

Mémoire de fin d'études : ""Bâtiments exemplaires" non construits : des obstacles à la construction "éco-responsable"".

Auteur : Lhoest, Benoît

Promoteur(s) : Neuwels, Julie

Faculté : Faculté d'Architecture

Diplôme : Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

Année académique : 2022-2023

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/18197>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



Université de Liège – Faculté d’Architecture

« Bâtiments exemplaires » non construits : des obstacles à la construction « éco-responsable » ?

Travail de fin d’études présenté par Benoît Lhoest en vue
de l’obtention du grade de Master en Architecture

Sous la direction de Madame Julie Neuwels
Année académique 2022-2023

Remerciements

Je remercie tout d'abord grandement ma promotrice, Madame Julie NEUWELS, pour son accompagnement tout au long de l'année, son suivi du travail et pour les ressources mises à ma disposition. Sa compréhension et sa bienveillance ont dissipé mes craintes et m'ont permis d'arriver à l'achèvement de ce travail. Mes remerciements vont à Monsieur Olivier HENZ et Monsieur Shady ATTIA, qui ont accepté d'être les lecteurs de ce travail et de faire partie du jury.

Je tiens également à témoigner ma gratitude aux onze acteurs du monde de la construction, des architectes, des ingénieurs en techniques spéciales et une personne travaillant au sein de Bruxelles Environnement, qui ont consacré une partie de leur temps afin de répondre à mes questions, malgré un agenda parfois fort chargé. Le travail se base en grande partie sur leurs témoignages et leurs expériences, et n'aurait donc pas été possible sans eux.

Ma reconnaissance va également à ma maman, Ann-Sophie MOËS, et à Isabelle VALFRE, qui ont consacré plusieurs heures à la relecture de ce travail. Pour terminer, je remercie tous les membres de mon entourage, ma famille et mes amis, pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de ce travail.

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Accords climatiques internationaux.....	3
1.2	Responsabilité du secteur de la construction.....	3
1.3	Mesures concernant le secteur de la construction à Bruxelles.....	4
1.4	Outils et instruments incitatifs.....	6
1.5	Valorisation des projets lauréats	7
1.6	Méthodologie.....	8
2	État de l'art	12
2.1	Les principaux freins à une architecture durable	12
2.1.1	Moyens financiers nécessaires en augmentation.....	12
2.1.2	Surcoût en comparaison à la construction classique.....	14
2.1.3	Normes et réglementations.....	16
2.1.4	Modifications des pratiques du secteur de la construction	18
2.1.5	Lobbying.....	19
2.1.6	Réticences au changement.....	20
2.1.7	Amélioration des performances et effet rebond.....	21
2.2	Les principaux leviers.....	23
2.2.1	Programmes de subventions	24
2.2.2	Fiscalité verte	27
2.2.3	Règlements constructifs	29
2.2.4	Sensibilisations, initiations et formations	30
3	État des lieux.....	32
3.1	Contexte réglementaire des appels à projets.....	32
3.2	Les appels à projets	33
3.2.1	« Bâtiments exemplaires »	33
3.2.2	« Be exemplary ».....	35
3.3	Bilan des appels à projets	37
3.4	Enquête sur certains projets lauréats non-réalisés	38
3.4.1	Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 12 : maison rue Basse.....	38
3.4.2	Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 19 : maison Avenue des Archiducs	40
3.4.3	Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 32 : bureaux Van Volxem	41
3.4.4	Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 73 : la crèche Plasky	43
3.4.5	Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 86 : duplex rue Alfred Cluysenaar	44

3.4.6	Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 92 : rue de Sébastopol.....	46
3.4.7	Conclusion de l'enquête	47
4	Identification des freins	48
4.1	Freins d'ordre financier	48
4.1.1	Surcoût initial	48
4.1.2	Rentabilité économique	50
4.1.2.1	L'étude d'Audenaert et al.	50
4.1.2.2	Les limites des études coûts-bénéfices	54
4.2	Freins d'ordre réglementaire	55
4.2.1	Concept de contrainte	55
4.2.2	Règlementation PEB	57
4.2.3	Règlement Régional d'Urbanisme.....	60
4.3	Freins d'ordre comportemental.....	61
4.3.1	Réticence à l'innovation	61
4.3.1.1	La théorie de la diffusion de l'innovation de Rogers	61
4.3.1.2	La théorie de Rogers dans la construction durable à Bruxelles	63
4.3.2	Inadéquation entre programme, usage et objectifs environnementaux	64
4.4	Freins d'ordre technique	65
4.4.1	Obsolescence des technologies	65
4.4.2	Vers une sobriété technologique	66
5	Conclusions	68
6	Bibliographie	71
7	Annexes.....	79

1 Introduction

1.1 Accords climatiques internationaux

En 1992, reconnaissant l'existence du changement climatique et son origine anthropique lors du sommet de la Terre à Rio de Janeiro, les Nations-Unies ont fixé comme objectif de maintenir les concentrations de gaz à effet de serre à un seuil permettant de limiter les perturbations du système climatique causées par l'activité humaine. De nombreux pays dont la Belgique se sont alors engagés, via la signature d'une convention cadre, à limiter activement le réchauffement climatique. Plusieurs conventions ont depuis lors précisé les objectifs à atteindre pour ce faire. Le protocole de Kyoto fut le premier accord international visant une réduction de minimum 5% des émissions carbone par rapport à l'année de référence 1990. En 2015, lors de la COP21, soit la 21^e Conférence des Parties à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, l'Accord de Paris a été adopté. Dans la lignée des conventions précédentes, cet accord international, encore d'actualité aujourd'hui, vise à contenir la hausse de la température moyenne globale mondiale en dessous de 2°C, tout en fixant une limitation idéale à 1,5° C. Pour ce faire, chacun des pays membres des Nations-Unies a dû fournir son plan d'action climatique appelé contribution nationale déterminée (NDC), qui précisait les mesures prises pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Un bilan de l'accord de Paris aura lieu lors de la COP28, en novembre et décembre 2023, et permettra de dresser un inventaire mondial des mesures et du progrès des pays membres et de donc constater ou non la réalisation de leurs objectifs respectifs.

1.2 Responsabilité du secteur de la construction

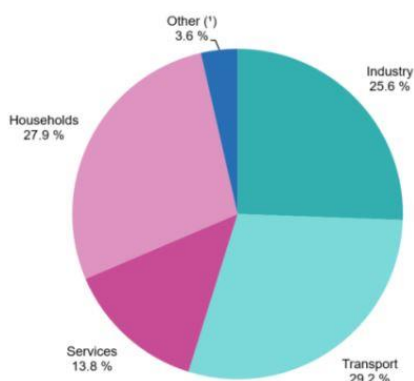


Figure 1.1. Pourcentage de consommation finale d'énergie par secteur en Europe en 2021. Source : energy statistics – an overview. Eurostat, 2023

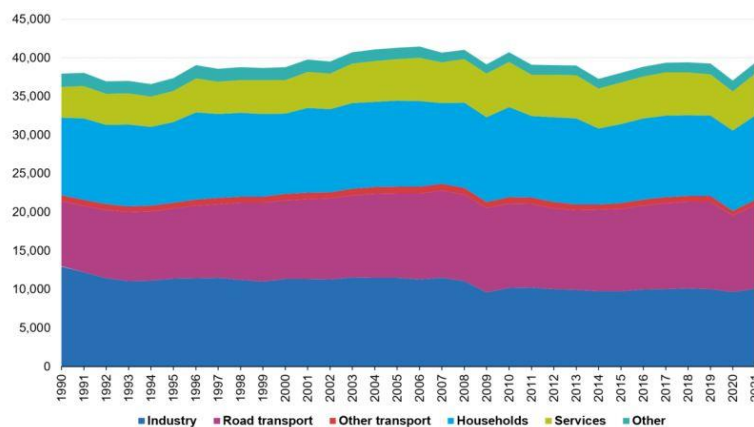


Figure 1.2. Consommation d'énergie finale par secteur en Europe exprimée en térajoules en fonction des années, de 1990 jusqu'à 2021. Source : energy statistics – an overview. Eurostat, 2023

Parmi les secteurs concernés par les enjeux environnementaux, celui de la construction s'avère être, à l'échelle mondiale, le plus gros responsable des émissions de gaz à effet de serre, mais aussi de l'épuisement des ressources et de la production de déchets. En 2020, la

totalité des bâtiments de l'Union européenne était responsable de 40% de la consommation d'énergie et de 36% des émissions de gaz à effet de serre. De plus, près de 75% de ces bâtiments sont considérés comme inefficaces sur le plan énergétique (Commission européenne 2020). La Figure 1.1 montre qu'en 2021, le secteur de la construction a été l'un des plus gros consommateurs d'énergie en Europe, juste derrière le secteur du transport. La Figure 1.2 permet d'affirmer que cette situation ne s'améliore pas au fil des ans : au cours de la période entre 2007 à 2021, les secteurs européens de l'industrie et du transport ont baissé leur consommation d'énergie respectivement de 12,4% et 5,8%, tandis que le secteur de la construction a, quant à lui, connu une augmentation de sa consommation de 5% (Eurostat 2023).

Bien que les objectifs du programme climatique européen Horizon 2020 ont été atteints (European Environment Agency 2021), l'ambition ne cesse d'être revue à la hausse au fur et à mesure des années : concernant les gaz à effet de serre, l'objectif de réduction de ceux-ci vise à atteindre 40% à l'Horizon 2030, puis 60% en 2040 et enfin 80% en 2050.

La Région de Bruxelles-Capitale a retranscrit ces derniers objectifs européens en adoptant en 2023 un plan d'action appelé « Plan Air Climat Énergie » (PACE), débouchant sur un objectif de réduction des émissions en gaz à effet de serre d'environ 40% en 2030 par rapport à 2005. La plupart de ces mesures concernent les secteurs les plus énergivores, à savoir le bâtiment, le tertiaire et le transport, comme le montre la Figure 1.3.

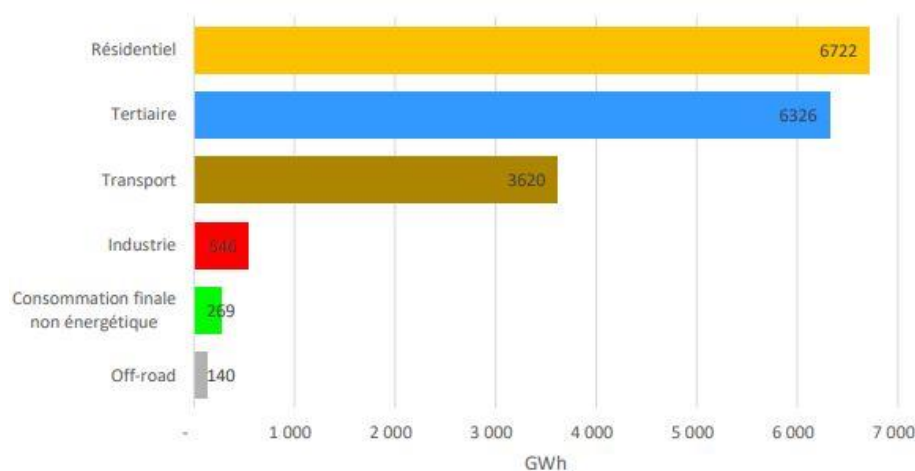


Figure 1.3. Répartition de la consommation finale d'énergie par secteur dans la Région de Bruxelles-Capitale en 2020.
Source : résumé du bilan énergétique de la Région de Bruxelles-Capitale, Bruxelles Environnement, 2022

1.3 Mesures concernant le secteur de la construction à Bruxelles

Ces mesures sont la suite logique d'une série de dispositions prises depuis environ vingt ans. Dans la volonté de respecter les objectifs du protocole de Kyoto, le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne approuvaient en 2002 la directive 2002/91/CE qui imposait aux États membres :

- l'introduction de normes de performances énergétiques calculables pour les bâtiments neufs et les rénovations d'une superficie supérieure à 1000 m²,

- l'introduction d'un système certifiant les bâtiments en construction, en vente ou en location sur base du calcul de leurs performances énergétiques,
- le contrôle périodique des systèmes de climatisation et des chaudières.

En Belgique, cette compétence a été attribuée à chacune des trois Régions : les Régions Flamande, Wallonne et de Bruxelles-Capitale, qui ont collaboré au développement du logiciel de performance énergétique des bâtiments (PEB).

Dès 2007, l'ordonnance relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments (OPEB), votée par la Région de Bruxelles-Capitale, transposait dans l'ordre juridique de la Région la directive européenne de 2002. Cette première ordonnance promouvait l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments via l'imposition d'un seuil de performance minimal pour toute construction neuve et divers travaux de rénovation, et fixait une procédure de certification des bâtiments bruxellois selon leurs performances énergétiques permettant d'informer les locataires et acquéreurs.

En 2013, la Région de Bruxelles-Capitale, ambitionnant de se situer dans le peloton de tête des villes ayant su devancer les enjeux environnementaux et énergétiques (Bruxelles Environnement 2008), décidait de ne pas se limiter aux mesures de la directive européenne 2010/31/EU de 2010 qui prévoyait qu'en 2020, tout nouveau bâtiment construit soit à consommation d'énergie presque nulle. Pour ce faire, elle a adopté les nouvelles exigences PEB 2015 imposant des performances proches du standard passif aux nouvelles constructions de logements et aux rénovations lourdes dès 2015.

A partir du 1^{er} janvier 2021, la directive européenne 2010/31/EU de 2010, relative à l'obligation des bâtiments neufs d'être à consommation d'énergie quasi nulle, entrait en vigueur. Dans la Région de Bruxelles-Capitale, les nouveaux logements respectaient déjà ce critère depuis 2015. Il a néanmoins été nécessaire que la réglementation PEB évolue afin que tous les autres bâtiments, affectés à des unités PEB « non résidentielles », aillent dans ce sens et soient concernés.

Ces mesures promouvant l'augmentation des performances énergétiques du parc immobilier bruxellois ont eu un impact certain sur l'émission de gaz à effet de serre de la Région de Bruxelles-Capitale. La Figure 1.4 démontre qu'entre 2004 et 2020, les émissions de gaz à effet de serre liées aux bâtiments ont baissé de 38,5%, alors que le nombre de bâtiments formant le parc immobilier bruxellois a augmenté, tout comme la population vivant dans la Région. Elle montre aussi que les émissions globales de gaz à effet de serre ont diminué de 28% par rapport à 2005 (Bruxelles Environnement 2021a).

Selon une projection se basant sur un scénario With Additional Mesures (WAM) permettant d'évaluer l'impact de futures mesures supplémentaires à celles existantes, la Région de Bruxelles-Capitale parviendra à son objectif de réduire de 40% ses émissions de gaz à effet de serre pour 2030 (Bruxelles Environnement 2023a).

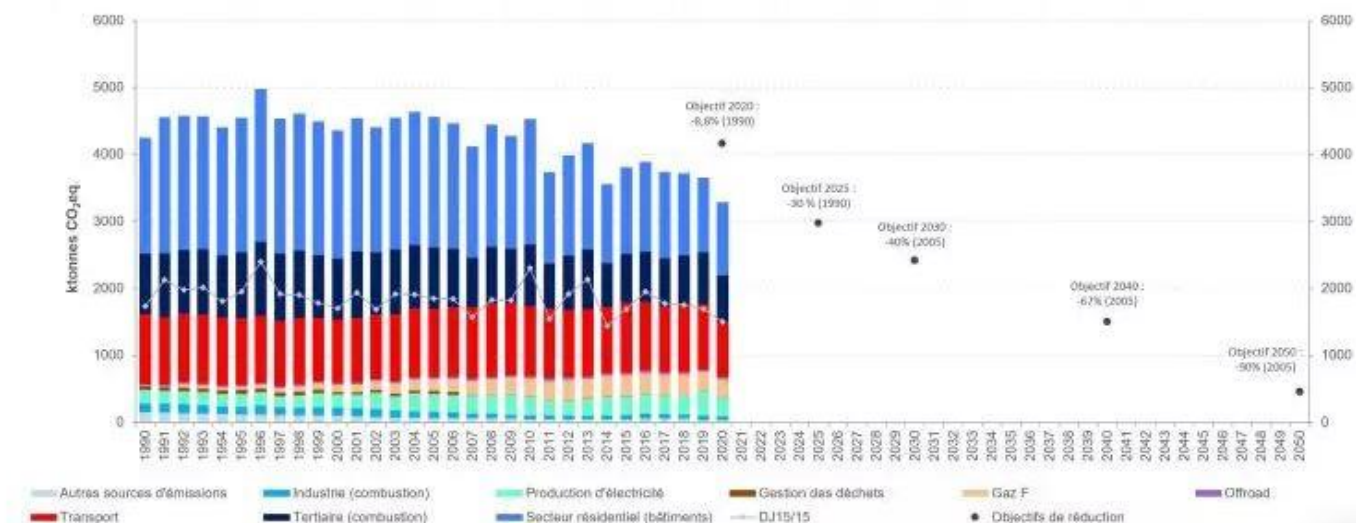


Figure 1.4. Émission de gaz à effet de serre de la Région de Bruxelles-Capitale en fonction des années.
Source : climat : état des lieux, Bruxelles Environnement, 2021

1.4 Outils et instruments incitatifs

En parallèle aux multiples réglementations adoptées en matière de performance énergétique des bâtiments, la Région bruxelloise a développé différents outils et instruments visant à inciter les acteurs du secteur de la construction à privilégier des bâtiments moins énergivores. Parmi ces instruments, on compte deux appels à projets. Le premier, lancé dès 2007, appelé « Bâtiments exemplaires », s’adressait à des projets étant toujours au stade de la conception, c’est-à-dire dont le permis d’urbanisme n’avait pas encore été obtenu et dont le chantier n’avait pas commencé, et qui se démarquaient au niveau social, architectural, et écologique tout en étant techniquement et financièrement reproductibles. Les projets lauréats étaient soutenus financièrement et faisaient l’objet d’une mise en visibilité par divers dispositifs (publications, expositions, visites de bâtiments, *et cetera*). Alors qu’en 2015, la réglementation PEB faisait l’objet d’une révision imposant des exigences proches de celles de la construction passive, le deuxième appel à projets « Be exemplary » voyait le jour. Ce dernier s’inscrivait dans la continuité du premier en maintenant les principales logiques de valorisation des « bonnes pratiques » de l’instrument d’origine, et en mettant l’accès sur l’économie circulaire.

