supplémentaire (maximum 1.600€)

fig.40 - Forfaits de conseil énergétique

Ce dispositif est valable pour des investissements dont les factures ont été établies avant le 31 décembre 2012 inclus.

### 3.3.2. PRIME HOUSE

La prime « PRIME House » est un régime d'aides financières à destination des particuliers que l'état propose car il souhaite rendre accessible aussi bien une rénovation, qu'une mise à niveau énergétique ou une construction neuve dans le domaine du logement. Elle a été mise en place afin d'encourager la rénovation énergétique des bâtiments existants où les potentiels d'économies sont particulièrement importants. Elle favorise également le soutien des nouvelles constructions à faible consommation d'énergie et des installations techniques valorisant les sources d'énergies renouvelables. Sont concernés les logements dont les trois étiquettes du CPE sont notées A ou B, on parle alors de logements AAA ou BBB.

La PRIME House doit être encadrée par un conseil en énergie dans le cadre d'une rénovation énergétique ; ce conseil est subventionné par un montant forfaitaire. Les particuliers souhaitant souscrire à ces aides doivent impérativement réaliser un conseil énergétique avant le 31 décembre 2016. Les travaux donnant lieu à des rénovations doivent alors s'achever avant le 31 décembre 2020.

Élément rénové	Aides financières spécifiques €/m <sup>2</sup>			
	Standard D	Standard C	Standard B	Standard A
Mur extérieur (isolation extérieure)	20 €/m <sup>2</sup>	25 €/m <sup>2</sup>	30 €/m <sup>2</sup>	36 €/m <sup>2</sup>
Mur extérieur (isolation intérieure)	20 €/m <sup>2</sup>	25 €/m <sup>2</sup>	30 €/m <sup>2</sup>	36 €/m <sup>2</sup>
Murs contre sol ou zone chauffée	12 €/m <sup>2</sup>	13 €/m <sup>2</sup>	13 €/m <sup>2</sup>	14 €/m <sup>2</sup>
Toiture	15 €/m <sup>2</sup>	24 €/m <sup>2</sup>	33 €/m <sup>2</sup>	42 €/m <sup>2</sup>
Dalle supérieure contre zone non chauffée	10 €/m <sup>2</sup>	18 €/m <sup>2</sup>	27 €/m <sup>2</sup>	35 €/m <sup>2</sup>
Dalle inférieure contre zone non chauffée ou sol extérieur	12 €/m <sup>2</sup>	13 €/m <sup>2</sup>	13 €/m <sup>2</sup>	14 €/m <sup>2</sup>
Fenêtres et portes-fenêtres cadres inclus	40 €/m <sup>2</sup>	44 €/m <sup>2</sup>	48 €/m <sup>2</sup>	52 €/m <sup>2</sup>

fig.41 - Aides PRIME House selon les types de travaux

Ces aides sont calculées de manière à ce que plus la performance énergétique du bien est élevée, plus le montant des aides financières est important. Ceci se veut motivant en permettant des mesures individuelles, tout en incitant les rénovations intégrales et la possibilité de procéder à une rénovation intégrale par étapes.

Des critères imposent également, selon le standard visé, des valeurs seuils pour les coefficients de résistance thermique de chaque élément rénové. Ce qui assure le respect de la classe énergétique.

Pour les constructions neuves, il en va de même avec l'adaptation des subventions qui mettent l'accent sur les maisons AAA, l'orientation vers des logements plus denses et l'incitation à intégrer des protections solaires appropriées. Pour les maison unifamiliales, les travaux peuvent être subventionnés jusqu'à une surface de 150m<sup>2</sup>, tandis que pour les appartements faisant parti d'une résidence, ce seuil est fixé à 120m<sup>2</sup>.

Les surfaces additionnelles ne sont donc pas subventionnées. Enfin, les travaux concernant un logement AAA doivent être achevés avant le 31 décembre 2020 tandis que pour un logement BBB, ils doivent être fini avant le 31 décembre 2017.

	Date de demande d'autorisation de bâtir	
	01/01/2013 - 31/12/2014	01/01/2015 - 31/12/2016
Maison unifamiliale <150m <sup>2</sup>	160 €/m <sup>2</sup>	70 €/m <sup>2</sup>
Appartement dans résidence ≤ 1.000 m <sup>2</sup>		
- jusqu'à 80 m <sup>2</sup>	139 €/m <sup>2</sup>	52 €/m <sup>2</sup>
- entre 80 et 120 m <sup>2</sup>	87 €/m <sup>2</sup>	31 €/m <sup>2</sup>
Appartement dans résidence > 1.000 m <sup>2</sup>		
- jusqu'à 80 m <sup>2</sup>	99 €/m <sup>2</sup>	44 €/m <sup>2</sup>
- entre 80 et 120 m <sup>2</sup>	57 €/m <sup>2</sup>	26 €/m <sup>2</sup>

fig.42 - Aide financière pour logement classé AAA

	Date de demande d'autorisation de bâtir	
	01/01/2013 - 31/12/2013	
Maison unifamiliale <150m <sup>2</sup>	45 €/m <sup>2</sup>	
Appartement dans résidence ≤ 1.000 m <sup>2</sup>		
- jusqu'à 80 m <sup>2</sup>	40 €/m <sup>2</sup>	
- entre 80 et 120 m <sup>2</sup>	25 €/m <sup>2</sup>	
Appartement dans résidence > 1.000 m <sup>2</sup>		
- jusqu'à 80 m <sup>2</sup>	34 €/m <sup>2</sup>	
- entre 80 et 120 m <sup>2</sup>	21 €/m <sup>2</sup>	

fig.43 - Aide financière pour logement classé BBB

Un système de subvention complémentaire permet pour une nouvelle construction AAA ou BBB de bénéficier d'une aide sur l'installation d'un système de protection solaire ou d'un échangeur de chaleur géothermique :

	Subventions en % de coût	Montant maximal	Conditions
Système de commande d'une protection solaire extérieure	Forfait	- m.u. : 500€ - r. : 250€ par unité d'habitation, max. 2.500€	- Protection solaire sur toutes les façades - Commande pour chaque façade individuellement en fonction de l'intensité et de la direction du rayonnement solaire
Échangeur de chaleur géothermique pour la ventilation mécanique contrôlée	50%	- m.u. : 1.000€ - r. : 1.500€ + 200 € par unité d'habitation à partir de la 3e unité, max. 4.000 €	Profondeur minimale : 1,5 m - longueur minimale échangeur à air : 40 m - longueur minimale échangeur à eau glycolée : 100 m

m.u. = maison unifamiliale / r. = résidence

fig.44 - Aides PRIME House suivant les systèmes de chauffage

Avec le recours aux énergies renouvelables aussi bien dans les travaux de construction que de rénovation, des aides financières supplémentaires peuvent être demandées. Celles-ci se rapportent aux coûts d'investissement de l'installation et leur montant maximal est limité. Elles peuvent également être demandées en dehors de toute construction ou rénovation de logement, pour une diminution de l'impact écologique du logement.

Tous les investissements réalisés doivent l'être entre le 1<sup>er</sup> janvier 2013 et le 31 décembre 2016. Mises à part les installations photovoltaïques, dont le délai est prolongé jusqu'au 31 décembre 2020. Pour obtenir les aides pour ce dernier système, il est nécessaire de réaliser cet investissement soit lors de la construction d'une habitation neuve AAA, soit lors de la rénovation énergétique d'une maison existante.

	Subvention (% des coûts)	Maison unifamiliale	Résidence	Conditions
<b>Chauffage au bois</b>				
Chaudière à granulés ou plaquettes de bois	40%	5.000€	4.000€ par unité d'habitation (max. 20.000€)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seuils d'émissions</li> <li>- Rendement ≥ 90%</li> <li>- Chaudière à bûches ou combinaison bûches/granulés : réservoir tampon ≥ 55l/kW</li> <li>- Poêle à granulés : au moins 50% soutirage de la chaleur utile au calo-porteur</li> </ul>
Chaudière à bûche ou combinaison bûches/granulés	25%	2.500€	max. 2.500€	
Poêle à granulés de bois	30%	2.500€	-	
<b>Réseau de chauffage urbain</b>				
Raccordement à un réseau de chauffage urbain	-	50€/kW max. 15kW	15€/kW max. 8kW par unité d'habitation	Le taux de couverture par des sources d'énergies renouvelables doit être ≥ 75%
Mise en place d'un réseau de chauffage urbain	30%	7.500€	-	
<b>Énergie solaire</b>				
Installation solaire thermique	50%	2.500€	2.500€ par unité d'habitation (max 15.000€)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collecteurs certifiés par Solar Keymark</li> <li>- Calorimètre</li> <li>- Surface des collecteurs (seulement appoint de chauffage) ≥ 9m<sup>2</sup> pour collecteurs plans ≥ 7m<sup>2</sup> pour collecteurs tubulaires sous vide</li> </ul>
Installation solaire thermique avec appoint de chauffage	50%	4.000%	4.000€ par unité d'habitation (max. 17.000€)	

Une aide forfaitaire supplémentaire de 300€ est accordée si la mise en place de l'installation solaire thermique se fait conjointement avec le remplacement d'une chaudière existante par une chaudière à bois ou par une pompe à chaleur.

fig.45 - Aides PRIME House suivant les sources d'énergies

### 3.3.3. Collecte eaux pluviales

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2003, les installations de collecte d'eau de pluie font l'objet d'une aide financière de la part du gouvernement luxembourgeois. Il estime que 5% du réseau des canalisations est dédié à l'acheminement des eaux pluviales. Afin de gérer cet afflux allant se déverser dans les ruisseaux des bassins de retenue sont construits. Cependant la ressource en eau tient une grande importance dans le PNDD du pays.