Ces deux appels à projet s’inscrivaient dans un contexte politique particulier : les concepts qu’ils promouvaient, tels que la construction passive pour l’appel « Bâtiments exemplaires » et la circularité pour l’appel « Be exemplary », étaient, pour l’époque, respectivement en 2007 et en 2015, des notions relativement peu connues et peu démocratisées, rendant la Région de Bruxelles-Capitale pionnière en la matière. A titre d’exemple, la Région accueillait en 2015 plusieurs délégations étrangères intéressées par ce qui se développait dans la capitale (Carlot et al. 2015), car celle-ci était devenue en moins d’une décennie pionnière en matière de bâtiments passifs et ayant anticipé de 6 ans les directives européennes concernant les bâtiments à basse consommation d’énergie (Passive House Regions with Renewable Energies 2015).

Cependant, l'atteinte de l'objectif des instruments incitatifs « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary », qui consistait à intégrer des pratiques qui tiennent compte de la performance énergétique des bâtiments et d'une économie circulaire tout en se démarquant architecturalement, socialement et économiquement, n'était pas une mince affaire. Pour respecter le standard passif en matière de performance énergétique du bâtiment, les praticiens devaient changer leur façon de concevoir, ce qui a nécessité de nouvelles approches méthodologiques et a impliqué de nouvelles responsabilités juridiques. De nombreuses inquiétudes planaient au sein du secteur de la construction à Bruxelles car cette façon de concevoir, limitée alors en grande partie au cadre de l'appel à projets « Bâtiments exemplaires », a été imposée avec la réglementation PEB de 2015 (Neuwels 2013). Concernant l'économie circulaire, sa prise en compte dans un projet est parfois peu évidente. Pour permettre la transition du secteur de la construction vers une économie circulaire, un panel d'outils à destination des professionnels existe et représente une aide considérable en mettant en lumière les « bonnes pratiques ». Cependant, une majorité de ces outils est établie « en laboratoire » et diffère parfois de la réalité plus complexe du terrain (Cambier et al. 2020).

1.5 Valorisation des projets lauréats

Les bâtiments exemplaires bruxellois ont joui d'une grande mise en lumière via des ouvrages, des expositions dédiées, des conférences et des visites de terrain. L'objectif était de rassembler les connaissances sur la construction durable et de valoriser des « bonnes pratiques ». En soutenant les projets qualifiés d'exemplaires, la Région de Bruxelles-Capitale visait à inciter les acteurs du secteur de la construction à s'engager dans des pratiques plus en phase avec les enjeux environnementaux, en démontrant par exemple que celles-ci n'entraient pas en contradiction avec les enjeux de qualité architecturale, et qu'elles étaient techniquement et financièrement possibles. Le but était également de mettre à leur disposition des outils pratiques. Ainsi, chaque bâtiment exemplaire faisait l'objet d'une fiche technique détaillée exposant les choix de conception établis au regard des objectifs environnementaux poursuivis. Cependant, même si les acteurs de la construction engagés dans une démarche d'exemplarité étaient encouragés par les pouvoirs publics bruxellois, certains bâtiments labellisés « exemplaires » ne sont pourtant jamais sortis de terre.

Ce travail repose sur l'hypothèse que ces bâtiments non réalisés permettent de mettre en évidence certains freins que les acteurs du secteur de la construction peuvent potentiellement rencontrer lorsqu'ils souhaitent développer un bâtiment intéressant d'un point de vue transition énergétique et écologique dans la Région de Bruxelles-Capitale. Cet intérêt envers les appels à projets « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary » sert de porte d'entrée sur le sujet et invite à un questionnement général en dehors du cadre de ces appels à projets sur la construction durable et éco-responsable. Dans la revue de la littérature sur le sujet, une multitude de freins à caractères différents apparaissent : financier, technique, réglementaire, *et cetera*. L'objectif de ce mémoire aspire à identifier les difficultés de conception et de réalisation de cette architecture tentant de répondre aux enjeux environnementaux et socio-économiques actuels dans la Région de Bruxelles-Capitale.

1.6 Méthodologie

Le propos développé précédemment constitue la base du choix de mon sujet de mémoire intitulé « “ Bâtiments exemplaires ” non construits : des obstacles à la construction “ éco-responsable ” ? ». Le mémoire cherche à répondre aux questions suivantes :

- Quelles sont les raisons ayant empêché la réalisation de certains projets qualifiés d’ « exemplaires » ?
- Ces raisons découlent-elles de freins relatifs au caractère durable de ces projets et mettent-elles en lumière des difficultés générales concernant l’architecture durable ?
- Quels sont les freins à une conception et une réalisation de bâtiments tentant de répondre aux enjeux environnementaux et sociaux actuels ?

Ce travail se base sur les appels à projets « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary » comme une première porte d’entrée pour investiguer les potentiels freins à une architecture durable. Nous avons, dans un premier temps, dressé un tableau récapitulatif au format Excel reprenant les projets lauréats de chaque édition de ces deux appels (voir annexe 3). Avec l’aide d’un moteur de recherche développé par Bruxelles Environnement sur les projets « Bâtiments exemplaires » lauréats, il a été possible d’accéder à la totalité des fiches techniques de ces projets lauréats. Celles-ci contiennent toutes les caractéristiques des projets : la situation, l’année de participation à l’appel à projets, la précision si le projet a été réalisé ou non, l’équipe de conception du projet, *et cetera*. Les lauréats « Be exemplary » ont, quant à eux, été répertoriés à chaque fin d’édition en une publication reprenant et expliquant brièvement la totalité des projets lauréats de l’édition. A l’inverse des fiches techniques « Bâtiments exemplaires », ces publications ne mentionnaient pas la réalisation ou non de ces projets, j’ai donc dû investiguer davantage en me renseignant auprès des bureaux des équipes de conception de ces projets ou en me rendant directement sur les lieux où ils étaient censés être construits. Le tableau Excel récapitulatif regroupe la totalité des projets lauréats des deux appels à projets et reprend pour chacun d’entre eux :

- le numéro du projet
- le statut : réalisé ou non-réalisé (les projets toujours en cours de construction sont supposés comme étant réalisés)
- l’année de l’édition de l’appel
- la typologie : logement collectif, bureaux, équipement collectif, *et cetera*
- la fonction : école, maison d’habitation, commerce, *et cetera*
- la surface
- la situation du projet
- l’architecte
- l’ingénieur en techniques spéciales
- le type de maître d’ouvrage : particulier, organisme public, entreprise, *et cetera*
- le maître d’ouvrage
- le montant alloué des subventions
- le type de chantier : nouvelle construction, rénovation, rénovation avec extension neuve

A partir de ce tableau, il a été possible d'identifier le nombre de projets lauréats qui n'ont pas été construits et les acteurs impliqués. Il a ensuite été question de passer des entretiens ouverts et semi-directifs avec les acteurs des projets abandonnés : architectes et ingénieurs en techniques spéciales car ceux-ci, n'ayant pas le même profil, possèdent différents points de vue sur les projets et les motifs entraînant l'abandon. Il a cependant été compliqué d'obtenir un nombre suffisant d'entretiens avec des acteurs en lien avec les projets abandonnés : soit parce que certains ne répondaient pas favorablement à la demande, soit parce que d'autres étaient retraités et avaient arrêté l'architecture, ou encore parce que les tenants et aboutissants d'une partie de ces projets, qui remontent pour certains à une bonne dizaine d'années, avaient été oubliés. Sur les trente-six projets lauréats non construits des appels à projets, il n'a été possible d'investiguer, par le biais des acteurs interrogés lors des entretiens, que six d'entre eux, ce qui n'était malheureusement pas suffisant pour mettre en lumière des freins généraux relatifs à la construction durable.

Des entretiens supplémentaires ont donc été réalisés avec des acteurs des appels à projets « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary », qui ont vu leur projet lauréat se construire. Menés auprès d'architectes et d'ingénieurs en techniques spéciales, ces entretiens complémentaires ont permis de sortir du cadre de ces appels à projets et d'aborder les freins à l'écoconstruction de manière générale. Le tableau 1.1 répertorie les onze entretiens qui ont finalement pu être effectués avec ces différents intervenants :

Dénomination après anonymisation	Date de l'entretien	Profession actuelle	Lien avec les appels à projets
Travailleur à Bruxelles Environnement	Janvier 2023	Chef du service « Outils d'accompagnement » à Bruxelles Environnement	Observateur et accompagnateur d'analyse dans le jury sélectionnant les « Bâtiments exemplaires »
Architecte 1	Février 2023	Architecte	Conception et maître d'ouvrage du lauréat « Bâtiments exemplaires » n°19 non-réalisé
Architecte 2	Mars 2023	Architecte et associé au sein d'un bureau d'architecture	Conception des lauréats « Bâtiments exemplaires » n°90, n°91 et n°218 réalisés Conception du lauréat « Bâtiments exemplaires » n°92 non-réalisé

Table 1.1. Reprise des onze intervenants après anonymisation

Architecte 3	Mars 2023	Architecte et CEO d'un bureau d'architecture	Conception du lauréat « Bâtiments exemplaires » n°32 non-réalisé
Architecte 4	Mars 2023	Architecte et enseignant dans une université d'architecture	Conception du lauréat « Bâtiments exemplaires » n°73 non-réalisé Conception et maître d'ouvrage du lauréat « Bâtiments exemplaires » n°86 non-réalisé
Architecte 5	Mars 2023	Architecte	Conception des lauréats « Bâtiments exemplaires » n°8 et n°33 réalisés Conception du lauréat « Bâtiments exemplaires » n°12 non-réalisé
Ingénieur en techniques spéciales 1	Avril 2023	Ingénieur en matière d'énergie et d'environnement	Responsable énergie et environnement en techniques spéciales sur 20 lauréats « Bâtiments exemplaires » réalisés
Ingénieur en techniques spéciales 2	Avril 2023	Ingénieur architecte responsable du pôle physique des bâtiments	Accompagnant technique sur 8 projets lauréats « Bâtiments exemplaires » réalisés
Ingénieur en techniques spéciales 3	Mai 2023	Ingénieur industriel et associé au sein d'un bureau de techniques spéciales	Gestion et accompagnant technique de projets lauréats « Bâtiments exemplaires »
Ingénieur en techniques spéciales 4	Juin 2023	Gestionnaire de projet et gérant au sein d'un bureau de techniques spéciales	Accompagnant technique sur 5 projets lauréats « Bâtiments exemplaires » réalisés
Ingénieure en techniques spéciales 5	Juin 2023	Architecte et associée au sein d'un bureau de techniques spéciales	Conception et maître d'ouvrage du lauréat « Bâtiments exemplaires » n°80 réalisé Suivi de projets lauréats « Bâtiments exemplaires » réalisés

Table 1.1 (suite). Reprise des onze intervenants après anonymisation

Ensuite, nous nous sommes attachés à l'analyse de ces données. Parmi les difficultés et freins observés, il a été nécessaire de distinguer quels étaient les plus récurrents, de déterminer si ceux-ci concernaient plutôt une certaine typologie de bâtiments, un certain type d'acteurs,

une certaine étape lors du processus du projet, *et cetera*. Et surtout d'établir quels freins étaient directement liés au caractère « durable » des bâtiments.

Enfin, une enquête détaillée a été menée sur les différents cas représentatifs des paramètres (règlementaire, financier, technique et comportemental) causant des entraves à la conception et à la réalisation des projets : les données subjectives des entretiens ont été mises en parallèle avec la littérature scientifique dans le but de répondre à la dernière question de recherche.

Pour rendre compte de nos résultats, le mémoire se structure en deux parties : la première, une partie théorique, se compose de l'introduction développant la problématique du travail et un état de l'art qui aborde une revue de la littérature concernant les différents freins et leviers à la construction durable. La seconde, attachée à l'analyse des données récoltées, rend compte de l'enquête sur les raisons de la non-réalisation de certains projets lauréats « Bâtiments exemplaires » et de l'identification des freins à la construction durable dans la Région de Bruxelles-Capitale, mettant en parallèle des données subjectives des entretiens avec de la littérature scientifique.

2 État de l'art

L'architecture qualifiée de durable ou éco-responsable vise une conception et une réalisation des projets de telle sorte qu'ils soient fonctionnels, économiquement viables et respectueux de l'environnement en poursuivant l'objectif d'arriver à la meilleure adéquation possible entre le bâti, l'environnement qui l'entoure et le confort des usagers. Les notions de climat, de ressources régionales, de culture, de choix politiques et de niveau économique des habitants variant en fonction des situations géographiques, cette architecture durable fluctue donc d'un lieu à l'autre (Pissaloux 2017).

La revue de la littérature quant aux aléas rencontrés lors de la conception et de la réalisation d'une architecture durable en Belgique est limitée. Cependant, divers écrits mettent en lumière, dans plusieurs pays, une multitude de freins favorisant les pratiques architecturales conservatrices au détriment d'une approche plus durable. Parmi ces freins, plusieurs catégories se distinguent, d'ordre législatif, économique, technique et comportemental. Ils peuvent être posés par tous les acteurs du secteur de la construction, c'est-à-dire les concepteurs, les réalisateurs, les usagers et les instances gouvernementales (Fugère 2021).

2.1 Les principaux freins à une architecture durable

2.1.1 Moyens financiers nécessaires en augmentation

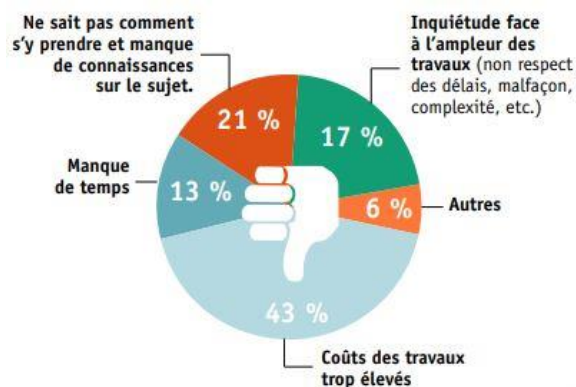


Figure 2.1. Facteurs dissuasifs concernant l'entreprise de travaux de construction écologiques de la part des répondants
Source : l'habitation écologique au Québec - étude de marché, Écohabitation, 2014

Dans l'imaginaire collectif, les maisons durables souffrent souvent d'une réputation les considérant plus chères que les constructions traditionnelles. A ce sujet, une étude de marché a été réalisée au Québec par l'organisme Écohabitation en 2014 sur 863 individus. Comme le montre la Figure 2.1, l'étude révèle que les coûts trop élevés relatifs à une construction durable représentent la première cause de dissuasion à l'entreprise de travaux écologiques, et ce chez 43% des répondants (Écohabitation 2014).

La perception du grand public à propos des coûts initiaux des technologies et techniques relatives aux bâtiments durables est cependant souvent erronée. Bien qu'à priori des surcoûts

existent, ceux-ci sont plus élevés, ou perçus comme plus importants. Une enquête publiée par le WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) indique que les acteurs principaux de l'industrie immobilière surestiment les coûts initiaux des bâtiments écologiques de 17% par rapport aux bâtiments classiques, alors que les auteurs de l'étude ne les estiment qu'à environ 5% (Commission for Environmental Cooperation 2008).

De plus, le prix de l'immobilier en Belgique ne cesse d'augmenter, telle que la Figure 2.2 l'illustre. Sur les 3 provinces que comporte le pays, la Région de Bruxelles-Capitale est celle catégorisée où les prix montent le plus, et ce, pour tous les types de logement. Dans le courant du premier trimestre de 2023 dans la région de Bruxelles-Capitale, un appartement coûtait en moyenne 255.000 €, une maison mitoyenne (possédant deux ou trois façades) s'estimait en moyenne à 500.000 € et une villa (quatre ou cinq façades) valait en moyenne 845.000 € (Statbel 2023).

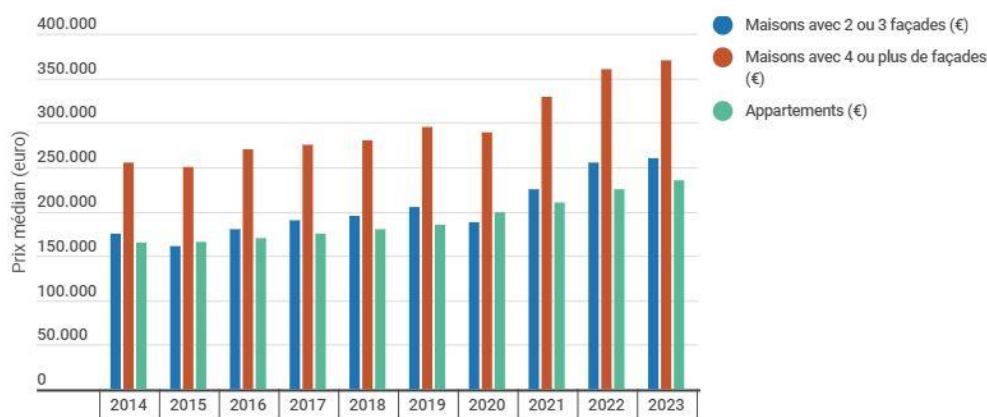


Figure 2.2. Prix médian des types de logements en Belgique au fil des premiers trimestres de chaque année.
Source : prix de l'immobilier – 1^{er} trimestre de 2023, Statbel, 2023

À la suite de l'envolée des prix de l'immobilier, les conditions d'emprunt des banques sont devenues plus strictes : l'achat ou la construction d'un bien nécessite désormais de posséder plus de moyens. D'ailleurs, la plupart des citoyens qui résident dans la Région de Bruxelles-Capitale ne possèdent pas les fonds suffisants leur permettant l'achat, la construction ou la rénovation d'un bien, ils se tournent alors vers la location. Le marché de la location s'impose donc de plus en plus dans la Région. Selon le rapport « Residential Market Overview » datant de 2021 publié par la société de conseil en immobilier JLL, seuls 40% des ménages de la Région de Bruxelles-Capitale résident dans un bien dont ils sont propriétaires. A titre de comparaison, ce chiffre progresse respectivement à 72% et 67% en Flandre et en Wallonie (Rebts 2021).

La majorité des entreprises formant le secteur de la construction sont de petite taille. En 2021, en Belgique, selon le SPF Économie (Service Public Fédéral Économie), sur les 75 000 entreprises du secteur de la construction, la plupart étaient des PME (petites ou moyennes entreprises). Elles rencontrent des difficultés à se lancer dans l'innovation car elles ne peuvent pas supporter le coût de la politique de recherche et de développement lié à celle-ci. Quant aux grosses entreprises, il est légitime de se questionner sur les raisons pour lesquelles elles s'infligeraient un surcoût de recherche et de développement afin d'innover, alors qu'elles peuvent attendre que les technologies et techniques nouvelles soient largement diffusées pour se les approprier (Deshayes 2012).

Concernant les concepteurs, même si les normes et les règles en matière de développement durable permettent de réguler les excès au profit de l'intérêt général, certains ayant déjà participé à des projets durables affirment que les contraintes économiques qui y sont liées entraînent un affaiblissement dans leurs capacités à agir, et donc les obligent à s'orienter vers la création de projets à caractère photographique, se caractérisant généralement par une construction et une organisation des espaces intérieurs standardisée avec, au contraire, une diversité et une recherche au niveau des façades du bâtiment (Adam 2017).

La situation géopolitique actuelle consolide la problématique financière à laquelle fait face le secteur de la construction suite à la hausse des prix des matériaux de constructions et des matières premières. Cette situation, qui se heurte de plein fouet aux enjeux environnementaux et sociaux nécessaires au développement de notre société, se répercute directement sur les chantiers et provoque des conséquences malheureuses. Premièrement, le respect des objectifs environnementaux peut, dans certains cas, ne pas être atteint, impliquant une baisse de ces objectifs. Deuxièmement, des adaptations majeures au projet liées à la situation économique exceptionnelle inconnue initialement sont menées en cours de route, nuisant à la cohérence et à la qualité des projets. Enfin, le coût prévisionnel du projet se révèle imprévisible et peine à entrer en adéquation avec l'enveloppe de budget initiale prévue par le maître d'ouvrage, mettant par ailleurs en péril la relation de confiance entre le maître d'ouvrage et les acteurs liés à la maîtrise d'œuvre (Conseil de l'Ordre des architectes d'Île-de-France 2022). De plus, le prix de la construction à Bruxelles a augmenté de 16% en 2023 par rapport à 2022, plaçant Bruxelles à la dixième place des capitales européennes les plus chères pour les projets de construction. Le coût des constructions arrive à des prix nettement plus élevés que l'estimation qui a été donnée initialement lors de la conception (Arcadis 2023).

2.1.2 Surcoût en comparaison à la construction classique

Malgré les avantages que comportent les bâtiments durables, le coût initial de ces derniers reste la première cause de réticence quand il s'agit de les adopter. La littérature est controversée à ce sujet. Certaines études affirment que le fait de construire de façon durable implique un très léger surcoût tendant à être négligeable, tandis que d'autres se révèlent plus mitigées sur le sujet et affirment des coûts initiaux plus importants face à une construction conventionnelle (Dwaikat et Ali 2016).

Une étude réalisée aux Etats-Unis et publiée en 2004 par Matthiessen et Morris comparait le coût de 45 bâtiments candidats à la certification LEED contre 93 bâtiments similaires conventionnels. La seule distinction entre les bâtiments conventionnels et les bâtiments durables se situait au niveau de l'incorporation des critères nécessitant la certification LEED dans ces derniers. Après analyse de tous les projets en fonction de leurs caractéristiques durables et l'application du test de Student sur l'échantillon, l'étude a conclu que le prix entre les constructions durables et les constructions conventionnelles ne différait pas de façon significative (voir Figure 2.3) (Matthiessen et Morris 2004).

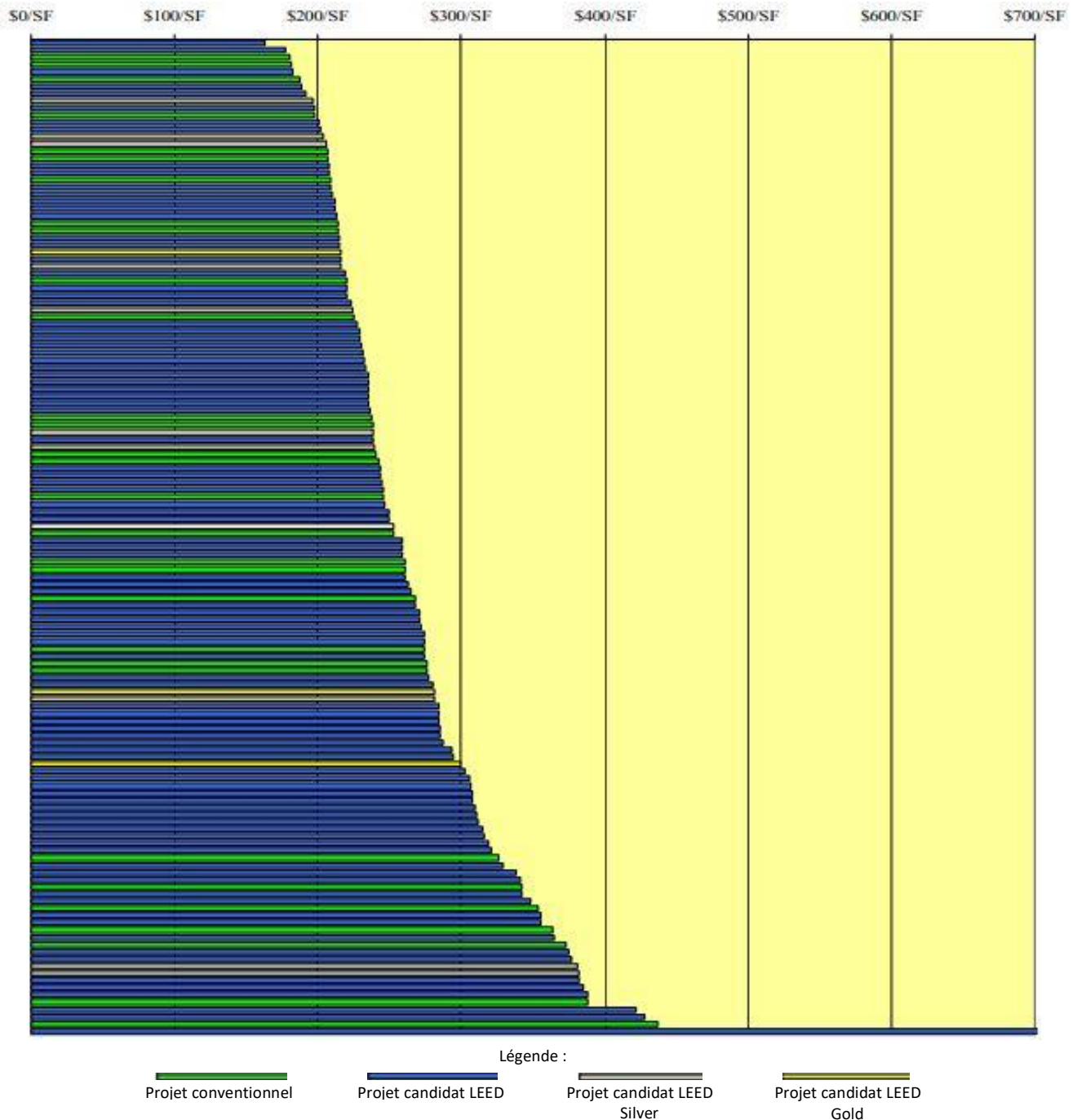


Figure 2.3. Classement des 138 projets analysés selon leur coût en dollar américain par pied carré.
 Source : « Costing Green: A Comprehensive Cost Database and Budgeting Methodology », Matthiessen et Morris, 2004

Bruxelles Environnement affirmait cependant que le surcoût lié à l'introduction d'une meilleure performance énergétique dans les projets atteignait 15% en 2010 (Bruxelles Environnement 2010) et 10% en 2019 (Bruxelles Environnement 2019).

La réalisation de projets durables implique également certaines tâches supplémentaires par rapport à des projets traditionnels. Ces dernières ne sont pas forcément connues ni maîtrisées, entraînant, dans la majorité des cas, des coûts de transaction supplémentaires inopinés (Qian et al. 2015). Une étude réalisée en 2014 à Hong Kong a interrogé quinze acteurs

du secteur de la construction à propos d'une dizaine de nouvelles tâches découlant de la construction d'un bâtiment durable et le degré de risque et d'incertitude de surcoût quant à celles-ci. L'étude a démontré que quatre tâches sur dix ont été reconnues par leur caractère incertain, entraînant l'absence d'une pratique standardisée aisément accessible sur le marché et à laquelle les développeurs peuvent se référer sans craindre un surcoût considérable (Qian et al. 2015) :

- La réalisation de recherches complémentaires sur les besoins et les attentes du marché se rapportant à la construction durable en prenant en compte les besoins des communautés locales, l'offre et la compétitivité
- L'effort supplémentaire afin de cerner les usagers potentiels
- La revue plus minutieuse des informations sur les produits de la construction durable
- La prise en compte des politiques et exigences supplémentaires du marché de la construction durable

Ces tâches sont rarement soumises à des normes et restent donc complexes à prédire (Qian et al. 2015).

En outre, des incertitudes planent quant aux coûts-bénéfices des bâtiments durables. Le manque d'études, de recherches et d'informations claires sur les coûts-bénéfices de construction induit une incertitude sur les avantages et plus-values à retirer lors de la construction de bâtiments éco-responsables (Khoshbakht et al. 2017).

2.1.3 Normes et réglementations

Depuis le rapport Brundtland de 1987 formulant pour la première fois la notion de développement durable, un imaginaire normatif sur l'écologie a vu le jour, ayant pour but de guider de façon rationnelle la croissance des pays. À la suite du protocole de Kyoto de 1997, plusieurs pays adhérents à l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) ont orienté leurs politiques locales dans l'objectif d'atteindre une performance énergétique réduisant les émissions de gaz à effet de serre (Bastoen et Popescu 2023). Ces normes exercent une influence conséquente dans le domaine architectural, notamment sur la pratique du projet, car elles recommandent des efficacités environnementales précises se basant sur des aspects prévisibles et mesurables. Certains architectes, faisant le bilan des effets de ces normes constructives, ont alors réclamé une liberté plus large quant aux réponses à apporter dans le secteur du bâtiment (Bastoen et Popescu 2023).

Ce phénomène s'est également produit en Belgique et plus particulièrement dans la Région de Bruxelles-Capitale avec l'apparition dès 2007 des diverses réglementations en matière de performance énergétique des bâtiments PEB. Celles-ci renforcèrent entre autres les normes de construction au niveau de la réglementation thermique des bâtiments. En 2012, lorsque la ministre Évelyne Huytebroeck exposait l'Arrêté « Passif 2015 », promouvant la certification passive obligatoire comme objectif intermédiaire dans l'attente en 2020 du quasi zéro énergie pour chaque nouvelle construction, des praticiens ont communiqué leurs inquiétudes vis-à-vis de cette réglementation PEB. En effet, cette nouvelle imposition ne consistait pas uniquement en un durcissement obligatoire réglementaire, mais imposait surtout aux

praticiens une nouvelle façon de concevoir, avec tout un lot de nouvelles responsabilités juridiques. (Neuwels 2013). Suite aux protestations venant des acteurs du monde de la construction, les politiques ont pris conscience que cet Arrêté générerait un certain nombre de difficultés et celui-ci a été adapté.

Certains architectes n'en demeuraient pas moins sceptiques. Le président de l'ARIB (Architects in Brussels), association veillant à promouvoir le métier d'architecte et ses intérêts en Région de Bruxelles-Capitale, déclarait à l'époque, après que l'association ait pris part aux réflexions avec d'autres acteurs du monde de la construction et les politiques menant à l'adaptation de l'Arrêté, qu'aucun accord n'était intervenu vu qu'il n'avait pas été possible de le remettre en cause (Neuwels 2013). En 2013, le Conseil francophone et germanophone de l'Ordre des Architectes (Cfg-OA) a réalisé une enquête intitulée « standards passifs dans la construction, qu'en pensent les architectes ? » interrogeant un échantillon d'environ 500 architectes de Wallonie et de Bruxelles. Le résultat était sans appel : 79% des répondants se disaient contre l'imposition du standard passif présent dans l'Arrêté, alors que 73% d'entre eux se pensaient capables de réaliser un bâtiment passif. (Neuwels 2013)

Contrairement à la révocation d'une réglementation, qui relève d'une procédure institutionnelle, la modification d'une norme est à la portée de tous. La compréhension des normes permet de les contourner (Catsaros 2017). L'architecture de Patrick Bouchain en est l'exemple. A travers ses projets, il induit presque systématiquement une renégociation de leur contexte normatif. Son projet de théâtre équestre Zingaro en 1989 aurait dû être refusé s'il avait été présenté tel qu'il a été construit lors de la demande d'autorisation. Le projet s'est cependant construit de façon progressive, prenant l'administration au dépourvu, et se situe donc dans un flou législatif, car il consiste en un mélange de deux types de constructions très normées : les écuries urbaines et les édifices éphémères accueillant du public. Lors de la rénovation de l'ancienne usine LU à Nantes destinée à devenir le Lieu unique, la question de l'utilisation de l'étage était freinée par l'absence d'issues de secours, et les seules ouvertures disponibles se trouvaient sur la façade d'entrée. L'idée de Bouchain a été de contourner la norme en la respectant à la lettre, mais en se détachant de l'esprit qu'elle stipule. Il existe donc dans le Lieu unique le nombre requis d'issues de secours, mais le côté théâtral des escaliers de secours qui mènent à celles-ci contourne symboliquement leur fonction sécuritaire (Catsaros 2017).

Les normes européennes se multiplient sans forcément se diriger dans le sens de l'écoconstruction. Ce concept d'écoconstruction s'applique à une large gamme de produits, mais n'est exigé que pour ceux en lien avec l'énergie (Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009, transposée en droit belge le 27 juillet 2011). La réglementation devient également un frein lorsque les règles urbanistiques en application dans certaines régions ou communes répriment les techniques de construction en faveur de l'écoconstruction du bâti (isolation par l'extérieur, matériaux prohibés en façade, etc.) (Lazzeri 2017).