Ainsi la démocratisation des systèmes de récupération d'eau pluviale permet d'une part d'économiser les ressources en eau potable, mais également de réduire les dimensions des canalisations posées pour les eaux pluviales et de réduire les crues.

Le Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire permet donc l'accès à une aide de



1.000€ maximum à condition que le demandeur remplisse les conditions suivantes :

- une surface de la toiture raccordée :  $\geq 40 \text{ m}^2$  ;
- un volume du réservoir :  $\geq 3000$  litres ;
- au moins 1 sanitaire raccordé ;
- aucune connexion physique avec le réseau d'eau potable ;
- réalisation des conduites du réseau d'eau de pluie dans un autre matériau ou dans une autre couleur que ceux utilisés pour l'eau potable ;
- les robinets librement accessibles doivent être équipés de poignets amovibles ;
- la conception du réseau d'eau de pluie doit permettre ultérieurement l'installation d'un compteur d'eau supplémentaire ;
- un panneau indiquant la présence d'une installation de collecte d'eau de pluie doit être placé à proximité du compteur d'eau potable ;
- une réception constatant la conformité de l'installation doit être réalisée par le service compétant de la Chambre des Métiers.

### 3.3.4. Fournisseurs d'électricité et de gaz naturel

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2015, le Grand Duché a mis en place un système d'obligation envers les fournisseurs d'électricité et de gaz naturel. Il force ces derniers à engendrer des économies d'énergies auprès des consommateurs. Ils doivent alors proposer de nouvelles prestations offrant des conseils sur l'implémentation de mesures d'efficacité énergétique chez le client.

Ainsi, pour faire valoir des mesures d'efficacité énergétique, les fournisseurs doivent démontrer qu'ils ont joué un rôle significatif dans la réalisation de celles-ci en soutenant par une contribution directe le consommateur qui réalise la mesure concernée. Cette contribution peut prendre plusieurs formes, telle qu'une participation financière directe par exemple.



### **III. Analyse comparative**

#### **1. Trois démarches distinctes**

Si nous analysons les éléments relevés sur les certificats de performances énergétiques, nous constatons dans un premier temps que la directive européenne a produit de nombreuses disparités entre les états dans le domaine de la transition énergétique. Chaque État, ou région, a adapté le texte européen sur son territoire, cependant on note tout de même une volonté de l'UE d'amener ses pays membres vers une uniformisation de ces réglementations. Or sur un échantillon de trois pays, nous observons déjà cinq interprétations différentes. En effet, nous avons vu que la Belgique possède trois réglementations différentes sur son territoire, une pour la Flandres, une autre pour la région Bruxelles-Capitale et une dernière pour la Wallonie alors que la France et le Luxembourg n'en possède qu'une seule valable sur tout leur territoire.

Au-delà du défi que représenterai une telle uniformisation future, il est important de se demander s'il sera pertinent d'amener tous ces pays, aux contextes politico-économiques et climatiques différents, vers une même réglementation ? Les besoins et les moyens disponibles sont-ils équivalents entre un pays nordique comme la Finlande, un autre des Balkans comme la Bulgarie et un dernier comme le Luxembourg ?

L'Union Européenne d'aujourd'hui n'a plus vocation, comme à sa constitution, à devenir une Europe politique. Elle est principalement devenue, au fil des traités, un territoire de libre échange des biens et des marchandises. Des décisions politiques, à cette échelle, sont difficiles à mener à terme.

Cependant, on note tout de même que cette démarche européenne permet à chaque pays d'adapter la directive et de créer ses propres outils d'analyses et de réglementations. Ceci en fonction des problèmes présent dans son parc immobilier d'une part et de son contexte climatique et économique. La directive européenne à donc un effet de diversification des démarches, d'enrichissement des solutions et d'adaptabilité. Ces aspect de la démarche sont important, car à l'heure actuelle, aucune solution théorisée n'est élaborée à l'échelle d'un état. Nous sommes dans une phase de recherche de solutions afin de préserver notre environnement.

Les réglementations étudiées dans ce travail sont alors elles même en pleine construction et évolution. Cela ce voit notamment grâce à l'objectif final visé par l'Union Européenne et plus généralement l'Organisation des Nations Unies, limiter les rejets de gaz à effet de serre afin de maintenir une augmentation des températures moyennes en dessous de 2°C. Des échéanciers sont mis en place avec des objectifs intermédiaires permettant d'avancer progressivement vers le résultat souhaité.

## 1.1. Les certificats de performance énergétique

Avec les données des étiquettes énergétiques, il n'est pas évident de pouvoir les comparer. Chacun des pays a décidé de noter différemment les points qu'il avait choisis pour constituer son certificat de performance énergétique. La seule donnée qui se retrouve dans toutes les réglementations est la consommation en énergie primaire. Mais les classes et les valeurs de références choisies sont là encore bien distinctes entre les pays. La Belgique a même un cumul de trois échelles de valeurs différentes, une par région.

Afin d'avoir une meilleure vision d'ensemble sur les CPE étudiés, il est nécessaire d'en faire un parallèle suivant les différentes valeurs pour une même classe énergétique consommation énergétique

	A+	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Belgique	≤45	≤85	≤170	≤255	≤340	≤425	≤510	>510	-	-
France	-	≤50	≤90	≤150	≤230	≤330	≤451	>451	-	-
Luxembourg	-	≤45	≤95	≤125	≤140	≤210	≤295	≤305	≤530	>530

fig.46 - Consommation énergétique en kWh/m<sup>2</sup>/an

Les données brutes paraissent assez difficiles à interpréter, il est nécessaire de passer par plusieurs prismes afin de pouvoir comparer ces différentes étiquettes énergétiques entre elles. Dans les deux cas suivants. Le premier place les valeurs dans une représentation par graphique des différents niveaux d'exigences en fonction des classes énergétiques. Le second a pour but de rapprocher visuellement avec un code couleurs les valeurs qui sont similaires, ou qui se situent dans un intervalle réduit.

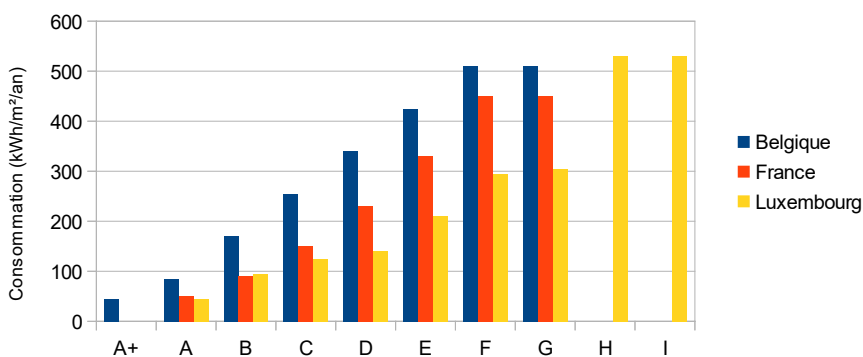


fig.47 - Consommation énergétique en kWh/m<sup>2</sup>/an

	A+	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Belgique	≤45	≤85	≤170	≤255	≤340	≤425	≤510	>510	-	-
France	-	≤50	≤90	≤150	≤230	≤330	≤451	>451	-	-
Luxembourg	-	≤45	≤95	≤125	≤140	≤210	≤295	≤305	≤530	>530

fig.48 - Consommation énergétique en kWh/m<sup>2</sup>/an  
Rapprochement colorimétrique

Ces deux méthodes de représentations permettent de constater certains décalages qui se créent

entre les pays. On remarque nettement que le Luxembourg est le pays le plus exigeant en termes de consommation énergétique des bâtiments. La France a fixé des valeurs relativement équivalentes pour les classes supérieures, de A à C. Cependant elles tendent par la suite à s'en éloigner. La Belgique, quant à elle, atteint la classe A de ces deux autres pays avec une classe supplémentaire, A+. Ceci crée un décalage notable avec la réglementation de ses voisins et se trouve ainsi moins exigeante avec le même indice. Ainsi en 2016 alors que la France et le Luxembourg ont des exigences pour atteindre leur classe A, relativement équivalentes, pour tout nouveau bâtiment, la Belgique elle impose une consommation d'énergie classée A mais bien plus proche de la B des deux autres pays. Ce décalage minimise gêne la lecture et la comparaison directe entre les biens immobiliers des trois pays ; même s'il existe encore plus de différence avec le système flamand qui ne gradue aucunement les bâtiments en classes d'énergie.

Enfin, on peut également superposer des représentations graphiques suivant l'échelle de la consommation en énergie primaire. Ainsi la comparaison portera sur l'échellonnage des différentes classes de chaque certificats.

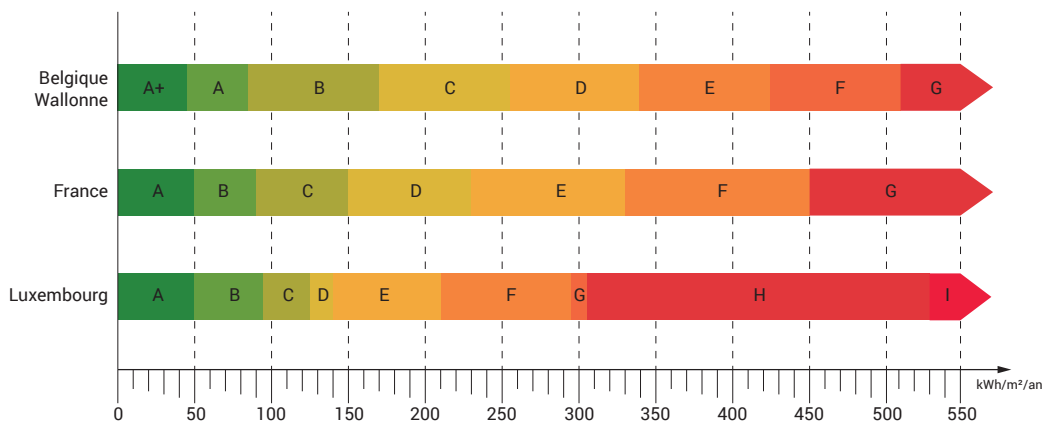


fig.49 - Consommation énergétique en kWh/m²/an  
Répartition graphique des classes

Dans un premier temps, la Belgique à des classes uniformément répartie dans les différents intervalles. En effet on constate que si on calcule la différence entre chaque étiquette, il y a toujours un écart de 85 entre deux classes voisines. Le modèle Belge est donc construit en partie rigoureusement afin d'échelonner régulièrement le bâti selon une échelle linéaire.