Selon une étude de 2012 menée par Villot et al. sur le département de la Loire, qui interrogeait quelques 249 professionnels du secteur du bâtiment à propos des freins à la rénovation thermique des bâtiments, la majorité de ceux-ci (55%) affirmait que les réglementations urbanistiques constituaient un frein aux objectifs de performances énergétiques. Une autre

partie (39%) exprimait au contraire son désaccord, estimant que les lois à l'époque de l'étude permettaient la rénovation thermique, peu importe les contraintes réglementaires imposées (Villot et al. 2015)

2.1.4 Modifications des pratiques du secteur de la construction

Les modifications dont font l'objet l'urbanisme et l'architecture en faveur du développement durable induisent de nouvelles obligations pour tous les acteurs du secteur de la construction, autant chez les professionnels du bâtiment que chez les institutions et les usagers. Cette injonction nécessite l'acquisition de compétences inédites et remet en question la façon de concevoir le bâti ainsi que le mode de vie des habitants en son sein (Debizet et al. 2015). La complexité des projets augmente, étant donné que la construction résulte de nouvelles demandes en matière de coûts, de délais, d'innovations technologiques, de fonctionnalités et de considérations de nouveaux critères, comme les aspects sociaux et environnementaux. L'utilisation croissante du concept de développement durable, ainsi que sa transformation en enjeu politique, ont entraîné une évolution des métiers de la conception architecturale en révisant les normes de connaissances propres à ces professions (Debizet et al. 2019).

Certaines thématiques abordées au nom du développement durable causent une confusion chez la plupart des concepteurs : ils se retrouvent face à deux options. La première consiste à prendre en compte la grande variété des thèmes liés au développement durable, mais cela conduit à une superposition avec les sujets traditionnellement abordés par les métiers de la conception architecturale. Il en résulte une perte de repères sur la spécificité du développement durable. L'autre option consiste à limiter les actions liées au développement durable à un nombre restreint de thématiques, ce qui est plus aisé pour le concepteur et les professionnels, mais suscite une réduction des enjeux liés à ces thèmes et donc appauvrit les plans intellectuel, opérationnel et idéologique (Debizet et al. 2019).

Lors de l'étude effectuée en 2012 par Villot et al. sur le département de la Loire mentionnée ci-avant, il résulte que les compétences de certains intervenants s'imposaient comme un frein. Le niveau de capacité à concevoir ou à réaliser un bâtiment performant en matière énergétique était perçu par eux comme assez faible chez les répondants. Toutefois, les ouvriers ne sont pas les seuls à être pointés du doigt. Bien que l'absence de compétences sur les questions énergétiques soit préjudiciable lors de la phase de réalisation des projets, elle l'est tout autant lors de la conception. Pour 44% des répondants, l'architecte et le monde de la maîtrise d'œuvre ont aussi leur part de responsabilité (Villot et al. 2015).

Le fait d'avoir à atteindre en permanence des performances techniques va engendrer l'apparition d'une multitude d'acteurs avec lesquels il faut composer mais dont les intérêts sont souvent divergents (Deshayes 2012). La dimension technique du développement durable propulse l'ingénierie au centre du projet au détriment de la conception architecturale, remettant en cause les compétences de l'architecte et alimentant la représentation historique caractérisant l'architecte comme artiste et l'ingénieur comme technocrate (Adam 2017).

Indépendamment des convictions personnelles, des valeurs éthiques et des intentions qu'un entrepreneur peut posséder, devenir responsable en matière de développement durable

n'est pas inné. Pour se lancer, il est indispensable de se former et d'acquérir de nouvelles compétences et connaissances pour faire face à la complexité et aux défis inévitables liés à un projet d'entreprise responsable et durable (Van der Yeught 2020).

2.1.5 Lobbying

La définition du lobbying dans sa version la plus courte est l'action d'influence autour des pouvoirs politiques. Cependant, le développement de cette pratique a amené un élargissement de cette définition (Badon et Libaert 2012). Au niveau européen, la Commission européenne définit le lobbying comme « *toutes les activités qui visent à influencer sur l'élaboration des politiques et les processus décisionnels des institutions européennes* » (Commission Européenne 2007).

Parmi les différentes conceptions d'influence des lobbies, il existe la manière pluraliste, qui considère que ces derniers peuvent être autorisés à influencer l'État de manière non officielle, afin de permettre une forme d'équilibre dans la société. Cette conception des lobbies domine l'Europe. En effet, bien que la présence des lobbies dans les séances parlementaires soit prohibée, ils sont cependant régulièrement consultés par la Commission européenne dans le cadre de la création de directives, et puis par les parlementaires des Commissions techniques lors de la préparation des amendements relatifs à ces nouvelles directives (Grant 2020).

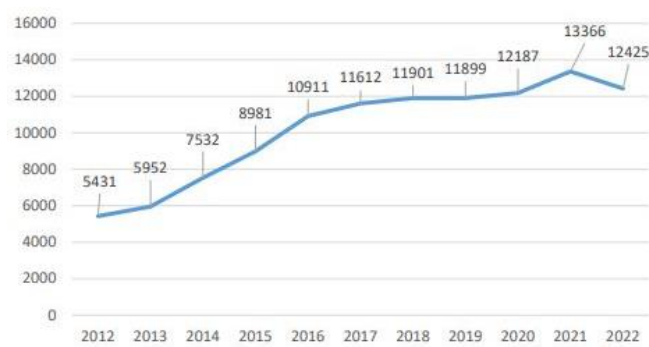


Figure 2.4. Nombre total de lobbies enregistrés en fonction des années.

Source : rapport annuel sur la tenue du registre de transparence. Commission Européenne, 2022

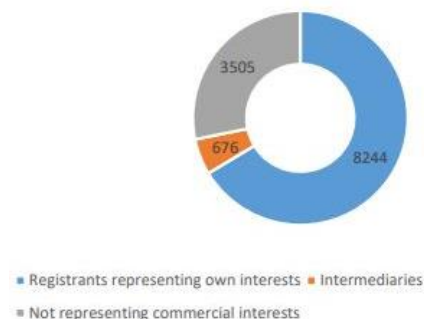


Figure 2.5. Répartition des lobbies enregistrés en 2022 selon l'intérêt qu'ils représentent.

Source : rapport annuel sur la tenue du registre de transparence. Commission Européenne, 2022

Les Figures 2.4 et 2.5 démontrent qu'en 2022, 12.425 lobbies ont été recensés comme représentants d'intérêt au Parlement et à la Commission européenne, dont la plupart défendent leurs propres intérêts (Commission Européenne 2022). Certaines entreprises font même le choix d'implanter leurs locaux et leurs lobbyistes à Bruxelles afin de se situer à proximité des décideurs européens lors de la création de directives pouvant nuire à leurs intérêts. De cette façon, les décideurs européens se retrouvent influencés de manière non officielle (Grant 2020).

L'influence des lobbies participe à ralentir l'adoption de directives et règlements européens favorisant l'intérêt général, notamment en matière d'environnement (Grant 2020). Le frein à l'adoption d'instruments et de taxes est lié aux pressions des groupes d'intérêt qui représentent les pollueurs. En effet, certaines directives européennes en faveur de politiques environnementales perturbent les secteurs d'activités ayant une solide organisation, qui leur donne ainsi la possibilité d'influencer sur les décisions qui les affectent (Glachant 2008). Pour ce faire, les lobbies ont parfois recours à des stratégies ou à des dispositifs frauduleux, tels que l'espionnage, l'écriture de rapports d'expertises falsifiés à destination des institutions, le « greenwashing » ou encore l'« astroturfing » (Grant 2020).

En Belgique, un mouvement dénommé « cluster » est apparu. Par définition, un « cluster » est un groupe d'entreprises ayant un intérêt économique et dont le domaine d'activité provient ou non d'une même source. Il existe différents « clusters » à Bruxelles, formés par de petites et moyennes entreprises et regroupées selon leur secteur d'activité, entre autres le secteur de la construction et de la rénovation durable. Les « clusters » offrent des conditions optimales à la création de réseaux, constituant une masse d'un ou plusieurs domaines, en encourageant la coopération d'activités qui y sont associées, en établissant des relations complémentaires et en partageant une vision commune (Fugère 2021).

2.1.6 Réticences au changement

Cinq catégories de comportements socio-culturels apparaissent chez les parties prenantes qui participent à la chaîne de transaction complexe de diffusion de l'innovation : les « innovateurs », les « early adopters », la « majorité précoce », la « majorité tardive » et les « retardataires » (Rogers 1983).

Bien que cette problématique de diffusion de l'innovation fut abordée par Rogers selon une chaîne de transaction fondée sur la consommation, elle s'applique tout de même au secteur de la construction. Cependant, dans le secteur du bâtiment, le client ne se réduit pas à être un simple consommateur en bout de chaîne : il est maître d'ouvrage et intervient aussi bien en amont (il finance et fait les choix) qu'en aval (il consomme les matériaux et les solutions constructives). Les réticences comportementales qu'a relevées Rogers, en 1992 dans sa théorie sur la diffusion de l'innovation, sont donc présentes chez le maître d'ouvrage lors de l'achat, mais elles sont aussi exacerbées par le positionnement de celui-ci dans la chaîne de décision tribulaire à la commande d'un projet (Deshayes 2012). Ces cinq comportements se répercutent directement lors de l'achat, du choix de matériaux, ou encore lors du choix d'une architecture plutôt qu'une autre, faisant en sorte qu'une réticence socio-culturelle existe et limite la pénétration de l'innovation en matière d'architecture durable (Deshayes 2012).

Les individus réticents au changement ne résistent pas à ce dernier en tant que tel mais à ses conséquences (Pesqueux 2020). La réticence au changement est estimée comme étant un assemblage de divers facteurs, tels que les raisons économiques, la perte du contrôle de la situation, le poids des routines face à ce qu'incombe le changement, les méconnaissances et l'intérêt individuel lié à des préjugés (Pesqueux 2020).

Penser le changement implique de concevoir une modification du cours du présent à travers un concept, un paradigme ou un modèle que l'on conçoit, que l'on appréhende et que l'on peut déployer pleinement. Face au changement, les formes de résistance sont majoritairement l'inertie, la révolte, l'argumentation critique ou le sabotage (Pesqueux 2020). Plusieurs études mettent en lumière la présence de facteurs propices à la réticence au changement chez les acteurs du secteur de la construction vis-à-vis d'une pratique durable.

La première démontre que les facteurs tels que les méconnaissances, le risque de perdre le contrôle de la situation et les raisons économiques sont des éléments présents chez certains acteurs du secteur constructif. L'étude, réalisée aux Pays-Bas par Pinkse et Dommisse publiée en 2008 ambitionnait d'identifier les éléments freinant les constructeurs de bâtiments résidentiels des Pays-Bas à une transition vers des technologies durables. Pour y parvenir, ils ont fait passer des entretiens semi-directifs à quatre entreprises, en interrogeant deux acteurs en lien avec chacune d'entre elles, soit un total de huit entretiens. Outre l'investissement économique relatif à l'adoption de nouvelles technologies durables auxquelles fait face l'entrepreneur et dont l'acheteur récupère les profits, d'autres éléments freinent la diffusion des technologies durables. Le fait de devoir s'affranchir des technologies dominantes qui ont fait leurs preuves pour faire confiance à d'autres, à propos desquelles l'entrepreneur a généralement peu de connaissances, est très risqué (Pinkse et Dommisse 2009), car : premièrement certaines innovations peuvent sembler optimales du point de vue environnemental à court terme, encourageant l'économie à développer des cheminements technologiques considérés comme « verrouillés » et acquis, mais qui s'avèrent finalement contradictoires avec les objectifs de soutenabilité écologique (Faucheux et Nicolai 1998), deuxièmement du point de vue des clients, l'aspect moins coûteux propre aux technologies ancrées semble peser plus lourd dans la balance qu'un surcoût lié à l'usage de technologies durables (Pinkse et Dommisse 2009).

La seconde étude, réalisée par Villot et al. en 2012 sur le département de la Loire portant sur les freins aux enjeux énergétiques en construction, permet d'identifier et de comprendre le poids des routines face à la construction durable. Lors des enquêtes qualitatives, le terme « tradition » est apparu. Dans de nombreux cas, la tradition évoquée réfère aux habitudes des professionnels du secteur du bâtiment qui, par choix ou par contrainte, utilisent parfois des techniques et des raisonnements qui ont fait leur temps, c'est-à-dire des modes de fonctionnement qui ont, certes, perdu leur originalité, mais qui permettent d'arriver à certains objectifs. Pour d'autres intervenants, la « tradition » marque une obsolescence de la façon de construire des 60 dernières années, ces modèles constructifs étant inadaptés au contexte actuel (Villot et al. 2015).

2.1.7 Amélioration des performances et effet rebond

Le développement durable est sujet à de nombreuses interprétations. Le concept couvre aujourd'hui un champ très entendu qui comporte énormément d'approches : il apparaît que tout peut rentrer dans la question du développement durable si on le justifie correctement (Chiron 2017).

Dans ce large champ, l'approche générale des Nations Unies, consistant à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans un futur plus ou moins proche, s'est imposée. Le secteur du bâtiment ayant une grande part de responsabilité dans ces émissions, plusieurs pays, et notamment la Belgique, ont décidé de fixer des objectifs définissant des performances à atteindre en matière énergétique pour les bâtiments. L'atteinte de ces objectifs a entraîné différentes conséquences sur les bâtiments : le renforcement des performances thermiques par l'accroissement de l'épaisseur de l'isolation, la nécessité d'être dotés d'une étanchéité parfaite à l'air, ou encore l'usage d'équipements techniques plus performants (La Gastine 2012).

Cette transition énergétique prônant la performance a suscité des débats faisant ressurgir le travail de l'économiste William Jevons, qui décelait en 1865 le paradoxe suivant (aujourd'hui appelé effet rebond) : il observait que le progrès effectué à l'époque dans l'efficacité énergétique des machines à vapeur ne réduisait pas l'usage de charbon à l'échelle macro-économique. En effet, les industriels réinvestissaient l'argent économisé grâce à une plus faible consommation de charbon dans de nouvelles machines, créant à terme un effet pervers se caractérisant par une augmentation de la consommation de charbon alors que les machines en consommaient moins (Daumas 2020).

Le tableau 2.1 distingue les quatre effets rebond (Gillingham et al. 2015) :

Ordre micro-économique	Ordre macro-économique
<ul style="list-style-type: none"> - L'effet rebond direct est le fait qu'une amélioration de l'efficacité énergétique conduise à une augmentation de la consommation du bien nécessitant cet apport énergétique. - L'effet rebond indirect est le fait que les gains inhérents à la baisse d'une consommation soient utilisés dans l'achat d'un ou d'autres biens nécessitant de l'énergie lors de leur production ou fonctionnement. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'effet rebond de marché est l'effet de rebond direct mais à plus grande échelle. - L'effet rebond de croissance est le fait que le gain d'efficacité énergétique affecte la croissance et engendre une consommation plus importante à l'échelle macro-économique, allant jusqu'à compenser les gains initiaux dans un secteur. Ce dernier peut transmettre ces gains à d'autres secteurs, stimulant donc la croissance économique et l'utilisation d'énergie.

Table 2.1. Les différents types d'effet rebond.

L'effet rebond peut prendre la forme d'un pourcentage représentant la différence entre les estimations d'économie d'énergie et les économies réelles. Le cas de figure où l'effet rebond dépasse 100% est appelé « backfire » et existe lorsque l'augmentation de la consommation d'un bien énergétique excède les gains obtenus lors de l'amélioration énergétique de celui-ci (Van der Rest 2020).

Dans son écrit « L'effet-rebond condamne-t-il à l'échec ? » datant de 2020, Daumas a répertorié sous forme de tableau quelques études estimant des effets rebond énergétiques pour plusieurs pays et régions (voir Figure 2.6). Ce tableau prouve la difficulté d'estimation de l'effet rebond, tant les résultats diffèrent. Les effets rebond restent cependant inférieurs à

100%, signifiant ainsi qu'ils réduisent uniquement les gains théoriques sans les annuler, comme cela était le cas lors du paradoxe relaté par Jevons (Daumas 2020).

Quelques estimations d'effets-rebond			
Effets microéconomiques	Direct	Indirect	Pays/Région
Dimitropoulos <i>et al.</i> (2018)	10-12 % à court terme 26-29 % à long-terme		OCDE
Gillingham <i>et al.</i> (2016)		20-40 %	États-Unis, Canada
Freire-González (2017)		70-80 %	EU27
Belaïd <i>et al.</i> (2018)	60 %		France
Hediger (2016)	30 %		Suisse
Effets macroéconomiques	Marché	Croissance	Pays
Broberg <i>et al.</i> (2015)		40-70 %	Suède
Barker <i>et al.</i> (2007)		10 %	Royaume-Uni
Barker <i>et al.</i> (2009)		30 % à court terme 50 % à long terme	Monde

Figure 2.6. Estimations selon plusieurs études d'effets rebond sur certains pays et régions.
Source : « l'effet-rebond condamne-t-il à l'échec ? ». Daumas, 2020

L'effet rebond remet en cause cette recherche d'efficacité, présente à tous les niveaux, comme solution permettant de résoudre la problématique écologique. L'efficacité induit une augmentation de la consommation afin que l'économie, qui se base sur un système capitaliste, puisse fonctionner. Pour se détacher du système d'innovation œuvrant pour la croissance, une innovation par la décroissance est nécessaire, consistant à produire mieux et moins (Schneider 2003).

2.2 Les principaux leviers

Plusieurs étapes sont nécessaires à la diffusion du développement durable. Après avoir identifié le problème, en l'occurrence la problématique environnementale, et avoir créé une multitude de référentiels communs formés par un ensemble de normes, de règles et d'aides, la dernière phase de diffusion consiste à faire accepter cet ensemble de référentiels aux parties prenantes qui en sont les cibles. Ces dernières, n'ayant pas pris part à l'élaboration de cet ensemble de référentiels, restent attachées à leur modèle de pensée dominant et se dressent contre toute tentative visant à introduire de nouveaux règlements (Bajenaru-Declerck 2009).

En instaurant l'expression « bonnes pratiques », la Région de Bruxelles-Capitale désigne un ensemble de comportements à adopter afin d'atteindre l'objectif qui est le développement durable (Livopac 2010). Ces « bonnes pratiques » visent donc à être généralisées, devenant des « systèmes de normalisation, voire de standardisation ». Ces nouvelles méthodologies d'administration du territoire créent des rapports de pouvoir qui renvoient à des scénarios de domination et d'imposition (Devisme 2007).

La montée des enjeux environnementaux a favorisé la mise en place de nombreux dispositifs prônant de « bonnes pratiques » chez les acteurs du monde de la construction. La Région de Bruxelles-Capitale mais aussi d'autres régions, dans d'autres pays, ont mis en place des dispositifs afin de faciliter la percolation du développement durable dans le secteur de la construction.

2.2.1 Programmes de subventions

Lorsqu'un pays est développé et qu'une partie d'un secteur se trouve être en concurrence avec d'autres, des aides publiques de type subventions et allègements fiscaux peuvent être mises en place afin de promulguer des avantages à une partie plutôt qu'une autre, ce qui équivaut à favoriser celle-ci pour qu'elle s'impose par rapport à l'autre (Verne 2008). Quand il existe une hétérogénéité dans un secteur économique, qui se caractérise par une partie de ce dernier en avance de développement et donc amené à croître davantage par rapport à une partie en retard, les politiques de subventions et d'aides financières permettent deux effets positifs (Meunier et Mignolet 2004). Le premier encourage les investissements de la partie du secteur en avance à développer un comportement opportuniste (appelé « rentseekingbehavior ») en se dirigeant vers la partie du secteur en retard afin de profiter des aides. Le second effet induit une diminution du coût capital de la partie du secteur en retard, facilitant les investissements en vue de son développement. Pour se prévenir d'un effet d'aubaine, en d'autres mots pour éviter que des investissements, ne nécessitant pas d'aides pour se développer, bénéficient de ces dernières, elles sont accordées aux investissements les plus en marge (Meunier et Mignolet 2004).

Dans la Région de Bruxelles-Capitale, en particulier dans le secteur de la construction et du bâtiment, la certification PEB permet de distinguer deux types de construction parmi les logements, comme le montre la Figure 2.7. La première catégorie est constituée des bâtiments ayant la certification PEB A ou B, respectant le niveau d'exigence de consommation d'énergie primaire annuelle par m² obligatoire de la réglementation PEB 2018. La seconde catégorie reprend tous les bâtiments certifiés PEB de l'indice C à G, ne respectant donc pas la réglementation PEB 2018 en matière de consommation d'énergie primaire (Bruxelles Environnement 2023b).



Figure 2.7. Classement des indices de certification PEB selon la consommation d'énergie primaire d'un logement. Source : info fiches énergie. Le résultat du certificat PEB habitation individuelle. Bruxelles Environnement, 2023

L'hétérogénéité du parc immobilier des logements bruxellois relatif à la certification PEB des bâtiments (voir Figure 2.8) démontre que l'ensemble des constructions s'alignant à la réglementation PEB 2018 en matière de consommation d'énergie, certifiées A ou B, est clairement moins présent et développé que la catégorie de constructions certifiées de C à G, avec respectivement seulement 6,24% des bâtiments certifiés A et B contre 93,76% de bâtiments certifiés de C à G. Le marché est cependant légèrement plus performant que ce qu'annonce le graphique : seuls 51,35% des habitations individuelles de la Région de Bruxelles-Capitale étaient certifiées en 2021. De plus, certains propriétaires ou agents immobiliers ne fournissaient pas toujours au certificateur PEB les documents permettant de déterminer la qualité énergétique des biens, forçant ce dernier à utiliser des valeurs par défaut pour les calculs, ce qui pénalise le résultat (Bruxelles Environnement 2021b).

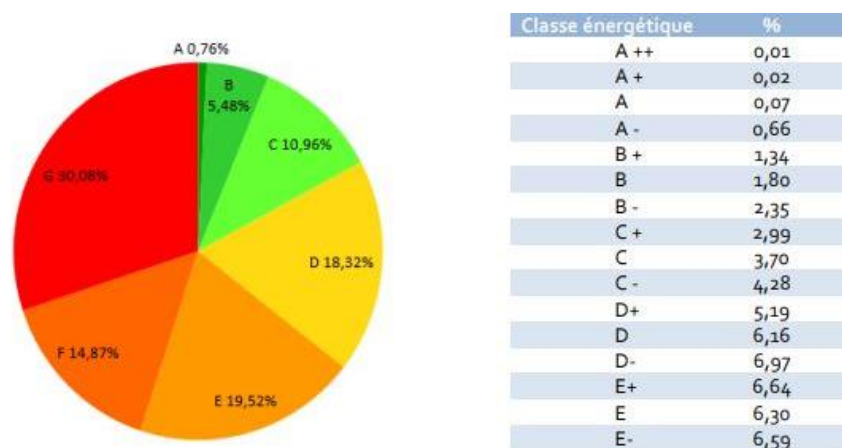


Figure 2.8. Répartitions de l'entièreté des certificats PEB du parc immobilier bruxellois en 2021.
Source : rapport statistique. Certification PEB des habitations individuelles. Bruxelles Environnement, 2021

La Région de Bruxelles-Capitale se retrouve dès lors dans le cas de figure explicité par Meunier et Mignolet dans leur article publié en 2004 dénommé « Les aides à l'investissement : opportunes ? efficaces ? » : la Région offre diverses aides financières afin de promouvoir des projets de constructions durables, dans le but que la partie actuellement minoritaire constituée des constructions peu énergivores, ayant la certification PEB A ou B se développe, au détriment de l'ensemble reprenant les constructions plus consommatrices en énergie possédant la certification PEB de C à G, car cela lui permet d'avancer dans l'obtention de ses objectifs environnementaux.

Les tableaux 2.2 et 2.3, reprenant quelques exemples de programmes offrant des subventions et des primes en faveur d'une construction durable, montrent l'étendue de l'offre de la Région de Bruxelles-Capitales et les communes qui la constituent en matière d'aides financières.

Programme régional	Année(s) d'application	Destinataires	Objectifs	Aide financière
Appel à projets «Bâtiments exemplaires»	2007-2008- 2009-2011- 2012-2013	Tous les types de maîtres d'ouvrage et concepteurs	Réaliser ou rénover des projets à hautes performances énergétiques et environnementales	Subvention allant jusqu'à 100€ par m ² construit : 90€ et 10€, respectivement pour le maître d'ouvrage et l'équipe de conception, avec plafond
Appel à projets «Be exemplary»	2016-2017- 2018-2019	Tous les types de maîtres d'ouvrage et concepteurs	Réaliser ou rénover des projets à hautes performances énergétiques et environnementales en incluant la notion de circularité	Subvention, en fonction du type de projet, allant jusqu'à 235€ par m ² construit pour le maître d'ouvrage et 15€ par m ² construit pour l'équipe de conception, avec plafond
Appel à projets «Be circular» (catégorie « chantiers circulaires »)	Depuis 2016 et toujours d'actualité	Toutes les entreprises ayant un siège d'exploitation et un numéro d'entreprise en Région de Bruxelles-Capitale	Réaliser et rénover des projets en accordant une attention à la circularité des matériaux et des ressources	Subvention, en fonction du type de projet, allant jusqu'à 200.000€ et accompagnement d'une valeur équivalente à 1.100€ ou 21.000€
Appel à projets «Renolab B»	Depuis 2021 et toujours d'actualité	Tous les types de maîtres d'ouvrage	Rénover des projets de manière circulaire et durable	Subvention, en fonction du type de projet, du maître d'ouvrage et de la phase du projet), allant jusqu'à 300.000€
Rénolution	Depuis 2022 et toujours d'actualité	N'importe quel citoyen belge	Encourager des travaux permettant l'économie d'énergie	L'aide varie énormément selon les 42 primes disponibles

Table 2.2. Programmes et aides financières pour la construction durable à l'initiative de la Région de Bruxelles-Capitale.

Aide communale	Année(s) d'application	Destinataires	Objectifs	Aide financière
Primes vertes, tel le cas de la commune de Bruxelles	Toujours d'actualité	Tous les résidents de la commune	Encourager des démarches durables : végétalisation des toitures, gestion des eaux de pluie, et <i>cetera</i>	L'aide varie selon les démarches mais peut monter jusqu'à quelques centaines d'euros.
Suppléments au programme Révolution, tel le cas de la commune d'Etterbeek	Toujours d'actualité	Tous les résidents de la commune ayant obtenu une ou des primes Révolution	Continuer à encourager des travaux permettant l'économie d'énergie	Le plafond de la prime se situe à maximum 400€ par logement individuel

Table 2.3. Programmes et aides financières pour la construction durable à l'initiative des communes de la Région de Bruxelles-Capitale.

2.2.2 Fiscalité verte

Initialement, la fiscalité garantissait des rentrées dont les montants étaient capables de subvenir aux dépenses et besoins régaliens de l'État. Cette fonction a peu à peu évolué, car les États sont d'abord intervenus de façon croissante au-delà de leurs uniques fonctions régaliennes, ce qui a mené à chercher de nouvelles recettes fiscales, mais aussi en raison du fait que la fiscalité a été utilisée par l'État comme moyen d'intervention, certes au niveau du prélèvement, mais aussi au niveau de la redistribution. Dans cette dynamique d'accroissement des missions de la fiscalité, celle-ci a été appliquée de façon croissante à des fins environnementales (Sainteny 2010). Bien que les ressources naturelles n'appartiennent à personne, et que leur utilisation ne soit pas tarifée, leur usage accroît la pollution sans que rien ne nous incite à en mesurer l'ampleur. L'imposition de frais à cet usage inculque aux citoyens une réflexion sur leurs habitudes, menant même parfois à un bouleversement de celles-ci (Lanoie 2016).

En Belgique, la politique fiscale était soumise à la compétence des autorités fédérales, bien que les entités fédérées aient acquis un pouvoir fiscal qui leur est propre à la suite des différentes réformes de l'État. Négociée fin septembre 2011, la réforme de la loi spéciale de financement attribuait aux Régions davantage d'autonomie fiscale. La compétence en matière de fiscalité environnementale est par conséquent répartie entre plusieurs niveaux de pouvoirs : des mesures fiscales possédant un caractère environnemental sont donc prises aux niveaux fédéral, régional mais aussi communal, les communes disposant également d'un certain pouvoir fiscal (FGTB Wallonne 2011). La fiscalité environnementale belge, composée d'un ensemble de mesures, dont certaines sans concertation des différents niveaux de pouvoir, souffre donc d'une absence de vision à long terme face aux objectifs environnementaux, conduisant à un usage peu rationnel de l'argent des caisses publiques. De

plus, la fiscalité environnementale de la Belgique ne fait pas partie d'une réforme réfléchie dans son intégralité répondant à l'objectif d'aiguiller les acteurs économiques à agir de façon plus respectueuse envers l'environnement. A partir de 2007, l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Économiques) prescrivait déjà à la Belgique d'effectuer une réforme fiscale écologique intégrale (FGTB Wallonne 2011).



Figure 2.9. Montants en milliards d'euros des taxes environnementales totales et le pourcentage de ces derniers dans la totalité des contributions sociales en fonction des années.

Source : taxes environnementales par activité économique 2008-2011. Bureau fédéral du Plan, 2023

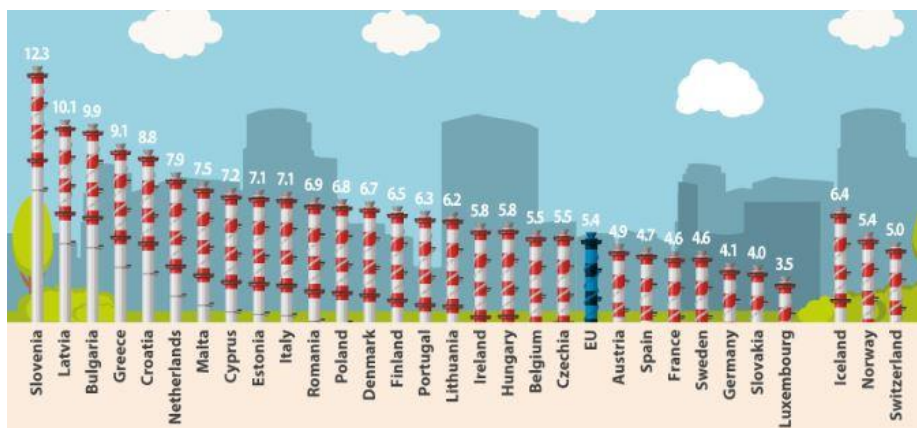


Figure 2.10. Classement des pays européens selon le pourcentage qu'occupe les recettes des taxes environnementales d'un pays dans les recettes des taxes totales de dernier.

Source : environmental taxes in the EU. Eurostats, 2021

Comme le démontre la Figure 2.9, les taxes environnementales prélevées en Belgique s'élevaient à 12,5 milliards d'euros en 2021, soit 2,5% du PIB du pays. A l'exception de l'année 2020, en raison de la crise sanitaire liée à la Covid19, le montant des taxes environnementales prélevées par année n'a fait qu'accroître (Bureau fédéral du Plan 2023). Cependant, concernant la proportion des recettes provenant des taxes environnementales d'un pays, la Belgique se situait en 2020 dans le bas du classement européen. En effet, la part des taxes environnementales atteignait 5,5% des taxes nationales totales prélevées (voir Figure 2.10) (Eurostats 2021).

2.2.3 Règlements constructifs

Le caractère urgent de la problématique environnementale et l'immensité du travail à effectuer sur le parc immobilier de certains pays et régions poussent ces derniers, dont la Belgique, à opter pour une approche énergétique « réductionniste », en vue d'atteindre leurs objectifs environnementaux (Kalck 2016). Cette approche consiste à opter pour une solution générale décontextualisée en matière d'énergie, mettant en œuvre des systèmes standardisés afin qu'un diagnostic global s'impose pour tous les projets, plutôt que de fonctionner au cas par cas. L'approche « réductionniste » implique que les États fixent des infléchissements à effectuer et s'assurent qu'ils soient accomplis dans les échéances fixées, laissant une faible place à l'appropriation et l'initiative des habitants et des professionnels (Kalck 2016).

En Belgique, cette approche se caractérise par l'adoption de la réglementation PEB relative à la performance énergétique des bâtiments. Bien qu'elle ne s'articulait, au début, qu'à travers une logique de sensibilisation et de responsabilisation en développant des primes et en encourageant les bonnes pratiques, elle a évolué drastiquement dans la Région de Bruxelles-Capitale, en anticipant les délais de la directive européenne du 19 mai 2010 qui visait la consommation d'énergie presque nulle des bâtiments (Neuwels 2017). En effet, dès 2010 pour le public et 2015 pour le privé, la législation bruxelloise imposait pour les logements neufs des critères de performance proches de ce que requiert la construction passive.

Actuellement, dans la Région de Bruxelles-Capitale, la réglementation PEB se décline en trois parties, reprises dans le tableau 2.3.

Chauffage et climatisation PEB	Travaux PEB	Le certificat PEB
Obligation d'effectuer des contrôles par des professionnels pour vérifier que les installations de chauffage et climatisation des bâtiments soient performantes et sans danger	Exigences de performances énergétiques à respecter lors de la construction ou de la rénovation d'un bâtiment nécessitant un permis d'urbanisme	Système de qualification des bâtiments selon leurs performances énergétiques permettant de les comparer entre eux selon leur affectation

Table 2.3. Les trois parties que comporte la réglementation PEB dans la Région de Bruxelles-Capitale.

Le volet « Travaux PEB » détermine les exigences en matière de performances en fonction des quatre affectations PEB (unités PEB habitation individuelle, PEB non résidentielle, PEB partie commune et PEB autre) et des cinq natures de travaux à effectuer (unité neuve, unité assimilée à du neuf, unité rénovée lourdement, unité rénovée simplement et hybride) (Bruxelles Environnement 2023c).