Dans le cas de la France, on remarque que ces mêmes écarts évoluent en grandissant au fur et à mesure que l'on se rapproche des classes inférieures. Cela crée une échelle qui marque bien plus les différences entre les étiquettes de la moitié supérieure. Elle perd cependant en précision dans son évolution vers les étiquettes les moins performantes. Ce constat est encore plus fort au Luxembourg qui avant une consommation de 150kWh/m²/an échelonne les bâtiments sur quatre niveaux entiers alors que la Belgique n'en possède que deux et la France trois. Mais comme pour cette dernière, elle perd en précision en progressant vers les classes inférieures.

Cela montre une échelle qui fait ressortir les efforts dans la rénovation thermique d'un logis. En effet il est toujours plus simple de passer d'une classe inférieure à une classe moyenne. Ceci car les premiers travaux ont un plus grand impact que ceux réaliser pour passer d'une classe moyenne à une classe supérieure. C'est à dire que dans le premier cas il s'agira d'isoler correctement un bâtiment qui ne l'est absolument pas à la base. Alors que dans le second, il s'agira de travaux moins uniformes se

penchant sur les détails de chaque logement.

Sur un bâtiment existant, il est bien plus simple de venir couvrir une façade avec un isolant et compléter la ventilation par l'installation d'une VMC double flux si le bâtiment n'a pas été conçu avec ces technologies. Leur effet sur le confort de vie ne sera pas négligeable. Alors que dans le cas où de tels installations existent déjà dans le bâti, il faut mener des études afin de déterminer les failles dans les différents systèmes afin de pouvoir les améliorer et ainsi augmenter l'efficacité thermique du logement. De tels travaux sont nettement plus complexes et nécessite l'intervention de spécialistes pouvant étudier la construction. Les gains fait avec de tels interventions peuvent se révéler assez peu efficaces pris indépendamment. Pour avoir un effet notable dans ce cas, il faut réellement réaliser tout les travaux d'améliorations ensemble car chacun ne corrige qu'une très petite partie du problème.

C'est donc en cela que les échelles française, mais surtout luxembourgeoise fonctionnent mieux que celle de la Belgique puisque elles donnent plus d'importance à la réfection de logements existants disposant déjà d'une performance moyenne mais souhaitant l'améliorer.

On peut donc en conclure que les Certificats de Performance Énergétique de la France et du Luxembourg sont beaucoup plus « sensibles » que celui de la Belgique dans le classes supérieures. Cependant elles tendent à perdre cette dernière au fur et à mesure de la progression vers les classes moins performantes alors que la Belgique garde des paliers réguliers.

Outre les étiquettes de consommation en énergie primaire, les trois CPE étudiés ne montrent pas beaucoup plus de points communs. Ils donnent tous une certaine importance, comme l'exige l'Union Européenne donc, à ce critère et ont ensuite composés chacun à leur manière les pièces restantes pour analyser plus ou moins objectivement la qualité d'un logement.

La Belgique de son côté s'emploie à signaler la présence et la performance en pourcentage des système d'eau chaude sanitaire et de chauffage du logement. Elle ne leur donne alors pas une classe énergétique, mais une remarque allant de médiocre à excellente suivant leur niveau de performance.

La France se concentre elle sur un seul autre critère que la consommation en énergie primaire, les rejets de gaz à effet de serre. Il dépend grandement des système énergétique choisis pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. La classe A se révèle difficilement atteignable pour les cas d'une rénovation de logement.

Le Luxembourg enfin analyse quant à lui se base sur deux autres critères, en plus de la consommation en énergie primaire, qui sont la classe d'isolation thermique et l'impact environnemental. La première mesure la quantité d'énergie nécessaire pour chauffer le logement en fonction de sa superficie. Tandis que le second vise à calculer la quantité de gaz à effet de serre lors de l'utilisation du bâtiment. Nous pouvons donc comparer ce dernier critère entre la France et le Luxembourg.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
France	≤5	≤10	≤20	≤35	≤55	≤80	> 80	-	-
Luxembourg	≤11	≤21	≤27	≤32	≤46	≤65	≤107	≤144	>144

fig.50 - Rejet de gaz à effet de serre en eq kgCO2/m²/an

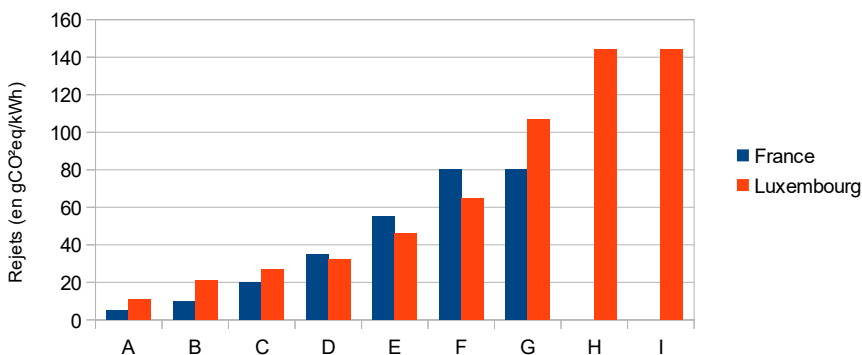


fig.51 - Rejet de gaz à effet de serre en eq kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an

On voit alors que sur les classes les plus hautes, de A à C, la France est bien plus exigeante que le Luxembourg. Elle valorise alors un peu plus les efforts afin de réduire au maximum les émissions de GES au sein des logements.

Cependant le problème reste, il n'est pas simple de réaliser un parallèle clair entre ces étiquettes énergétiques. La directive européenne n'imposant pas de méthode de calculs précise, toutes ces données restent relatives aux pays les ayant définies, puisque chacun a développé ses propres outils de mesure et d'échelonnage.

On peut aussi noter que dans ces réglementations ainsi que dans la directive, aucune mention n'est faite sur l'économie du système constructif en lui-même. Ce que l'on appelle l'énergie grise des constructions n'est absolument pas prise en compte dans les calculs et dans les certificats de performances énergétique. Cette dernière représente la quantité d'énergie consommée lors du cycle de vie d'un matériau ou d'un produit. Elle inclue donc toute l'énergie de la production à la mise en œuvre en passant par le transport. Ainsi à titre d'exemple, l'énergie grise d'un béton armé est estimée à 1.850 kWh/m<sup>3</sup> et celle d'un bois dit d'œuvre consommera 180 kWh/m<sup>3</sup>. En englobant ceci dans le calcul de coût en énergie, une construction devient bien plus énergivore. En moyenne, l'Institut pour la Conception Éco-responsable du Bâti - ICEB - évalue que, sur toute la durée de vie d'un édifice, 20% des dépenses en énergie sont effectuées lors de la phase de construction.

Aujourd'hui dans les réglementations seules les économies faites dans la vie habitée du bâtiment sont chiffrées. Cela dénote avec la volonté annoncée d'arriver d'ici 2050 à des architectures soutenables n'impactant plus sur leur environnement. L'effet produit est de pousser vers une construction plus respectueuse de l'environnement dans son utilisation mais n'engage aucun changement dans les méthodes de construction et de réflexion du bâti. On continue en effet de voir la plupart des nouvelles constructions réalisées encore avec des briques alvéolaires, des murs en béton armé et des isolations en dérivés de pétrole. En effet si l'on prend en compte l'impact environnemental dans la fabrication du béton et ses dérivés, continuer de construire principalement avec ces matériaux et contraire à la démarche écologique. En effet, pour produire du béton, on doit utiliser entre autres matériaux du sable, seconde ressource la plus exploitée dans le monde. Il se trouve être en nette diminution depuis plusieurs années. Son exploitation occasionne d'innombrable dégât sur les fonds marin et sur les littoraux.

L'essor que pourrait avoir de nouveaux matériaux innovants tels que la construction en paille, en terre crue ou en **mycélium** reste pour l'heure encore inexistant. Ces techniques, qui pour certaines étaient déjà présentes dans l'architecture vernaculaire, sont redécouvertes et optimisées aujourd'hui. Pour d'autres elles sont issues de recherches effectuées depuis quelques décennies et commencent doucement à être mises en œuvre. Seulement dans les deux cas, elles ne possèdent pas forcément de documents techniques unifiés - DTU - ne sont donc pas mises en avant et restent marginales. En effet vouloir utiliser un matériau ne possédant ce type de document est très difficile car la méthodologie n'étant pas actée. Cela représente une barrière que de nombreux bureaux d'études ne franchiront pas car ils n'auront pas forcément les connaissances nécessaires pour assurer la bonne pose et l'efficacité de tels matériaux.

## 1.2. Les aides et subventions publiques

Lorsque l'on observe les différentes aides et subventions proposées par chacun des trois pays, on constate dans un premier temps qu'ils ont tous adopté une politique permettant de motiver les particuliers à rénover leur logement. Cela mène ainsi à un rehaussement des performances énergétiques du parc immobilier sur son ensemble.