2.2.4 Sensibilisations, initiations et formations

Bien que les réglementations comportent l'avantage d'être imposées aux citoyens, ce qui implique théoriquement l'obtention des résultats escomptés, il est nécessaire de leur faire comprendre la raison pour laquelle ils produisent des efforts, afin qu'ils puissent s'inscrire dans la transition par volonté d'agir et non par obligation. Le cas inverse créerait une vague de scepticisme, voire de réticence de la part des citoyens. Il incombe donc aux institutions publiques de les sensibiliser et de leur communiquer l'importance de la protection de l'environnement et le rôle qu'ils ont à jouer (Fugère 2021).

La transition écologique s'initie de plus en plus aux concepteurs directement dans les écoles d'architecture. Selon la base de recherche ArchiRès, sur les 4.868 diplômés d'architecture octroyés, en France, entre 1989 et 1995, seulement cinquante-quatre d'entre eux mobilisaient le terme « écologie » dans leur titre, résumé ou mots clés. A titre de comparaison, la question écologique était statistiquement quatre fois plus présente en 2010 (Mosconi 2020).

Néanmoins, les principes d'une construction durable ne sont pas enseignés systématiquement par les institutions qui instruisent aux métiers de la construction. Par conséquent, les individus formés aux méthodes de construction conventionnelle intègrent le monde du travail et le secteur de la construction avec des manquements concernant la construction durable (Fugère 2021).

Énormément d'outils d'accompagnement, de sensibilisation et de formation sont disponibles à Bruxelles afin d'acquérir ou de parfaire les connaissances en matière de construction et de rénovation écologique et ce, à destination d'un large public ne se limitant pas aux professionnels du secteur de la construction. Le tableau 2.4 dresse un aperçu de quelques-uns de ces outils.

Programme	Destinataires	Aide proposée
Appel à projets «Bâtiments exemplaires»	Équipes de conception du projet	Accompagnement technique lors de la conception et la réalisation des chantiers exemplaires
Homegrade	Tous les particuliers	Conseils et accompagnements en matière de rénovation durable et d'énergie.
Formations et séminaires Bâtiments durables	Tous les professionnels du bâtiment	Multiples formations et séminaires en lien avec l'environnement (gestion des eaux de pluie, énergie, <i>et cetera</i>)

Table 2.4. Exemples de programmes sensibilisant et formant les acteurs en lien avec la construction durable.

MØDÜLL	Étudiants architectes, ingénieur.e.s et bio-ingénieur.e.s	Conception d'un projet durable autonome en eau et énergie
	Apprentis en alternance	Formation pratique sur la construction du projet durable
Cluster « Ecobuild »	Tous les professionnels de la construction durable	Accompagnement, partage de connaissances, intégration à un réseau en lien avec la durabilité et la circularité

Table 2.4 (suite). Exemples de programmes sensibilisant et formant les acteurs en lien avec la construction durable.

3 État des lieux

3.1 Contexte réglementaire des appels à projets

Depuis la création de la Région en 1989, les politiques urbaines se sont longtemps avérées peu intéressées à la qualité environnementale des bâtiments à Bruxelles. La Région accorde plus d'attention à l'impact environnemental du secteur de la construction la création en 2004 d'un ministère régional chargé de l'environnement, de l'énergie et de la politique de l'eau, attribué à Évelyne Huytebroeck, membre du parti politique ECOLO (Neuwels 2013).

En 2008, sur proposition de la ministre, la directive du Parlement Européen de 2002 relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments a été transposée dans l'ordre juridique de la Région. L'apparition de la réglementation PEB, pour rappel, imposait dès lors une série de mesures, telles que le contrôle périodique des chaudières des ménages bruxellois, ou encore des exigences en matière énergétique lors de la construction de logements. Pour répondre à l'urgence environnementale, les exigences envers les performances des bâtiments ont évolué au fil des années, visant une minimisation des consommations d'énergie de plus en plus exigeante. Les critères proches du standard passif ont par exemple été prescrits pour certaines typologies de bâtiments dans le cadre de nouvelles constructions ou de lourdes rénovations, dès 2010 pour le domaine public et dès 2015 pour le secteur privé. Il s'agissait d'exigences transitoires afin d'atteindre l'objectif, consistant à ce que tous les bâtiments neufs soient à consommation d'énergie presque nulle, en vigueur depuis 2019 pour le public et depuis 2021 pour le privé. Cet objectif de bâtiments à consommation d'énergie quasi nulle est toujours d'actualité, la réglementation PEB évolue chaque année davantage en renforçant certaines exigences en fonction des typologies de bâtiments.

Selon la personne travaillant au sein de Bruxelles Environnement avec laquelle nous nous sommes entretenus, les appels à projets représentaient un outil d'exemple dans la mesure où ils ouvraient la voie à la transition vers ces objectifs en démontrant la possibilité de les respecter.

« Il y a eu aussi l'idée de « Bâtiments exemplaires » qui était clairement de préparer l'initiation à la PEB 2015, à tendre vers le presque passif pour les bâtiments neufs en région bruxelloise. Comme on allait faire une législation très contraignante, on voulait avoir une connaissance préalable sur ce qui a fonctionné, afin de pouvoir dire que vous êtes obligés de respecter cette législation car on sait que c'est possible d'y arriver ». Travailleur à Bruxelles Environnement, extrait de l'entretien du 16/01/2023.

En effet, l'appel à projets « Bâtiments exemplaires », qui a pris fin après l'édition de 2013, a initié le changement vers la certification passive de 2015 en encourageant des projets respectant les critères passifs. Quant à l'appel à projets « Be exemplary », qui a pris fin après l'édition de 2019, il a encouragé des performances énergétiques supérieures au standard passif obligatoire, tout en promouvant la notion de circularité.

3.2 Les appels à projets

3.2.1 « Bâtiments exemplaires »

Cet appel à projets géré par Bruxelles Environnement a pour but de démontrer la faisabilité de réaliser des bâtiments innovants et exemplaires en matière de performance énergétique et environnementale, tout en s'appuyant sur une dynamique de reproductibilité technique et financière. Les bâtiments « exemplaires » sont sélectionnés dans une volonté pédagogique visant à convaincre les acteurs du secteur de la construction (grand public, professionnels, *et cetera*) de la pertinence relevant de ces bâtiments, car ces derniers mettent en lumière des réalités techniques et financières inhérentes à une meilleure considération des aspects énergétiques et environnementaux.

Trois moyens sont mis en œuvre pour parvenir à ces deux niveaux de performance. Premièrement, des subsides financiers : sur les cent euros par mètre carré maximum alloués aux projets lauréats, dix euros par mètre carré sont reversés aux équipes de conception. Les nonantes euros restants sont destinés à la réalisation du bâtiment (avec un plafond d'un million d'euros par projet). Ensuite, la Région propose un accompagnement technique censé aider les concepteurs dans l'obtention d'objectifs de qualité. La réalisation du projet est contrôlée par un expert de Bruxelles Environnement. Enfin, une mise à l'honneur gratuite des projets lauréats est prise en charge par Bruxelles Environnement, consistant en la diffusion des projets au travers de publications, de visites des projets, *et cetera*.

Pour les objectifs de performance énergétique, les projets sont regroupés en trois catégories : construction/extension de moins de 750 m², construction/extension de plus de 750 m², rénovation (quelle que soit la superficie). Les objectifs indicatifs souhaitables pour un bâtiment démonstratif de chaque catégorie du point de vue de ses performances environnementales sont des données de performance à atteindre dans plusieurs catégories, telles que le besoin de chauffage, le refroidissement du bâtiment, la ventilation des locaux, *et cetera*.

Les objectifs souhaitables en matière d'écoconstruction pour un bâtiment démonstratif du point de vue de ses performances environnementales sont repris à travers ces cinq thématiques non exhaustives visibles dans le tableau 3.1 :

Énergie		Voir le point sur la performance énergétique ci-dessus
Eau	Limitation de la consommation	Mise en place de systèmes et techniques limitant la consommation d'eau (par exemple : robinets limitateurs de débit, chasses d'eau à bouton stop, ...)

Table 3.1. Objectifs globaux de l'appel à projets « Bâtiments exemplaires » en matière d'écoconstruction.

Eau (suite)	Gestion de l'eau de pluie	Récupération de l'eau de pluie pour les chasses d'eau et les abords (arrosage, ...)
		Toitures plates aménagées en toitures vertes quand cela est possible
		Maximisation des surfaces en pleine terre, les abords et espaces parkings sont perméables.
	Gestion des eaux grises	Traitement local des eaux grises évitant un rejet des eaux usées dans le réseau d'égouttage
Écoconstruction	Matériaux	Prise en compte de la provenance des matériaux utilisés et de leur bilan environnemental
		Choix de matériaux minimisant leur impact négatif sur la santé des usagers
	Conception	Construction pérenne (flexibilité d'usage et durabilité dans le temps)
	Environnement	Minimisation de la production de déchets
		Prise en compte des caractéristiques du site (biodiversité, topographie, ...)
Mobilité	Bonne accessibilité PMR et en transports en commun	
Confort et santé	Acoustique	Prise en compte du confort acoustique dans la conception et des choix techniques adéquats
	Lumière	Privilégier l'éclairage naturel
	Air	Garantir une bonne qualité de l'air intérieur (température, odeur, ...)
Gestion	Mobilité	Politique de mobilité durable pour les usagers (transports publics vélos, covoiturage, ...)
	Régulation	Régulation aisée et possiblement adaptable
	Entretien	Suivi des consommations d'eau
Gestion des déchets et entretien tant du bâtiment que des abords		

Table 3.1 (suite). Objectifs globaux de l'appel à projets « Bâtiments exemplaires » en matière d'écoconstruction.

Toute la maîtrise d'ouvrage peut participer et déposer sa candidature. Les projets doivent se situer en Région de Bruxelles-Capitale et doivent être affectés à l'une de ces destinations principales :

- logement (maison individuelle, logement collectif, ...)
- bureau
- lieu culturel
- HORECA
- commerce
- enseignement
- soin de santé
- sport
- exposition, industrie, atelier/hall avec régulation du climat intérieur
- piscine couverte

Les projets peuvent prendre trois formes : construction neuve, rénovation et reconstruction. Le chantier ne peut pas avoir commencé lors du dépôt du dossier de candidature. Le jury décide des projets lauréats sur base des critères suivants, listés par ordre décroissant d'importance :

- performance énergétique
- performance environnementale (écoconstruction)
- reproductibilité
- rentabilité
- philosophie du projet par rapport à son environnement
- visibilité du projet (mise en avant de son caractère démonstratif et exemplaire)
- qualité architecturale

La première édition, selon Bruxelles Environnement, a été un succès, permettant à quelques 41 projets de voir le jour grâce à 7,1 millions d'euros de subsides accordés. Fort de cette réussite, 5 nouvelles éditions de l'appel à projets ont été lancées durant les années 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, identiques concernant les modalités de participation mais devenant de plus en plus exigeantes au niveau des objectifs de performance énergétique.

À la suite des élections de 2014 renvoyant le parti politique ECOLO dans l'opposition et l'entrée en vigueur de la PEB 2015 exigeant la certification passive, l'appel à projets « Bâtiments exemplaires » ne s'est pas vu renouveler. Il a laissé sa place à une autre version appelée « Be exemplary », initiée et gérée par Urban Brussels, reléguant Bruxelles Environnement au stade de simple partenaire. Cette transition, tant vers le nouveau service que le nouvel intitulé, a engendré des modifications dans l'appel à projets, non pas dans les modalités mais dans les exigences que devaient atteindre les projets.

3.2.2 « Be exemplary »

L'appel à projets « Be exemplary » se distingue de son prédécesseur, notamment au niveau des objectifs poursuivis. En effet, les exigences de performances énergétiques qui rendaient exemplaires les projets lors des éditions « Bâtiments exemplaires » étaient désormais obligatoires pour toute construction ou rénovation depuis la mise en place de la PEB 2015. Désormais, quatre défis sont identifiés : l'architecture et l'urbanisme, l'environnement, le défi social et la notion de circularité. Les candidats doivent fournir un projet prenant en compte ces quatre défis répertoriés en veillant à ce que ce dernier soit symbolique d'exemplarité, c'est-à-dire qu'il s'extirpe des cadres de la norme et des habitudes et qu'il innove afin d'anticiper les exigences futures, tant sur le fond (solutions novatrices sur l'élaboration du projet, sa programmation et sa gestion) que sur la forme (les réponses doivent être pertinentes dans leur aptitude à répondre aux spécificités du projet). L'appel à projet vise donc à promouvoir aussi bien le processus de conception que le processus d'avancement du projet, de son commencement jusqu'à son exploitation.

Les moyens mis en œuvre diffèrent des éditions « Bâtiments exemplaires » et ont évolué. Premièrement, la Région promet toujours une aide financière pour chaque projet lauréat, classée en trois catégories reprises dans le tableau 3.2.

Subsides par catégorie	Catégorie 1 : petits projets privés	Catégorie 2 : projets privés, ne rentrant pas dans la catégorie 1, soumis à la délivrance d'un permis d'urbanisme	Catégorie 3 : projets publics soumis à la délivrance d'un permis
Maître d'ouvrage	235€/m2	135€/m2	135€/m2
Concepteur	15€/m2	15€/m2	15€/m2

Table 3.2. Différentes catégories d'aides financières pour les projets lauréats « Be exemplary ».

Deuxièmement, pour mettre en œuvre cette notion d'exemplarité et pour promouvoir les « bonnes pratiques », les projets sont diffusés gratuitement par Urban Brussels, autant via les réseaux sociaux que dans des ouvrages ou même lors de visite des projets. Le côté accompagnement et suivi de dossier est, quant à lui, inexistant par rapport aux éditions « Be exemplary ».

L'objectif de l'appel à projet tend à encourager une approche plus holistique à travers une réflexion sur les quatre défis majeurs, regroupés dans le tableau 3.3.

Architecture et urbanistique	Densité	Maximisation de la densité, construction verticale, usage optimal des surfaces au sol
	Flexibilité/évolutivité	Utilisation variée des espaces à tout moment du projet, potentiel de mutation des fonctions
	Mixité	Mixité sociale, fonctionnelle et intergénérationnelle, mutualisation des espaces
	Qualité spatiale	Rapport à la ville, habitabilité, l'architecture génère des relations humaines
Social	Cohésion sociale	Le bâti concerne tous les usagers, il permet le vivre-ensemble et favorise les relations sociales
	Nouveaux usages	Optimisation des espaces pour qu'ils soient adaptés aux activités actuelles et futures
	Socio-économique	Coût du projet en adéquation avec l'usage qui y est prévu, accessibilité financière
	Gouvernance	Bâtiment favorisant appropriation, une gestion aisée et une maintenance minimale
Environnement	Énergie	Suivre et s'inscrire dans les 3 principes de la Trias Energetica : limiter la consommation d'énergie, utiliser dès que possible l'énergie résiduelle ou provenant de sources renouvelables et utiliser l'énergie de la façon la plus efficace

Table 3.3. Défis majeurs ainsi que les sous-catégories les constituant.

Environnement (suite)	Eau	Gestion des eaux de pluie, limitation de la consommation, gestion des eaux grises
	Matériaux	Prise en compte de l'impact environnemental et sanitaire, veiller à leur impact sur les usagers
	Milieu naturel et biodiversité	Valorisation des richesses écologiques, espaces à caractère naturel, développement de la biodiversité
	Confort et santé	Confort acoustique, confort visuel, confort hygrothermique, qualité de l'air
	Gestion du bâtiment	Gestion des déchets, maintenance, les occupants voient ce qu'ils consomment en eau et énergie, accompagnement et sensibilisation vis-à-vis de la technique dont le bâtiment est doté
	Mobilité	Priorité et valorisation de la mobilité douce, accessibilité du projet
Économie circulaire	Ressources matérielles	Potential de démontabilité, réversibilité et adaptabilité des matériaux, gestion des déchets et réemploi in situ ou hors site
	Ressources humaines	Faire fonctionner le commerce local, circuits courts, insertion de travailleurs et de stagiaires

Table 3.3 (suite). Défis majeurs ainsi que les sous-catégories les constituant.

Peu importe la typologie de maîtrise d'ouvrage et la programmation, chaque projet se situant dans la Région de Bruxelles-Capitale peut participer et faire l'objet d'une candidature, à la condition que le chantier de celui-ci n'ait pas débuté au moment de l'appel à projets.

Un jury se chargera d'analyser les candidatures et évaluera les projets sur leur potentiel maximum et sur les moyens mis en place pour y parvenir. La cohérence des projets est également prise en compte, de même que la plus-value qui en résulte lors de l'addition de toutes les mesures individuelles mises en œuvre, car l'exemplarité est une globalité surpassant la somme des parties.

3.3 Bilan des appels à projets

Les appels à projets « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary » regroupent à eux deux 10 éditions, s'étendant de 2007 à 2019. Durant cette période, pas moins de 285 projets ont été désignés lauréats, dont 249 ont été construits, ou sont en bonne voie de le devenir. Trente-six projets n'ont donc pas pu être réalisés, ou du moins ne l'ont pas été conformément au dossier de candidature qui avaient été soumis. La plupart de ces non-réalisations proviennent des candidats « Bâtiments exemplaires » ; seul un projet « Be exemplary » ne semble pas avoir été réalisé. Cette différence s'explique cependant par la quantité bien plus importante de lauréats « bâtiments exemplaires » que de lauréats « Be exemplary ». De plus, le fait que le second appel à projets soit plus récent que le premier implique que certains des lauréats soient toujours en phase de réalisation, certains ayant même connu une période d'arrêt durant l'épisode pandémique lié à la Covid19.

Après avoir regroupé la totalité des projets sélectionnés (voir annexe 3) et précisé pour chacun d'entre eux l'année de leur sélection en tant que lauréat, la typologie de projet, la fonction, la situation dans la région de Bruxelles-Capitale, les équipes de conception, le type de maître d'ouvrage et le type de chantier, il s'avère qu'aucun de ces paramètres ne semble influencer plus qu'un autre de façon significative sur la non-réalisation des projets, laissant supposer que la ou les causes entraînant l'abandon ou la modification des projets découlent directement de la spécificité de ceux-ci. Cette hypothèse a d'ailleurs été confirmée par la personne travaillant à Bruxelles Environnement.

« On a essayé pendant des années d'avoir des chiffres mais ils ne sont peu, voire pas parlants. Donner des chiffres est trop compliqué, par exemple on a tantôt un projet de rénovation de bâtiment à 4000 euros du mètre carré, et tantôt on en a un autre qui est à 900 euros du mètre carré. Le problème est que l'on ne construit jamais le même bâtiment, on ne se retrouve jamais dans un même cas de figure que l'on peut comparer ». Travailleur à Bruxelles Environnement, extrait de l'entretien du 16/01/2023.

3.4 Enquête sur certains projets lauréats non-réalisés

Comme indiqué précédemment, nous avons pu nous entretenir avec six des trente-six acteurs de projets lauréats « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary » non-réalisés afin de déceler les raisons entraînant leur abandon et si celles-ci découlent directement du caractère durable et exemplaires des bâtiments.

3.4.1 Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 12 : maison rue Basse

Année lauréat	2007
Situation	Rue Basse 90, 1180 Uccle
Maître d'ouvrage	M. Moyaerts
Architecte	Modelmo architecture
Bureau d'études	Alley & Be Consult
Surface du bâtiment	120 m ²
Subvention	100€/m ²

Table 3.4. Informations concernant le projet lauréat « Bâtiments exemplaires » n°12.

Le projet est une rénovation et prévoit l'ajout d'un étage à une petite maison d'un seul niveau à Uccle. La situation de la maison est particulière, un immeuble voisin de taille conséquente bouche complètement l'orientation Sud. L'objectif est d'isoler l'enveloppe afin qu'elle corresponde au standard passif. La toiture et la charpente sont démontées et recrées en ossature bois dans laquelle on insuffle de la cellulose comme matériau d'isolation. Le rez-de-chaussée existant, quant à lui, est rénové de telle sorte qu'il respecte les critères des bâtiments basse énergie, notamment en remplaçant les anciens châssis par leurs homologues plus performants. Certaines techniques mises en place sont innovantes pour l'époque, à

l'instar du système de ventilation se combinant à un apport thermique solaire, alimenté par des panneaux situés sur le mur mitoyen à 25 mètres de haut, voir Figure 3.1.



Figure 3.1. Façade à rue du projet lauréat n°12.

Source : info-fiches – Bâtiments exemplaires, Bruxelles Environnement 2016

Le projet n'a pas pu voir le jour suite aux craintes du maître d'ouvrage quant à d'éventuels surcoûts et à l'incertitude concernant l'obtention du permis d'urbanisme.

« C'est parce que le client a changé d'avis. Malgré qu'il ait remporté le prix et que, en fait, ils reçoivent une subvention. A l'époque, il y avait une subvention à la performance à Bruxelles. Plus maintenant. Non seulement cette subvention à la performance était accordée, mais était même doublée. Donc il recevait 2 fois ça, mais je ne sais pas, il a craint les dépassements de budget car on avait dû faire ce projet très rapidement pour être dans les temps pour participer au projet exemplaire. Et puis qu'en plus, c'était un projet pour lequel il n'y avait pas de permis d'urbanisme qui avait été demandé, donc il y avait encore l'incertitude de le recevoir ou pas. Dans ce projet là quand même, le fait de mettre les capteurs photovoltaïques au sommet d'un mur mitoyen de 25 mètres de haut, ce n'était pas gagné d'avance de recevoir cette permission ». Architecte 5, extrait de l'entretien du 29/03/2023.

Les freins qu'a rencontré le projet sont donc liés à la durabilité de certaines interventions. En effet, malgré les subsides alloués, des craintes étaient présentes chez le maître d'ouvrage quant à un potentiel surcoût de la construction durable. De plus, un doute subsistait quant à l'obtention du permis d'urbanisme, tant les dispositifs en façades tels que les panneaux photovoltaïques dérogeaient au Règlement Régional d'Urbanisme (RRU).

3.4.2 Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 19 : maison Avenue des Archiducs

Année lauréat	2007
Situation	Avenue des Archiducs 74, 1170 Watermael-Boitsfort
Maîtres d'ouvrage	V.Piazza et T. Henrard
Architecte	Thierry Henrard
Bureau d'études	/
Surface du bâtiment	190 m ²
Subvention	100€/m ²

Table 3.5. Informations concernant le projet lauréat « Bâtiments exemplaires » n°19.



Figure 3.2. Système de double collecte des eaux pluviales en toiture du projet lauréat n°19.

Source : info-fiches – Bâtiments exemplaires, Bruxelles Environnement 2016

Le contexte dans lequel se situe le projet est peu optimal pour la construction d'une maison d'habitation basse énergie. La parcelle jouit d'une mauvaise orientation à cause de murs mitoyens présents au sud-est et sud-ouest. Cette problématique est résolue en inversant l'agencement traditionnel d'une maison d'habitation : le rez-de-chaussée, moins lumineux, accueille les espaces de nuit. Les espaces de vie s'organisent au dernier niveau et se prolongent par une terrasse en toiture. Afin d'obtenir de bonnes inertie et isolation thermiques, le concepteur a opté pour une structure légère en ossature bois pour l'enveloppe extérieure, et une structure plus massive et dure pour les cloisons et planchers intérieurs. Le système de chauffage repose sur une combinaison entre une chaudière à gaz à condensation et au bois. Malgré la mauvaise orientation du projet, celui-ci promeut les énergies renouvelables en intégrant astucieusement le chauffe-eau solaire et l'installation photovoltaïque partiellement sur la toiture voisine. Un brillant système de gestion des eaux a été imaginé, assurant la récupération d'eau de pluie tout en diminuant la consommation des usagers. La Figure 3.2 illustre les deux systèmes de collectes des eaux pluviales mis en place : le circuit vert pour l'arrosage des toitures végétales, le bleu pour alimenter la baignoire, la douche et le lave-linge.

Ce projet n'a cependant pas été réalisé conformément au dossier qui avait été déposé lors de la candidature. La maison a bien été construite, mais en modifiant certains paramètres comme

le système de chauffage et de ventilation, causant l'éviction du projet de l'appel à projets « Bâtiments exemplaires ».

« Ce qui a principalement coincé pour obtenir et être bâtiment exemplaire, c'est le système de chauffage et de ventilation. Ces deux points-là ont fait coïncider la démarche, dans tout le reste je rentrais dans leurs cases. Les personnes de l'appel à projet souhaitaient que je mette en œuvre des systèmes qui, premièrement, étaient trop coûteux par rapport au budget que j'avais. Deuxièmement, ces systèmes me convainquaient moyennement, parce qu'ils étaient très avant-gardistes et sur lesquels il y avait très peu de retour d'expérience. Ils souhaitaient que je mette en place un système où le chauffage et la ventilation étaient couplés, avec une manière d'injecter de l'énergie dans le système de ventilation pour avoir 60-70% de mes besoins en chauffage. C'était une ventilation double flux avec des spécificités intégrées ». Architecte 1, extrait de l'entretien du 24/02/2023.

Bien que le projet se soit construit, le témoignage de l'Architecte 1 souligne deux catégories de freins à la construction durable : financier et technique. Le frein d'ordre financier consiste à un surcoût économique de certains systèmes inhérents à la construction durable. Ensuite, le second frein abordé concerne la technique, et plus particulièrement la fiabilité de la technologie nécessaire dans les bâtiments à faible consommation d'énergie.

3.4.3 Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 32 : bureaux Van Volxem

Année lauréat	2007
Situation	Avenue Van Volxem 366, 1190 Forest
Maître d'ouvrage	JCX Gestion
Architecte	Art and Build sa
Bureaux d'études	Arcadis, VK Engineering
Surface du bâtiment	18 243 m ²
Subvention	10,96€/m ²

Table 3.6. Informations concernant le projet lauréat « Bâtiments exemplaires » n°32.

Le projet propose des espaces offrant des conditions de travail supérieures par rapport à des espaces de bureaux classiques, tout en réduisant sa consommation d'énergie de moitié. Le système de chauffage et de refroidissement prévu se veut performant et innovant : il utilise la capacité de la nappe phréatique existante dans le sol de la parcelle. En plus de la dimension « bas carbone » du projet, une réflexion est menée sur les espaces afin de permettre une potentielle réversibilité de ces derniers dans le futur en cas de besoin.

Les travaux de réalisation du projet ont commencé en 2008, en excavant des terres pour la fondation et en créant les pieux s'enfonçant dans le sol jusqu'à la nappe phréatique pour permettre la géothermie. Le chantier s'est arrêté subitement, pour une raison n'ayant aucun lien avec le caractère durable du projet.

« Le chantier démarre, mais en 2008, il y a la crise internationale : une crise mondiale internationale bancaire qui fait que toute l'économie s'arrête. 2008 a été un vrai traumatisme, à tel point que le promoteur décide d'arrêter d'effectuer les travaux. Il les arrête alors qu'on est en train de faire les fondations. Il arrête les travaux sans doute parce que les banques ne veulent plus financer parce que à ce moment-là tout s'arrête, et tout le secteur du bureau s'arrête. » Architecte 3, extrait de l'entretien du 24/03/2023.

Le projet lauréat fut donc abandonné. Cependant, le promoteur est revenu quelques temps plus tard, en décidant de modifier la programmation intégrant du logement sur la parcelle. Cette nouvelle demande de permis d'urbanisme a été rejetée par la commune, car entre temps, l'eau remontée des forages creusés avait créé un étang naturel accueillant sur le site une biodiversité non négligeable.

« Eh bien, en réalité, il y a de l'eau qui est remontée au travers de la nappe et qui remontait au travers des percements des pieux géothermiques. On ne s'en est pas rendu compte tout de suite, mais au fur et à mesure du temps, parce que ça a pris plusieurs années. Le site était à l'abandon, il y a un petit lac qui s'est créé, un étang qui s'est créé naturellement. Cet étang s'est élargi de plus en plus et puis y a eu des plantes, puis de la biodiversité. Quand il s'est agi de demander un permis pour faire des logements, le quartier a dit non, on a une réserve naturelle à cet endroit, alors que c'était un terrain pollué au départ, une ancienne industrie. Donc on a enlevé des terres, les terres polluées, et on a creusé pour faire des fondations et puis tout d'un coup, il y a un étang qui apparaît, il y a de la biodiversité et on considère ça comme une réserve naturelle ». Architecte 3, extrait de l'entretien du 24/03/2023.

Le projet a ensuite connu une troisième et dernière phase. Dix ans après le commencement des travaux du projet exemplaire, le promoteur a finalement revendu la parcelle à la commune de Forest. Le bureau d'architecture a soumis une dernière alternative pour urbaniser la zone, tout en conservant la réserve naturelle nouvellement apparue. Le projet prévoit de se densifier verticalement afin de ne pas empiéter sur la réserve naturelle. Une réflexion est portée sur les matériaux utilisés, notamment l'usage du bois en structure et en façade.

« On va plutôt construire en hauteur une tour de logements en construction bois. On est à côté du chemin de fer, donc ça ne dérange personne en termes d'impact immédiat et on laisse l'étang exactement là il est, on construit juste sur une portion réduite du terrain pour pouvoir densifier. On a dessiné un projet et à ce moment-là, la Région a dit non, d'abord on n'a jamais construit en bois, ça va coûter cher, on veut construire du logement social, donc on ne va pas rentrer dans une économie globale, donc ils ont freiné et en réalité, il n'y a rien qui se passe sur le terrain maintenant et je pense qu'il ne se passera jamais rien en réalité. Je dis ça pourquoi ? Parce que le côté construction bois grande hauteur, on n'a jamais construit et ça va coûter cher. Ça, c'est un des freins principaux dans le sujet de votre mémoire, c'est un des freins principaux à l'innovation ». Extrait de l'entretien du 24/03/2023. Architecte 3, extrait de l'entretien du 24/03/2023.

Le refus de cette troisième phase est en partie dû à l'aspect durable et éco-responsable du bâtiment. En effet, plusieurs freins liés au caractère « durable du projet » sont identifiables. D'abord, la dimension financière est relevée, plus particulièrement sous la forme d'un surcoût concernant le projet. La construction en bois proposée par les équipes de conception n'a pas été approuvée étant donné son coût plus élevé qu'une construction conventionnelle. Ensuite, le refus d'opter pour une construction durable, étant donné la programmation du bâtiment consistant en des logements sociaux, permet de relever une contradiction entre le programme mis en place et les enjeux environnementaux poursuivis. Enfin, on constate que la construction en bois en hauteur se heurte à des préjugés, aux connaissances et aux comportements habituels d'un des acteurs du projet, plus particulièrement du maître d'ouvrage en l'occurrence.

3.4.4 Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 73 : la crèche Plasky

Année lauréat	2007
Situation	Avenue Eugène Plasky 40, 1030 Schaerbeek
Maître d'ouvrage	Crèches de Schaerbeek
Architecte	MDW Architecture
Bureaux d'études	Van Ransbeeck, Actif Concept
Surface du bâtiment	480 m ²
Subvention	100€/m ²

Table 3.7. Informations concernant le projet lauréat « Bâtiments exemplaires » n°73.



Figure 3.3. Toiture végétale en intérieur d'îlot du projet lauréat n°73.
Source : info-fiches – Bâtiments exemplaires, Bruxelles Environnement 2016

Dotée d'une généreuse toiture recouverte de végétation, la crèche ambitionne de participer à la vie dans l'intérieur de l'îlot. La toiture végétalisée sert à la fois d'espace de jeux pour les enfants et de système de gestion des eaux de pluie, rejetées dans la nappe phréatique au travers de puits de graviers présents sous chaque descente d'eau (voir Figure 3.3). Le projet répond au standard passif, d'une part sur la mise en place dans l'enveloppe d'une structure en bois dotée d'isolant écologique, et, d'autre part, grâce à la réflexion menée sur l'étanchéité à l'air. Une attention particulière a été apportée au projet afin d'éviter la surchauffe du bâtiment : la plupart des vitrages sont orientés Est-Ouest, le bâtiment possède une grande

inertie thermique. Malgré ses qualités, le projet n'a pas pu être réalisé et a été complètement abandonné avant même que le chantier ne débute.

« La crèche Plasky, ça a été un concours qu'on a gagné et j'étais le chef de projet, concepteur principal du projet de de A à Z on va dire, sauf qu'il n'y a pas eu de Z dans le sens où effectivement, il n'a pas été construit parce qu'un riverain qui habitait juste à côté a déposé plusieurs recours au Conseil d'État et malheureusement a découragé la commune de Schaerbeek petit à petit à faire ce projet. Donc c'est pour donner suite à une procédure juridique que le projet n'a pas abouti malgré un projet, je pense, de qualité. » Architecte 4, extrait de l'entretien du 27/03/2023.

La raison n'est cependant pas inhérente au caractère exemplaire du bâtiment, comme l'explique l'architecte 4, à l'époque architecte chef de ce projet. Le frein d'ordre réglementaire rencontré dans le cadre du projet, se traduisant par un recours suite à un conflit de voisinage, n'a rien à voir avec la durabilité de celui-ci. L'exemplarité du bâtiment n'a cependant pas suffi à encourager la commune à prendre des mesures afin que le projet sorte de terre et soit construit.

3.4.5 Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 86 : duplex rue Alfred Cluysenaar

Année lauréat	2009
Situation	Rue Alfred Cluysenaar 54/3, 1060 Saint-Gilles
Maîtres d'ouvrage	U. Fricke et G. Debrun
Architecte	Gilles Debrun
Bureau d'études	Séverine Roman
Surface du bâtiment	123 m ²
Subvention	100€/m ²

Table 3.7. Informations concernant le projet lauréat « Bâtiments exemplaires » n°86.