Cependant on note de nombreuses différences dans les applications. En effet, il semble que la Belgique Wallonne et la France aient adoptées une politique favorisant les aides orientées sociales. Ceci leur permet de rendre accessibles les rénovations aux plus défavorisés économiquement et facilite ainsi le renouvellement du parc immobilier par les biens les plus énergivores. Renouvellement qui s'ajoute à celui du bâti neuf étant réglementé pour être de plus en plus performant. De plus, le cumul des aides étant possible voire même encouragé, cela décharge considérablement les ménages des frais engendrés par la réfection de leur habitat, que cela soit une maison individuelle ou un appartement.

Le Luxembourg pour sa part semble ne pas prendre en compte les revenus des foyers puisque il subventionne tout travaux améliorant l'enveloppe et le rendement énergétique du bâti. Alors que la Belgique et la France multiplie les aides sous différents textes et différents organismes, le Grand Duché paraît s'organiser plus simplement en proposant ces aides et subventions sous la même appellation, PRIME HOUSE.

Il présente en revanche une aide n'ayant pas d'équivalent dans les deux autres pays, celle de la collecte des eaux de pluie. Les trois états peuvent financer en partie les installations de chauffage, de ventilation ou de production électrique, mais seul le Luxembourg offre une subvention pour les systèmes de récupération. Cela peut s'expliquer par les démarches du PNDD visant à régulièrement publier et communiquer sur l'état de l'environnement naturel dans le pays. Il y a donc une attention toute particulière de la part du gouvernement pour l'économie, au sens large, des ressources. Cette démarche est intéressante du fait qu'elle devient un peu plus globale qu'une réglementation visant l'efficacité énergétique des foyers.

La France présente aussi une aide n'ayant pas d'équivalent dans les deux autres pays, le bonus de constructibilité en cas de construction exemplaire. Cet atout se veut être attrayant pour les constructeurs de logements résidentiels collectifs. Il leur donne en effet l'occasion de rentabiliser leur projet grâce à des ventes ou des locations supplémentaires. Cela représente donc un moyen potentiellement très efficace d'amener le niveau de performance énergétique du nouveau parc immobilier à s'améliorer considérablement. Mais il s'agit tout de même d'un motif artificiel pour amener le constructeur vers des constructions plus éco-responsables. L'État



crée ici artificiellement de la concurrence dans l'exemplarité énergétique. Ce système pourrait évoluer d'une mauvaise manière en poussant les constructeurs dans une course à l'efficacité énergétique en vue d'une rentabilité supérieure d'une parcelle. Cela amènerai alors a une hyper-rationalisation de leurs modèles constructifs au détriment de l'architecture et du confort spatial.

Afin de pouvoir mieux juger de l'efficacité des différentes aides apportées par les États, nous pouvons nous baser sur le scénario suivant et observer le résultats des subventions accordées par chaque pays. Les chiffres utilisés ici se basent pour les revenus annuels, sur les études de l'INSEE<sup>10</sup>. Pour la maison, les superficies sont basées sur des chiffres simples mais représentatif d'une certaine moyenne dans les logements. Enfin la surface vitrée est issue de la RT2012 imposant au minimum l'équivalent en baies vitrées de 17% de la surface habitable totale. Il s'agit ici d'une famille constituée d'un couple et de deux enfants à charges possédant une maison uni-familiale :

Revenu annuel	36.000€
Année de construction	1995
Surface habitable	100m <sup>2</sup>
Surface de toiture	120m <sup>2</sup>
Surface de murs extérieurs	100m <sup>2</sup>
Surfaces de baies vitrées	17m <sup>2</sup>
Systèmes à poser	Chaudière à bois

fig.52 - Scénario d'étude

Dans le cas où cette famille se trouverai être wallonne, elle serai éligible à la Prime Energie. Voici donc le détails des subventions accordées :

Types de travaux	Aide	Total
Isolation de la toiture	2€/m <sup>2</sup> (max. 100m <sup>2</sup> )	200€
Isolation par l'extérieur des murs périphériques	12€/m <sup>2</sup> (max.100m <sup>2</sup> )	1.200€
Isolation de la dalle	8€/m <sup>2</sup> (max 100m <sup>2</sup> )	800€
Installation d'une chaudière à biomasse	800€	800€
Coefficient selon la catégorie de revenu	Catégorie C2 (36.000 € moins 5.000€ par enfant) : coef. 2	3.000 x 2 = 6.000€
Majoration selon la catégorie de revenu	Catégorie C2 (36.000 € moins 5.000€ par enfant) : coef. 0,2	3.000 x 0,2 = 600€
<b>Total</b>		<b>6.600€</b>

fig.53 - Scénario en Belgique

10. INSEE (2014). Revenu disponible par ménage en 2014. (08/09/2016). [http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?ref\\_id=NATSOS04202&reg\\_id=0](http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?ref_id=NATSOS04202&reg_id=0)

Si la famille est française en revanche, elle n'est éligible à aucune aide de l'État hormis l'Éco-prêt à taux Zéro dont les clauses sont définies par la banque du demandeur. Nous considérerons donc que dans le cas présent la France ne fournira aucune subvention à la famille pour la rénovation de son bien immobilier.

Au Luxembourg enfin, la famille pourra bénéficier de l'aide PRIME House dont voici les détails (il est à noter qu'ici, le choix a été fait de faire des rénovation afin d'atteindre la classe A) :

Types de travaux	Aide	Total
Isolation de la toiture	Standard A 42€/m <sup>2</sup>	5.040€
Isolation par l'extérieur des murs périphériques	Standard A 36€/m <sup>2</sup>	3.600€
Isolation de la dalle	Standard A 14€/m <sup>2</sup>	1.400€
Installation d'une chaudière à biomasse	2.500€	2.500€
Renouvellement des baies vitrées	Standard A 52€/m <sup>2</sup>	884€
<b>Total</b>		<b>13.424€</b>

fig.54 - Scénario au Luxembourg

On note à la comparaison de ces trois résultats que le Luxembourg est le pays fournissant le plus d'aides. Cela peut en parti s'expliquer par les ressources financières de ce pays. En effet son Produit intérieur brut par habitant — PIB/hab — s'élevait en 2013 à 112.473 US\$, soit presque trois fois plus comparés aux deux autres pays. À savoir, 44.099 US\$ pour la France et 45.538 US\$ pour la Belgique, selon le Fond Monétaire Internationale — FMI. La France et la Belgique montrent donc un certain retard dans ce domaine face à la politique luxembourgeoise. On peut tirer de cette expérience que la rénovation énergétique est nettement moins coûteuse à une famille luxembourgeoise moyenne qu'à une famille wallonne ou française qui devront financer la majorité voir même l'intégralité des travaux à effectuer. Ce alors qu'une rénovation thermique de cette ampleur, si on ne prend en compte que le prix de l'isolant à appliquer sur 120m<sup>2</sup> de toiture, 100m<sup>2</sup> de murs périphériques et 100m<sup>2</sup> de dalle, est relativement onéreuse. Par exemple avec un prix moyen de 20€/m<sup>2</sup> pour un isolant, que l'on obtient en observant les prix sur plusieurs sites de fournisseurs, le coût environnerait les 6.400€ sans la pose. On voit alors que le simple achat de matière première absorbe, dans cet exemple, la presque totalité des subventions accordées par la Belgique Bien que cette dernière doivent encore servir à financer l'achat et la pose d'une chaudière à bois.

On analyse alors qu'au delà des volonté de chaque État de promouvoir une construction plus respectueuse de l'environnement, ils sont rapidement bloqué par les coût engendrés par tout ces changements de méthode de construction. Les particuliers n'ont pas forcément les moyens de pratiquer de tels travaux de rénovation sur leur logis. Dans le cas extrême de la France, si l'on se réfère à l'expérience précédente, cette dernière ne subventionne réellement que les foyers les plus défavorisés. Cette politique limite grandement la porté d'une rénovation du parc immobilier dans sa globalité. Car même si les plus aisés pourraient financer eux mêmes leurs travaux, il reste la classe moyenne qui n'en

a pas les moyens.

La Belgique a également une tendance à favoriser les foyers défavorisés, mais fournit tout de même une aide minimale aux classes à revenu modéré. L'impact d'une telle démarche est nécessairement plus grand qu'en ne visant qu'un seul pan de la population.

Cependant, on notera tout de même que ces politiques, imposant un certain nombre de normes aux constructions nouvelles et aux rénovations, ont accompagné la réflexion des particuliers. Ces derniers ne mesurent pas forcément l'impact que leur logement a sur l'environnement mais sont aujourd'hui plus sensibles aux questions d'économie et de sobriété énergétique. Ils peuvent tout de même être freinés par des travaux onéreux dont les retours sur investissements ne sont pas toujours visibles sur le court terme.

## **2. Le label privé du PassivHaus Institut**

Parallèlement aux labels publics tels HQE ou BBC, des initiatives privées ont également mis en place une réflexion sur la performance énergétique des bâtiments. Ils ont ainsi prêté une certaine importance dans le milieu de la construction et font preuve d'une certaine qualité de construction. Nous nous intéresserons ici au cas particulier du PassivHaus Institut de Darmstadt, l'un des plus vieux labels privés.

Créé par Wolfgang FEIST en 1990, le Passivhaus Institut - PHI - est un organisme privé valorisant des constructions respectueuses de l'environnement. C'est l'un des premiers labels destinés à mettre en valeur les projets souhaitant être qualifiés de passifs. Le principe de la maison passive tel que le décrit le Passivhaus Institut de Darmstadt en Allemagne - PHI - est basé sur une conception rigoureuse des bâtiments. Trois piliers sont à la base de cette méthode, l'apport solaire, l'isolation thermique et l'étanchéité à l'air.

Le premier doit être travaillé avec beaucoup d'attention pour offrir des protections estivales tandis qu'en hiver il doit permettre d'augmenter la température intérieure de l'édifice. C'est pourquoi l'orientation vers le sud de la construction et le choix d'un terrain sans masque solaire est souhaitable dans la démarche de conception.

Le second consiste à concevoir les parois donnant sur l'extérieur comme étant parfaitement isolées afin de garder une température intérieure relativement constante face aux fluctuations de l'environnement extérieur. La réduction des ponts thermiques dans l'enveloppe permet une plus grande efficacité lors de la chauffe du logement puisque les parois isolées ne permettent plus l'échange thermique entre intérieur et extérieur.

Enfin le dernier pilier qu'est l'étanchéité à l'air vient compléter l'ensemble en cherchant à limiter les échanges directs entre l'air intérieur et l'air extérieur. Le système le plus courant pour répondre à cette demande est la ventilation mécanique contrôlée - VMC - double flux. Elle permet, grâce à un échangeur thermique de réguler la température de l'air extérieur entrant avec celle de l'air intérieur sortant. Ainsi en hiver l'air frais extérieur est réchauffé avant d'entrer dans le volume habitable et *a contrario* il est rafraîchi en été.

Afin d'augmenter l'efficacité de ces trois piliers, il est conseillé d'utiliser des géométries simples limitant les surfaces d'échanges avec l'extérieur. La sphère demandant aujourd'hui beaucoup de

moyens techniques pour sa réalisation, les volumétries tendent à se rapprocher de formes parallélépipédiques. La typologie de constructions induites par ce label est donc basée sur l'efficacité maximale des systèmes employés et vise à réduire considérablement, si ce n'est pas totalement, les besoins en chauffage et climatisation.

Le PHI définit donc ainsi une sorte de hiérarchie dans les besoins de mise en œuvre permettant de progresser vers une construction passive. Cela peut être schématisé sous la forme d'une pyramide dont la base est représenté par la qualité de l'enveloppe thermique.

Depuis 2015, de nouvelles normes passives ont été adoptées afin d'intégrer deux nouvelles classes, Plus et Premium, au standard classique. Dans leur conception, l'équipe du PHI s'est basée sur un scénario projeté en 2050. Dans celui-ci, il est alors admis qu'à cette date l'ensemble de nos consommations d'énergies sont palliées entièrement par la production d'énergies renouvelables. Donc plus aucune énergie fossile n'est utilisée. En plus de ce contexte, le PHI s'est posé plusieurs exigences dont par exemple la maîtrise des consommations ainsi que les réglementations européennes prévues pour 2020.

Ces deux nouvelles classes prennent en compte la production d'énergies renouvelables. Ainsi elles doivent respecter des valeurs plafond pour les besoins en chauffage, l'étanchéité à l'air, la fréquence de surchauffe, la consommation en énergie primaire renouvelables et la production d'énergie renouvelable.



fig.55 - Pyramide des principes PHI

	Classique	Plus	Premium
Besoin en chauffages	< 15 kWh ep-R/m <sup>2</sup> SRE/an		
Étanchéité à l'air	< 0,6 h-1		
Fréquence de sur-chauffe <25°C	< 10%		
Consommation Ep-R	< 60 kWh ep-R/m <sup>2</sup> SRE/an	< 45 kWh ep-R/m <sup>2</sup> SRE/an	
Production ENR	-	< 60 kWh ep-R/m <sup>2</sup> Sol/an	< 120 kWh ep-R/m <sup>2</sup> Sol/an

N.B. : SRE : Surface de Référence Énergétique ; Ep-R : Énergie Primaire issue de source Renouvelable

fig.56 - Valeurs et classes énergétique PHI

Le PHI a également défini des facteurs PER - Énergie Primaire Renouvelable - à appliquer selon les moyens de production d'énergie et de chaleur. Ces valeurs prennent en compte les déperditions liées à la production même d'énergie ainsi que celles occasionnées par le transport et le stockage.

	Vecteur énergétique et usage	Facteurs PER
		kWh <sub>prim-el</sub> /kWh <sub>finale</sub>
Combustibles	Fioul	2,30
	Gaz	1,75
	Houille	2,30
	Lignite	
	Biogaz - Carbu. végétal - Biomasse	1,10
	Bois et sous-produits du bois	
	ER-Gaz (stockage saisonnier d'ER)	1,75
	ER-Méthanol (stockage saisonnier d'ER)	2,30
Électricité	Electricité primaire	1,00
	Elec. du ménage + ECS	1,30
	Elec. pour le chauffage	1,80
	Elec. pour le refroidissement	1,10
	Elec. pour la déshumidification	1,15
	Elec. PV / Éolien	1,00
	Hydroélectricité	
Géothermie, aérothermie, chaleur résiduelle, solaire thermique	Géothermie	0,00
	Aérothermie	
	«Froid» résiduel	
	Chaleur résiduelle	0,25
	Solaire thermique	

N.B. : ECS : Eau Chaude Sanitaire // PV : Panneau Photovoltaïque

fig.57 - Coefficients appliqués aux énergies de chauffage

C'est facteurs permettent ainsi de pondérer la consommation en énergie primaire suivant les moyens utilisés pour la produire en estimant les pertes au plus près.

On voit avec l'exemple de ce label privé qu'il souhaite aller plus loin encore que les objectifs fixés par l'UE et les trois pays étudiés. Même si la consommation en énergie primaire reste équivalente à la demande de la France ou du Luxembourg, respectivement 50 et 45 kWh/m<sup>2</sup>/an. On remarque tout de même que l'origine de cette énergie doit être ici issue à 100% d'une source renouvelable. Celle-ci peut soit provenir du réseau de distribution dans le cas du label Classique, soit directement d'un système de production intégré aux équipements de l'édifice.

Le problème des labels de ce type est qu'ils ne sont pas compatibles avec les labels publics. En effet, ces derniers ont des exigences quant à la présence et l'efficacité des système de chauffages. Or en étant Passivhaus avec ces nouveaux standards, cela peut devenir obsolète de faire installer de tels systèmes.

Les matériaux utilisés dans la construction Passivhaus ainsi que leur énergie grise, à l'image des réglementations européennes, ne sont ici pas non plus pris en compte dans le label. Le système choisit met l'accent sur des normes applicables aux consommations finales de l'habitat.

Au final au travers de ceci, on voit que labels privés et réglementation publique vont globalement vers le même objectif. Seulement le premier touche un publique de niche intéressé et disposant de moyens techniques et financiers. Ceci alors que le second prend plus de temps d'installer les différents outils législatifs dont il a besoin pour amener un publique bien plus large à se diriger vers une responsabilisation des habitudes constructive face au changement climatique. Leur différence de vitesse et de radicalité dans leur manière d'amener les nouvelles normes tient donc dans l'échelle de leurs interventions. N'étant pas forcément compatible sur tout les points, ils restent tout de même capable de cohabiter sur un même marché.

### **3. Le changement comme frein à la transition**

Le principal problème auquel se heurte la volonté européenne de transition énergétique est la peur du changement. En effet, un mode de vie plus respectueux de l'environnement et attentif à l'impact que nos action ont sur notre monde est un changement de paradigme totale par rapport à la société libéraliste qui s'est constitué à l'après guerre. Cette école de pe. Onnée, dont les principes fondateurs peuvent remonté jusqu'à la deuxième moitié du XVIII<sup>ème</sup> siècle en France, désapprouve fortement l'ingérence des États dans la régulation de la sphère économique. Elle conteste à la fois la légitimité et l'efficacité de l'action des gouvernements sur les marchés en remettant en cause leur capacité à interpréter les besoins des consommateurs.<sup>11</sup>

Le changement quant à lui se défini, suivant le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales — CNRTL — , comme étant le « remplacement, renouvellement, fait de mettre à la place quelque chose de différent mais de même nature ou fonction. ». C'est à dire qu'un état que l'on pensé permanent en vient à muter pour devenir à nouveau un état permanent, de même fonction mais pas forcément de même nature.

11. CNRTL. (2016). Définition 2.B) libéralisme. (08/09/2016). <http://www.cnrtl.fr/definition/lib%C3%A9ralisme>

C'est cette mutation qui peut représenter le plus grand frein à la transition énergétique induite par les gouvernements. Elle vise à réglementer une sphère de l'économie qui jusque là ne l'était pas outre mesure. Les choix, par exemple, dans l'isolation ou les systèmes de chauffage ne dépendaient que du consommateur et de sa volonté. Or aujourd'hui les nouvelles réglementations tendent de plus en plus à imposer certains types de matériaux.

Le psychologue et spécialiste en psychologie sociale et en comportementalisme Kurt Lewin réalisa des travaux sur les dynamiques de groupes et les notions de changements qu'il publia en 1947 dans son ouvrage « *Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change* ». Il y développa notamment le concept de « *unfreeze - change -freeze* » qui symbolise les étapes dans le changement comportemental d'un individu ou d'un groupe.

En quelques mots, cela décrit le passage d'un état stable et acquis perturbé par un questionnement, vers un nouvel état stable lui aussi et aillant répondu à l'interrogation. La première étape, « *l'unfreeze* » consiste en la prise de conscience de la nécessité d'un changement. Cela va engendrer ensuite une motivation à la remise en question des attitudes existantes. Cette motivation passe généralement par l'observation de la nécessité d'une telle modification des habitudes. Le problème est ainsi identifié et des recherches sont lancées sur les changements à observer afin de répondre au problème de la meilleure manière qu'il soit.

La seconde étape, « *change* », se définit comme étant la période où les changements s'opèrent et où les nouvelles habitudes se forment. Les modifications sont planifiées et mises à l'épreuve afin de valider leur efficacité à résoudre le problème de base. Dans le cas contraire une boucle se forme dans le processus afin de rechercher de nouvelles informations, les implémenter dans la réflexion globale, modifier la solution en conséquence et la tester à nouveau, ce jusqu'à validation de la réponse à l'interrogation de base.

Enfin la troisième phase du processus, « *le re-freeze* » où les changements opérés lors de la phase précédente se consolide dans le comportement avec l'acquisition de nouveaux mécanismes, habitudes et normes dans l'organisation du travail.<sup>12</sup>

On peut alors faire un parallèle avec le travail sur notre société européenne pour la rendre moins consommatrice d'énergie et pour réduire sa production en gaz à effet de serre. Ces solutions ont été étudiées et planifiées lors des décennies précédentes afin d'en arriver, aujourd'hui, à une période de tests et d'adaptation à ces changements de normes. Ces derniers étant induits par le contexte environnemental préoccupant pour notre mode de vie. Ainsi cela fait près de 30 ans qu'étape après étapes, les gouvernements s'accordent sur des mesures à prendre afin de limiter le changement climatique. Cette méthode de décomposition permet de créer au fur et à mesure des générations de nouvelles méthodes qui permettront de solutionner le problème sur le long terme. C'est une adaptation progressive aux nouveaux prérequis non seulement à la construction mais également aux habitudes de vie des consommateurs et utilisateurs divers.

Cependant, on peut noter que les besoins technologiques pour la mise à niveau d'un des paliers de l'adaptation progressive ne sont pas forcément compatibles avec les besoins induits par les paliers

12. CNRTL. (2016). Définition 2.B) libéralisme. (08/09/2016). <http://www.cnrtl.fr/definition/lib%C3%A9ralisme>

13. Hochscheid, É. 2015. Développement des échanges de fichiers entre deux acteurs de la construction. Chapitre sur Le changement. Nancy, France. MAP-CRAI. 113p.

suivants. C'est à dire que par exemple, pour faire une rénovation thermique ou une construction neuves en 2000, ils fallait des isolants adaptés à la RT2000 or 12 ans plus tard, ces mêmes performances sont déjà obsolètes et peuvent faire l'objet de rénovations pour s'adapter à la RT2012.

Un autre obstacle s'oppose à ces transitions. En effet, on constate que les habitants de manière générale composent avec les nouvelles solutions apportées par l'État. Seulement ces changement induisent des modification lourde dans la consommation de la population. Les entreprises qui répondaient alors aux anciennes demande voient leur marcher se modifier dangereusement si ils n'évoluent pas avec. Si la plupart des sociétés arrivent à opérer progressivement la transition d'un modèle à l'autre en opérant quelques renouvellement dans leurs techniques de vente et leurs produits, d'autres y trouvent beaucoup moins d'intérêts. Elles peuvent alors faire pressions sur les sphères politique en charge des changements pour tenter de les ralentir, faire du lobbying écologique.

Ce sont des démarches qui freinent aujourd'hui la transition énergétique. Ces société ne voulant pas modifier leur marcher, la recherche et le développement de nouvelles technologies en accords avec le principe de développement durable. En refusant le changement et en pratiquant le lobbying écologique, elles induisent un état statique à l'intérieur du système qui peut amener des consommateurs à eux aussi ne pas adhérer au changement.

La non mouvance dans le changement se fait aussi ressentir chez les professionnels de la construction refusant de se former aux nouvelles méthodes ainsi que chez les particuliers qui ne voyant pas forcément le profit immédiat de ces nombreux changements retarde le plus possibles les travaux de leur logement.

Nous sommes donc dans une période instable au sein même de notre société où l'on cherche à éprouver des solutions, visant à réduire les effets du réchauffement climatique, en les faisant adopter par le plus grand nombre de manière progressive. Seulement, d'autres acteurs trouvant un intérêt financier, politique ou autre dans l'ancien système cherchent à ralentir cette transition. Cette phase de recherches est très présente dans le milieu de la construction. On la constate en étudiant l'échelonnage progressif des différentes réglementations qui vont de manière croissante vers la sobriété énergétique des bâtiments. Ainsi que dans la complexité de la forme architecturale proposée par les professionnels qui tend à être réduite dans un soucis de praticité et d'efficacité de l'enveloppe thermique notamment.

Semblant aujourd'hui très restrictives, ces nouvelles normes amènes beaucoup d'acteurs, ne percevant pas forcément la nécessité d'un tel changement, à ne pas adopter de nouvelles habitudes de travail et de conception par confort dans l'ancien système. Ce constat en revanche n'es pas valable pour les labels privés créés dans le même but que les réglementations gouvernemental. N'étant pas imposées, elles peuvent aller plus loin et plus vite dans leurs démarches que les pays car ils ne touche pas la totalité des acteurs et de la population. Au fil de leur existence et des bâtiments que ces initiatives labellisent, elles se créent une réputation de qualité et d'éco-responsabilité aussi bien dans le monde professionnel qu'au regard des particuliers.







## • Conclusion

### • Contexte global

Aujourd'hui, plus de 25 ans après le rapport Brundtland, et des premières décisions politiques commune en faveur de la transition écologique, quels constats peut-on tirer de ces positions et de la mise en pratique du développement renouvelable ? Il faut admettre que le contexte global ne s'est pas amélioré. Chacun des trois piliers du concept se trouve ébranlé à sa manière.

Le constat environnemental ne tend pas vers l'amélioration. En cette fin d'été 2016, la NASA a observé qu'entre les mois de mars et d'août, la fonte des glaces de l'océan arctique s'est considérablement amplifiée. Le niveau de fonte reste inférieur à celui mesuré comme critique en 2012, mais le mois d'août 2016 à tout de même représenté le mois le plus chaud depuis 1880, d'après l'agence. Les températures y ont augmentées de 0,98°C par rapport aux moyennes de 1951 à 1980. C'est ainsi le onzième mois d'affilé à battre un record mensuel de chaleur. L'agence spatiale américaine a déclaré que le phénomène de fonte des glaces polaires sera impossible a enrayer dans les années à venir. Le recul moyen de la banquise est de 13,4% par décennie. L'océan arctique se transforme alors de plus en plus rapidement en un océan navigable, facilitant le développement des intérêts industriels et commerciaux. Les producteurs d'énergie cherchant les combustibles fossiles y trouvent de nouveaux intérêts, des sites de forage jusque là inexploités. Ils profitent alors de la fonte de la banquise pour accéder à de nouveaux gisements. Les géologues ont déjà identifié plus de 400 sites différents renfermant l'équivalent d'environ 40 milliards de barils de pétrole et 30.000 milliards de mètres cubes de gaz. À cela s'ajoute le nombre croissant d'espèces menacées chaque année dans leur écosystème par sa destruction ou son altération due aux activités humaines. On estime qu'environ 60% de ces écosystèmes sont surexploités.<sup>14</sup>

Le second pilier, l'économie, n'est pas non plus en bonne posture, avec une progression de plus de 50% du nombre de pays considérés comme très pauvres. Ainsi, entre 1971 et 2010, ce nombre serait passé de 25 à 49. Il a été calculé en 2007 que les quelques 946 milliardaires de la planète cumulaient une fortune de 3.500 milliards de dollars, tandis que les revenus annuels des deux milliards d'individus les plus pauvres atteignent approximativement 1.500 milliards de dollars. Les écarts n'ont jamais été aussi importants entre les deux types de populations.<sup>14</sup>

Enfin le dernier pilier, celui de l'aspect social, n'est pas exemplaire non plus. On note cependant une diminution nette du nombre de personnes sous-alimentées dans le monde. Selon les chiffres de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture<sup>15</sup> — FAO — dans la période 2014 - 2016, 794,6 millions de personnes souffraient de sous-alimentation ; soit 10,9% de la population mondiale. C'est une nette amélioration par rapport aux chiffres avancés pour 1990 -1992, où 1.010,6 millions de personnes en étaient, soit 18,6% de la population mondiale d'alors. La majorité de cette population vit dans les pays en développement et principalement en Afrique où sa concentration est de 20% par rapport au nombre d'habitants sur le continent. Il en va de même pour les taux de scolarisation et d'accès à l'eau potable qui, dans cette région du monde principalement, sont plus bas qu'ailleurs selon les chiffres de

14. Lorck, J. (2016). Nasa : +0,98°C en août 2016 [en ligne]. (08/09/2016). <https://global-climat.com/2016/09/12/nasa-098c-en-aout-2016/>

15. Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et l'agriculture. FAO [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.fao.org/3/a-i4646f/i4646f01.pdf>

l'Organisation Mondiale de la Santé — OMS. Il y a des améliorations notables dans ces domaines depuis plus d'une décennie, cependant les résultats ne sont pas encore satisfaisants pour ne plus s'en inquiéter. Si de nombreux progrès ont été faits, beaucoup d'autres restent encore à faire.

Avec de telles disparités, il est difficile de croire à une amélioration d'ici 2050, comme le projettent les 190 pays présents en 2015 à Paris pour la COP21. Chacun d'entre eux devait présenter un dossier résumant leur participation et leur plan de progression d'aujourd'hui à 2100 afin de limiter la hausse des températures à 2°C. L'objectif de ce sommet était d'aboutir, pour la première fois, à un accord universel et contraignant, ce afin de forcé les pays à opérer le plus rapidement la transition énergétique. Cela permettra de lutter efficacement contre le dérèglement climatique tout en accélérant la transition énergétique vers des sociétés sobres en carbone. Globalement, tous ont estimé leur contribution principale à une diminution de leur émission en gaz à effet de serre de l'ordre de 10% à 40% d'ici à 2030. Seulement, comme le fait remarquer M. Nicolas J. Firzli, directeur du Forum Mondial des Fonds de Pension et conseiller auprès de la Banque Mondiale pour les investissements en infrastructures, les accords passés à la COP21 ne représentent que des accords juridiques sans obligation. En effet aucune décision n'a été prise au sujet des contraintes imposées si un pays ne réduit pas son taux de rejet. L'objectif principal de ce sommet n'a donc pas été tenu et n'a abouti qu'à des promesses de chaque pays.<sup>19</sup>

Cependant des progrès ont été faits dans le domaine du financement des pays en développement. En effet en 2009, ont été promises d'ici 2020, des aides de 100 milliards de dollars venant des pays développés afin de financer une partie des dépenses du développement durable dans les pays en voie de développement. L'Organisation de Coopération et de Développement Économiques — OCDE — à annoncé qu'en 2014 ces financements étaient de l'ordre de 61,8 milliards de dollars au total et que certains pays et de nouvelles banques de développement ont décidé d'augmenter leur part dans ces aides.

Force est aussi de constater que la COP21 qui s'est tenu l'année passée a été fortement contestée par plusieurs ONG et organismes. Ils dénoncent notamment le fait que le développement durable soit devenu le nouveau fer de lance des campagnes marketing et des acteurs politiques. Leur souci n'étant pas de produire avec une meilleure qualité environnementale, mais bien de faire paraître les produits plus écologiques, c'est ce que l'on appelle le *greenwashing*.

Les intentions derrière ces sommets de la Terre sont donc louables et représentent une réelle opportunité d'accorder les gouvernements du monde sur un objectif commun, tout en s'entraînant pour l'atteindre. Cependant, ils se retrouvent également teintés d'enjeux financiers, industriels et politiques pouvant freiner leur progression.

---

19. InstitutInvest. (2016). Dépasser la COP21 : changement climatique, responsabilité sociale et capitalisme pondéré [en ligne]. InstitutInvest, vol.7, 86-87p. (08/09/2016). [https://www.academia.edu/22097676/Changement\\_Climatique\\_et\\_Responsabilite\\_C3%A9\\_Sociale\\_Vers\\_un\\_Capitalisme\\_Pond%C3%A9r%C3%A9](https://www.academia.edu/22097676/Changement_Climatique_et_Responsabilite_C3%A9_Sociale_Vers_un_Capitalisme_Pond%C3%A9r%C3%A9)

## • Un développement durable et ses questionnements ?

Dans leur article, « Le développement durable comme objet de transactions : Les politiques urbaines en région bruxelloise », Jean-Louis Genard et Julie Neuwels<sup>20</sup>, commencent par montrer que la notion de développement durable est devenue au fil du temps l'origine de l'émergence de nouveaux référentiels qu'Emmanuel Kant appellerait un « idéal régulateur ». Cela signifie que cette notion a aujourd'hui une visée abstraite ayant un pouvoir sur l'orientation et la motivation de décisions et d'actions. Ce alors que l'idée du développement durable n'est pas clairement définie dans ces limites et ne donne aucune solution puisque chacun est libre de l'interpréter comme il l'entend. Elle est en même temps moteur de l'action et de l'engagement ainsi que l'objet des controverses et des conflits. Preuve en est que deux visions du développement durable sont acceptées communément. D'une part la durabilité forte vise à protéger le capital naturel, et d'autre part la durabilité faible souhaite préserver le capital issue des moyens de productions naturels.

Il y a donc d'un côté une pression gouvernementale qui souhaite imposer des mesures allant dans le sens des économies d'énergies en faisant du développement durable une morale à suivre par tous ; tandis que de l'autre côté, on constate que ces règles diffèrent grandement d'un pays à l'autre et se révèlent extrêmement normatives.

Dans leur souhait d'amener le parc immobilier existant et à venir vers des bâtiments plus performant énergétiquement, les gouvernements poussent à l'économie des ressources au sein même des systèmes utilisés par les concepteurs et constructeurs. Seulement il s'avère qu'une construction, la plus efficiente soit-elle, si elle se trouve être mal utilisée, ne se révélera pas plus écologique qu'un autre bâtiment ancien. En effet il y a une grande part de l'efficacité recherchée dans les réglementations qui dépendent de l'utilisation qu'en fera l'habitant. C'est la pensée que développe l'ouvrage « la ville durable controversée, les dynamiques urbaines dans le mouvement critique »<sup>21</sup> sous la direction de Jérôme Boissonnade. Il arrive ainsi à l'idée que la construction écologique est un système sociotechnique qui englobe et articule entre eux des dispositifs techniques, ainsi que les dispositions et dynamiques sociales auxquels participent les utilisateurs.

Il est donc nécessaire d'ouvrir le dialogue entre l'usage des nouvelles techniques énergétiques et l'éducation à la sobriété. Cependant il note également la scission sociale qu'engendre la transition énergétique. En effet les constructions et systèmes efficaces sont plus onéreux. Cette scission, nous l'avons également constatée avec notamment l'étude des subventions accordées par chaque États. La France et la Belgique ont toutes deux fait le choix d'accorder des aides aux plus défavorisés, qui peuvent déjà avoir des difficultés ne serait-ce qu'à financer de simples travaux. Mais le reste de la population doit assumer presque seule, surtout dans le cas de la France selon notre expérience, le coût des travaux de réfection énergétique, qui sont loin d'être négligeables et accessibles aux ménages moyens.

L'ouvrage de Jérôme Boissonnade soulève, à travers toute sa réflexion, des questionnements à l'imposition de règles techniques en vue d'améliorer les performances des bâtiments alors que les comportements des usagers n'est pas encore assez mature dans ce domaine pour utiliser ces tech-

20. Genard, J.-L. Neuwels, J. (2016). Le développement durable comme objet de transactions : Les politiques urbaines en région bruxelloise [en ligne]. Université libre de Bruxelles (08/09/16). [https://www.researchgate.net/publication/304252879\\_Le\\_developpement\\_durable\\_comme\\_objet\\_de\\_transactions\\_Les\\_politiques\\_urbaines\\_en\\_region\\_bruxelloise](https://www.researchgate.net/publication/304252879_Le_developpement_durable_comme_objet_de_transactions_Les_politiques_urbaines_en_region_bruxelloise)

21. Boissonnade, J. Dir. 2015. La ville durable controversée : Les dynamiques urbaines dans le mouvement critique. La plaine-Saint-Denis, France. Petra. 487p.

nologies totalement. Il relève le paradoxe entre résolution technique des problèmes d'efficacité du bâtiment et le fait que pour utiliser ces systèmes, les habitants doivent apprendre par eux-mêmes sans forcément avoir les prérequis nécessaires à l'utilisation de telles technologies. Car le comportement des usagers impacte fortement l'efficacité énergétique du bâtiment qu'ils occupent.

Aujourd'hui donc la transition énergétique représente un enjeu d'avenir important. Prévues par l'Organisation des Nations Unies, l'Union Européenne ainsi que plus localement par les États eux-mêmes, elle vise à créer une nouvelle réglementation générale de la construction en imposant un système de normes quantitatives sur les dépenses en énergies des bâtiments. Elles sont alors orientées par les instances mondiales, étudiées et réfléchies par les gouvernements, puis relayées par les experts et professionnels du domaine de la construction, pour être enfin être commercialisées et diffusées largement par les industriels. Les décisions sont alors imposées à la population occupant les bâtiments. Ce système pyramidal a pour avantage de faciliter le contrôle et la standardisation des méthodes de construction. Nous avons pu voir que les appropriations qu'en font chaque État leur permettent d'avancer ensemble vers le même objectif à long terme. Ils ne progressent ni de la même manière, ni à la même vitesse, puisque chacun d'eux est libre de fixer ses exigences et ses priorités.

En ce sens la transition énergétique européenne pousse les membres de l'UE à travailler ensemble pour prévoir des axes de recherches globaux et créer ensuite une diversité de mises en applications. Elles restent alors propres à chaque pays afin de garantir une certaine adaptabilité vis-à-vis des priorités et spécificités de chacun. La transition implique depuis vingt ans des changements progressifs amenant vers une efficacité, toujours meilleures, des performances énergétiques durant la vie habitée des bâtiments. Cependant, il est à noter que la qualité d'une construction selon ces normes reste toute relative face à l'utilisation faite par les habitants. Ainsi théoriquement un bâtiment peut disposer de toutes les caractéristiques techniques lui permettant une efficacité maximale. Néanmoins si les usagers ne sont pas formés ou ne maintiennent pas les efforts pour utiliser convenablement les systèmes, toute la conception de la construction est mise à mal.

L'architecte joue alors un rôle central dans l'appropriation des normes. Il doit apporter la connaissance des systèmes composant le bâtiment aux futurs habitants. Ce travail se fait alors durant la phase de réflexion autour du projet en cherchant à adapter au mieux les spécificités techniques aux besoins des clients. Les normes développées par les instances gouvernementales représentent donc une base adéquate afin d'amener les projets vers une sobriété énergétique.

Cependant, il me semble qu'une prise de recul soit nécessaire afin de passer d'un système normatif à une architecture agile et flexible. Plus que simplement appliquer les réglementations, l'architecte se doit de se les approprier afin de pouvoir, le plus rapidement possible, afin de les dépasser et de pouvoir proposer une nouvelle forme d'architecture liant une sobriété des énergies et des systèmes à un confort de vie adapté à chacun.







# // Bibliographie

## // Articles

- Blanchet, G. Dir. Goullier, R. (2004) Le développement durable, approches géographiques. (08/09/2016). <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/transv/DevDur/DevdurScient2.htm>
- Bolay, J.C. Perdrazzini, Y. Rabinovich, A. (2000). Quel sens au « développement durable » dans l'urbanisation du tiers monde ?. Les Annales de la Recherche Urbaine (n° 86), 77 - 84.
- Connelly, M. Change management Coach. (2016) The Kurt Lewin Change Management Model [en ligne]. (08/09/2016). [http://www.change-management-coach.com/kurt\\_lewin.html](http://www.change-management-coach.com/kurt_lewin.html)
- Durémy, M. Cherino, L. Genset, A. (2016) Tout sur la Cop 21. Professeur Feuillage [en ligne]. (08/09/2016). <https://www.youtube.com/watch?v=-1kRK-k02Hwo>
- Gattuso, J-P. dir. recherche au CNRS. Hansson, L. project officer à l'International Atomic Energy Agency (2013). L'acidification des océans. Institut océanographique Fondation Albert 1<sup>er</sup>, Prince de Monaco. 4p.
- Genard, J-L. Neuwels, J. (2016). Le développement durable comme objet de transactions : Les politiques urbaines en région bruxelloise [en ligne]. Université libre de Bruxelles (08/09/16). [https://www.researchgate.net/publication/304252879\\_Le\\_developpement\\_durable\\_comme\\_objet\\_de\\_transactions\\_Les\\_politiques\\_urbaines\\_en\\_region\\_bruxelloise](https://www.researchgate.net/publication/304252879_Le_developpement_durable_comme_objet_de_transactions_Les_politiques_urbaines_en_region_bruxelloise)
- GICC. (2011). Les nouveaux scénarios utilisés par le giec : quelques clés pour comprendre. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. 10p.
- InstitInvest. (2016). Dépasser la COP21 : changement climatique, responsabilité sociale et capitalisme pondéré [en ligne]. InstitInvest, vol.7, 86-87p. (08/09/2016). [https://www.academia.edu/22097676/Changeement\\_Climatique\\_et\\_Responsabilit%C3%A9\\_Sociale\\_Vers\\_un\\_Capitalisme\\_Pond%C3%A9r%C3%A9](https://www.academia.edu/22097676/Changeement_Climatique_et_Responsabilit%C3%A9_Sociale_Vers_un_Capitalisme_Pond%C3%A9r%C3%A9)

• Krämer, K. (2016). Don't be talked into expensive upgrades. Passive House Institute. 9p.

• La maison Passive France (2015). Les premiers Bâtiments «Passif +» sont sortis de terre ! (08/09/2016). <http://www.construction21.org/france/articles/fr/les-premiers-batiments-passif--sont-sortis-de-terre.html>

• Larre, C. La fonte de la banquise en Arctique pousse la Russie à revendiquer de nouveaux territoires. [notre-planete.info](http://www.notre-planete.info/actualites/4324-Russie-territoires-fonte-banquise-arctique-petrole) [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.notre-planete.info/actualites/4324-Russie-territoires-fonte-banquise-arctique-petrole>

• Le Monde (2016). Six mois de fonte de l'Arctique, vue de l'espace. [Le Monde Climat](http://www.lemonde.fr/climat/video/2016/08/31/six-mois-de-fonte-de-l-arctique-vue-de-l-espace_4990588_1652612.html#RcgeYA1p5WblCqDH.99) [en ligne]. (08/09/2016) [http://www.lemonde.fr/climat/video/2016/08/31/six-mois-de-fonte-de-l-arctique-vue-de-l-espace\\_4990588\\_1652612.html#RcgeYA1p5WblCqDH.99](http://www.lemonde.fr/climat/video/2016/08/31/six-mois-de-fonte-de-l-arctique-vue-de-l-espace_4990588_1652612.html#RcgeYA1p5WblCqDH.99)

• Lorck, J. (2016). Nasa : +0,98°C en août 2016 [en ligne]. (08/09/2016). <https://global-climat.com/2016/09/12/nasa-098c-en-aout-2016/>

• Louapre, D. (2016). Les cycles de Milankovitch. [Science Étonnante](https://sciencetonnante.wordpress.com/2011/02/28/les-cycles-de-milankovitch/) [en ligne]. (08/09/2016). <https://sciencetonnante.wordpress.com/2011/02/28/les-cycles-de-milankovitch/>. ISSN 2269-5915

• Marie-Claude Plourde, « Collectif, 2016, Qu'est-ce que le développement durable pour les architectes ? Paris, Archibooks et Sautereau Éditeur », Développement durable et territoires [En ligne], Vol. 7, n°1 | Avril 2016, mis en ligne le 11 avril 2016, consulté le 15 août 2016. URL : <http://developpementdurable.revues.org/11262>

• Mondon, S. Imbard, M. (2013). Découvrir les scénarios RCP et SSP utilisé par le GIEC. Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement. 12p.

• NHS North West. Lewin's Change Management Model : Understanding the Three Stages of Change [en ligne]. (08/09/2016). [http://www.nwacademy.nhs.uk/sites/default/files/86\\_1722011\\_lewin\\_s\\_change\\_management\\_model.pdf](http://www.nwacademy.nhs.uk/sites/default/files/86_1722011_lewin_s_change_management_model.pdf)

• Poulain, H. Goetz, J. Lapoix, S. (2016). 2°C avant la fin du monde. Data Gueule [en ligne]. (08/09/2016). [https://www.youtube.com/watch?v=Hs-M1vgl\\_4A](https://www.youtube.com/watch?v=Hs-M1vgl_4A)

## // Ouvrages

• Boissonnade, J. Dir. 2015. La ville durable controversée : Les dynamiques urbaines dans le mouvement critique. La plaine-Saint-Denis, France. Petra. 487p.

• Brune, S. 2008. À qui profite le développement durable ?. Paris, France. Larousse. 159p.

• Commission mondiale sur l'environnement et le développement d'établir, (1987). Rapport Brundtland. 349p.

• de Plazaola, J.P. Lahi, G. Coordinateurs, 2016. Tableaux de l'Économie Française : Édition 2016. Paris, France. Institut national de la statistique et des études économiques Référence. 268p.

• Gendron, C. 2006. Le développement durable comme compromis : La modernisation de l'économie à l'ère de la mondialisation. Québec (Québec), Canada. 277p.

• Hochscheid, É. 2015. Développement des échanges de fichiers entre deux acteurs de la construction. Chapitre sur Le changement. Nancy, France. MAP-CRAI. 113p.

• Lascournes, P. et al, 2014. Le développement durable : Une nouvelle affaire d'État. Paris, France. Presse Universitaire de France. 216p.

• Laville, É. 2009. L'entreprise verte : Le développement durable change l'entreprise pour changer le monde. Orléans, France. Pearson Education France. 341p.

• Ministère de l'emploi et de la solidarité, 2001. Propositions sur les aspects sociaux du développement durable en prévision du Conseil européen de

Göteborg. 49p.

## // Sites Web

- 3.0. Événements et développement durable, trouvez des solutions événementielles responsables. [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.3-0.fr>

- ADME. Changement climatique - transition écologique, énergétique [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.ademe.fr>

- Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales. CNRTL [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.cnrtl.fr/>

- Energie+, Architecture et Climat, Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI), Université catholique de Louvain (Belgique), réalisé avec le soutien de la Wallonie - DGO4. Disponible sur : <http://www.energieplus-lesite.be>

- Gouvernement de Belgique, Bruxelles-Capital [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.environnement.brussels>

- Gouvernement de Belgique. Énergie Wallonie [en ligne]. (08/09/2016). <http://energie.wallonie.be/fr/index.html?IDC=6018>

- Gouvernement de Belgique, Flandre [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.energiesparen.be>

- Gouvernement de Belgique, Flandre [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.vlaanderen.be>

- Gouvernement de Belgique. Portail Wallonie.be [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.wallonie.be>

- Gouvernement de France. Chèque énergie [en ligne]. (08/09/2016). <https://chequeenergie.gouv.fr>

- Gouvernement de France. Gouvernement.fr [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.gouvernement.fr>
- Gouvernement de France. Le site officiel de l'administration française [en ligne]. (08/09/2016). <https://www.service-public.fr>
- Gouvernement de France. Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.developpement-durable.gouv.fr>
- Gouvernement de France. Ministère du logement et de l'habitat durable [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.logement.gouv.fr>
- Gouvernement de France. Site de la direction générale des finances publiques [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.impots.gouv.fr>
- Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg. Le guide administratif de l'Etat luxembourgeois [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.guichet.public.lu>
- Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg. Ministère de l'Environnement [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.environnement.public.lu>
- Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg. Ministère de l'Environnement [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.ml.public.lu>
- Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg. Ministère du Logement [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.ml.public.lu/fr/index.html>
- Institut National de la Statistique et des Étude Économiques, Insee. [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.insee.fr>
- Kaleos Ingénierie. Guide RT2012 [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.e-rt2012.fr>
- Keeplanet. La RT 2020 [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.rt-2020.com>
- Myenergy. Myenergy Luxembourg [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.myenergy.lu>

- National Aeronautics and Space Administration. Nasa. [en ligne]. (08/09/2016). <http://nasa.gov>
- Organisation Mondiale de la Santé. OMS [en ligne]. (08/09/2016). <http://apps.who.int/fr>
- Organisation de Coopération et de Développement Économiques. OCDE [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.oecd.org>
- Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et l'agriculture. FAO [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.fao.org>
- Passive House Institute. The independent institute for outstanding energy efficiency in buildings [en ligne]. (08/09/2016). <http://passivehouse.com>
- Redactie bureau Palindroom. Architectura.be [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.architectura.be/fr>
- UFE. Observatoire de l'industrie électrique [en ligne]. (08/09/2016). <http://www.observatoire-electricite.fr>
- Union Européenne. Commission européenne [en ligne]. (08/09/2016). [http://ec.europa.eu/index\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/index_fr.htm)











UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE

UNIVERSITÉ  
**map**  
c r a i



ARCHITECTURE NANCY