Figure 3.4. Projet lauréat n°73, consistant en une extension en bois d'un duplex situé au dernier étage.
Source : info-fiches – Bâtiments exemplaires, Bruxelles Environnement 2016

Les maîtres d'ouvrage définissent leur projet comme « *une boîte en bois, abstraite et légère, posée sur l'existant* ». S'inscrivant dans une logique de densification verticale de la ville afin

de contrer l'étalement urbain, les travaux visent la rénovation et l'extension d'un logement duplex situé en toiture d'une maison bruxelloise, repris à la Figure 3.4. L'extension est prévue totalement en bois, prenant la forme de « caissons » isolés par de la cellulose. Il y a une réelle démarche volontaire de la part des maîtres d'ouvrage en matière de recyclage et d'éco-construction. Ceux-ci baptisèrent leur approche « RE-USE ARCHITECTURE », s'illustrant par les prises de position suivantes. Premièrement, les châssis existants sont récupérés, compte tenu de l'énergie grise utilisée pour leur fabrication et la récence de leur installation. Ensuite, un apport thermique de source solaire se greffe au système de chaudière à condensation existant au moyen de panneaux solaires en toiture orientés plein Sud. Un des deux versants de la toiture sera démonté pour permettre l'extension, l'idée étant de réintégrer son isolation (10cm de laine de roche) dans le versant de toiture qui n'a pas été démolie, doublant ainsi l'épaisseur d'isolant qu'il contient. Enfin, vu l'augmentation des performances énergétiques du logement, le nombre de radiateurs présents dans la partie existante et rénovée devient trop important. Le surplus est dès lors placé dans la nouvelle extension en bois.

Entre le dépôt de candidature et l'obtention du permis d'urbanisme, les besoins des maîtres d'ouvrage ont évolué, et ceux-ci ne correspondaient plus au projet initial, entraînant l'abandon du projet.

« Concernant l'appartement rue Cluysenaar, c'était aussi moi le concepteur principal, avec mon épouse qui est architecte aussi, donc là c'était notre logement à nous. Et donc pour la petite histoire, quand on a commencé ce projet d'extension au sommet d'une maison existante à Saint Gilles. On avait un seul enfant et puis, comme le projet a pris un peu de temps, on a eu un 2e enfant. Notre premier enfant ayant grandi et la famille s'étant agrandie, on s'est rendu compte que, alors qu'on avait dépensé beaucoup d'énergie à faire passer ce projet et à obtenir le titre " batex ", à obtenir un permis à la commune de Saint-Gilles qui était un peu frileuse au début, que malheureusement ce projet ne correspondait plus à ce que nous on souhaitait en tant que famille. Donc on a abandonné de notre propre chef le projet et on a développé un autre projet ailleurs qui était complètement différent sur un autre site ». Architecte 4, extrait de l'entretien du 27/03/2023.

Les délais supplémentaires auxquels a fait face le projet, menant à une évolution des besoins des maîtres d'ouvrage, ne sont pas inhérents au fait que celui-ci soit exemplaire, même si la commune délivrant le permis émettait quelques doutes au départ envers le projet.

3.4.6 Lauréat « Bâtiments exemplaires » n° 92 : rue de Sébastopol

Année lauréat	2009
Situation	Rue de Sébastopol, 1070 Anderlecht
Maître d'ouvrage	Administration communale d'Anderlecht
Architecte	Délices Architectes sprl
Bureaux d'études	GEI Génie Civil
Surface du bâtiment	428 m ²
Subvention	100€/m ²

Table 3.8. Informations concernant le projet lauréat « Bâtiments exemplaires » n°92.

Le projet consiste en la construction de 5 logements répondant au standard passif. La parcelle est loin d'être simple : le projet s'implante au-dessus d'une station de métro. Un maximum de principes en lien avec le développement durable a été intégré dans le projet. Au niveau des matériaux, le bois est mis en avant, notamment dans la structure de la toiture et en façade. Ces éléments en bois, liés avec la structure en béton des murs intérieurs et des planchers, offrent une réponse mixte. Celle-ci permet de profiter d'une inertie thermique à l'intérieur de l'enveloppe construite grâce au béton tout en ayant l'avantage de la structure en bois lors de l'isolation des surfaces de déperdition. Le rez-de-chaussée sert de socle aux logements du fait de sa structure en acier, qui, grâce à sa résistance et à son faible besoin d'entretien, induit une notion de durabilité dans le projet. Pour finir, le bâtiment est surmonté d'une toiture végétale, servant à la fois de bassin d'orage, de solution partielle contre la surchauffe et d'apport de biodiversité au sein de la ville.

Le projet a été arrêté peu après le commencement du chantier étant donné la complexité de la parcelle. En effet, la présence de la station de métro au sous-sol (voir figure 3.5) amenait des questionnements quant à la stabilité du bâtiment et aux impétrants passant à proximité.



Figure 3.5. Implantation particulière du projet lauréat n°92 au-dessus d'une station de métro.
Source : info-fiches – Bâtiments exemplaires, Bruxelles Environnement 2016

« Donc le chantier était prêt à démarrer. Et la difficulté qui s'est présentée sur le projet, c'est qu'en fait il y a le métro qui passe en dessous. D'un point de vue stabilité, c'est assez compliqué parce qu'il était en porte-à-faux sur la partie du métro. Quand on a démarré le chantier, c'était extrêmement compliqué d'un point

de vue stabilité, mais d'un point de vue des impétrants aussi, parce que en fait, il y avait tout : le gaz, l'eau, l'électricité et le métro qui passaient par là. Et ça a extrêmement compliqué les choses. ». Architecte 2, extrait de l'entretien du 22/03/2023.

3.4.7 Conclusion de l'enquête

Pour une partie de ces projets, les raisons de leur non-réalisation ne sont pas exclusivement liées au caractère exemplaire du bâtiment. En effet, ces projets d'architecture consistent en un ensemble complexe d'objectifs, d'acteurs et de paramètres tellement considérables qu'il s'avère que la dimension durable et éco-responsable n'est pas, pour la plupart d'entre eux, la seule raison en cause de l'abandon du dossier. L'enquête sur ces six projets a cependant permis, par le biais des trois projets lauréats « Bâtiments exemplaires » numéro 12, 19 et 32, de confirmer la revue de la littérature, en relevant quelques difficultés relatives aux quatre catégories de freins à propos de la construction durable, à savoir l'aspect financier, l'aspect réglementaire, l'aspect comportemental et l'aspect technique. L'analyse des données des onze entretiens effectués avec des acteurs de ce type de construction permet, en quittant le cadre des appels à projets « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary », d'identifier la majorité des freins récurrents inhérents à la construction durable, et qui n'en facilitent pas la conception, la construction ou l'usage dans la Région de Bruxelles-Capitale.

4 Identification des freins

Les freins rencontrés par les acteurs du secteur constructif durable lors de la conception et de la réalisation de bâtiments éco-responsables dans la Région de Bruxelles-Capitale peuvent être répertoriés en 4 catégories : les freins d'ordre financier, d'ordre réglementaire, d'ordre comportemental et d'ordre technique.

4.1 Freins d'ordre financier

Parmi tous les entretiens effectués, la totalité des acteurs interrogés soutiennent que la dimension économique est l'une des premières causes freinant la réalisation de bâtiments durables et éco-responsables dans la Région. Les freins économiques explicités sont perçus de deux manières différentes. La première aborde la problématique financière sous la forme d'un surcoût direct des techniques, des systèmes et des matériaux favorisant la durabilité du bâtiment, ces derniers étant considérés comme importants en comparaison avec la manière standard de construire. Ensuite se pose la question de la rentabilité financière : certains maîtres d'ouvrage ne sont pas enclins à investir dans une construction ou une rénovation durable car la rentabilité financière de celle-ci ne donne aucune garantie ou le retour sur investissement est trop long.

4.1.1 Surcoût initial

Le standard passif, obligatoire pour toutes les nouvelles constructions et rénovations de la Région de Bruxelles-Capitale afin d'atteindre l'objectif presque zéro énergie qu'impose la réglementation PEB actuelle, implique une épaisseur d'isolant plus conséquente, une meilleure étanchéité à l'air et la mise en place d'un système de ventilation double flux, laissant penser que ce type de construction représente un surcoût de construction initial par rapport à une construction traditionnelle (Deprez et al. 2014). Cependant, la réalité dans la Région de Bruxelles-Capitale constituée de nombreux mètres carrés de constructions respectant le standard passif n'est pas si caricaturale. Bien qu'il n'existe pas de modèle absolu au coût du passif, certains facteurs influencent favorablement ou défavorablement celui-ci, tels que la taille du projet, la typologie du bâtiment, les finitions, la compacité du bâtiment, les performances souhaitées et le type de marché (Deprez et al. 2014).

En 2014, l'asbl PMP (Plate-Forme Maison Passive) a mené une étude sur le coût de construction du logement public passif dans la Région de Bruxelles-Capitale. L'échantillon était constitué de 12 bâtiments construits entre 2008 et 2013. Quatre étaient de construction traditionnelle, trois étaient basse énergie et cinq respectaient le standard passif de l'époque. L'étude indiquait que la différence de coût liée aux différents standards de niveau énergétique entre les constructions passives et traditionnelles s'élevait à 11,5% (voir Figure 4.1). Le surcoût concernant le standard énergétique semble cependant le plus contenu par rapport à d'autres facteurs d'influence. Cette étude démontre qu'un surcoût plus ou moins

grand existe selon certains facteurs d'influence entre la construction traditionnelle et la construction passive dans la Région de Bruxelles-Capitale (Deprez et al. 2014).

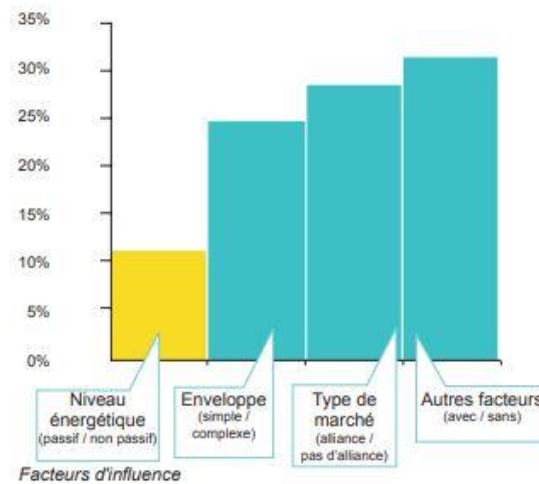


Figure 4.1. Pourcentage de différence de prix au m² des constructions passives par rapport aux constructions traditionnelles en fonction des facteurs d'influence.

Source : « Architecture passive : Stratégies, expériences et regards croisés en Belgique ». Deprez et al., 2014, p230-231.

En suivant ce constat, les maîtres d'ouvrage privés et les promoteurs immobiliers sont donc souvent réticents à l'idée de se lancer dans une construction durable, le surcoût initial relatif à la construction d'un bâtiment durable étant plus ou moins conséquent relativement à une construction conventionnelle. Par conséquent, le seul avantage altruiste d'opter pour une construction durable ne résiste pas au budget.

« Évidemment, la grande difficulté rencontrée, ici au bureau, pour faire passer toutes les mesures qu'on prend en la matière, c'est le coût. C'est une certitude. Donc, à l'époque, c'était déjà le cas. Donc avant la crise des matériaux, l'augmentation des matériaux, il y a peut-être maintenant déjà 2 ans, on estimait qu'on avait un surcoût. Par exemple, je me replongeais un peu dans le dossier Sébastopol Birmingham, je pourrais t'envoyer le document. On avait fait une analyse pour voir quel était le surcoût engendré par tout ce qu'on avait introduit dans le dossier " batex ", et on était à plus ou moins 20% ». Architecte 2, extrait de l'entretien du 22/03/2023.

Les bâtiments issus de projets initiés par des institutions de l'État, d'entreprises ou de maîtres d'ouvrage privés engagés dans la problématique environnementale sont plus susceptibles d'être durables car ils considèrent ce surcoût financier initial comme un investissement marketing et publicitaire montrant l'exemple.

« On considère que l'argent que l'on a mis dans le bâtiment est de l'argent marketing, c'est dans le budget marketing et en faisant la promotion et en diffusant de l'information par rapport à notre propre bâtiment, par rapport à notre propre image environnementale, on fait notre publicité. Et grâce à ça, le surinvestissement n'est pas un surinvestissement énergétique mais un surinvestissement marketing ». Ingénieur en techniques spéciales 1, extrait de l'entretien du 24/04/2023.

4.1.2 Rentabilité économique

Diverses études tendent à prouver que construire de façon durable et écologique malgré le surcoût de départ s'avère finalement rentable à terme. En outre, Bruxelles-Environnement affirmait en 2010 que pour un surinvestissement initial de 15% lié à une construction plus durable, le retour sur investissement, en tenant compte des aides publiques reçues et de la croissance du coût de l'énergie, serait récupéré en 7 à 15 ans, en se basant sur une étude d'Audenaert & al. datant de 2007 investissant le cas de la Belgique.

4.1.2.1 L'étude d'Audenaert et al.

Lors de l'analyse, trois types de bâtiments sont mis à l'étude dans la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre : le bâtiment standard, le bâtiment basse énergie et le bâtiment passif. Ces trois types de bâtiments, suite à l'arrivée du système PEB en Flandre en 2008, avaient chacun leurs propres spécificités en termes de performance, reprises dans le tableau 4.1 ci-dessous.

Types de bâtiments	Performances requises selon la PEB	
Bâtiment standard	Niveau d'isolation thermique Performance énergétique Alimentation en air	$\leq K45$ $E \leq 100$ $\geq 30 \text{ m}^3/\text{heure par personne}$
Bâtiment basse énergie	Niveau d'isolation thermique Consommation énergétique Alimentation en air	entre K30 et K45 $\leq 30 \text{ kWh/m}^2$ $\geq 30 \text{ m}^3/\text{heure par personne}$
Bâtiment passif	Niveau d'isolation thermique Consommation énergétique Alimentation en air	entre K15 et K20 $\leq 15 \text{ kWh/m}^2$ $\geq 30 \text{ m}^3/\text{heure par personne}$

Table 4.1. Types de bâtiments repris lors de l'étude de 2007 d'Audenaert et al.

Les exigences de la législation PEB de 2007 en vigueur en Flandre en matière de performances pour chaque type de bâtiments ont été utilisées dans les calculs, et les analyses ont considéré le gaz naturel comme source d'énergie des bâtiments, celle-ci étant la source la plus répandue en Belgique en 2007.

L'échantillon pris comme point de départ de l'étude quantitative est une maison passive possédant une surface habitable de 210m² dont la surface de murs est de 60 m². La surface totale des murs du projet atteint 300 m². Cette maison va être déclinée en 11 variations selon les 3 types de bâtiments explicités lors du point précédent : il y a 5 variations de bâtiments passifs, 3 variations de bâtiments basse énergie et 3 variations de bâtiments standards. La forme et la taille de la maison ne changent pas selon les variations, la différenciation réside dans l'utilisation de différents matériaux de construction et d'isolation. Dans les manières de construire, une distinction est faite entre les bâtiments construits traditionnellement et ceux construits en bois. Le tableau 4.2 tiré de l'étude reprend les 11 variations de la maison de références et leurs caractéristiques. Les chiffres à côté des isolants représentent leur épaisseur en centimètres. L'analyse effectuée se déroule sur une période de 20 ans.

Types de bâtiments	Méthode de construction	Matériaux d'isolation
Conventionnel	Traditionnelle	Polyuréthane 4
	Construction bois + crépi	Construction bois 9 + laine minérale 9 + polystyrène expansé 4
	Construction bois + parement	Construction bois 14 + laine minérale 9
Basse énergie	Traditionnelle	Polyuréthane 8
	Construction bois + crépi	Construction bois 14 + laine minérale 14 + polystyrène expansé 8
	Construction bois + parement	Construction bois 14 + laine minérale 14 + polyuréthane 5
Passif	Traditionnelle	Polystyrène expansé 26
	Traditionnelle	Mousse phénolique 18
	Construction bois + crépi	Construction bois 14 + laine minérale 14 + polystyrène expansé 20
	Construction bois + parement	Construction bois 14 + laine minérale 14 + polystyrène expansé 20
	Construction bois + parement	Construction bois 14 + laine minérale 14 + mousse phénolique 12

Table 4.2. Onze variations du bâtiment de départ avec leurs caractéristiques constructives.

Plusieurs paramètres économiques sont à prendre en considération dans l'analyse, tels que :

- Le coût additionnel relatif au type de bâtiment : des coûts supplémentaires sont à prévoir en fonction du type de bâtiments, par exemple en matière d'isolation, de ventilation, d'étanchéité à l'air, *et cetera*. Une légère différence réside aussi dans les surfaces nettes des types de bâtiments passifs et basse énergie car les murs sont plus épais. Le graphique repris dans la Figure 4.2 illustre la différence entre les coûts additionnels selon la typologie du bâtiment. Le calcul des coûts a été obtenu par l'architecte qui a créé les 11 variations.

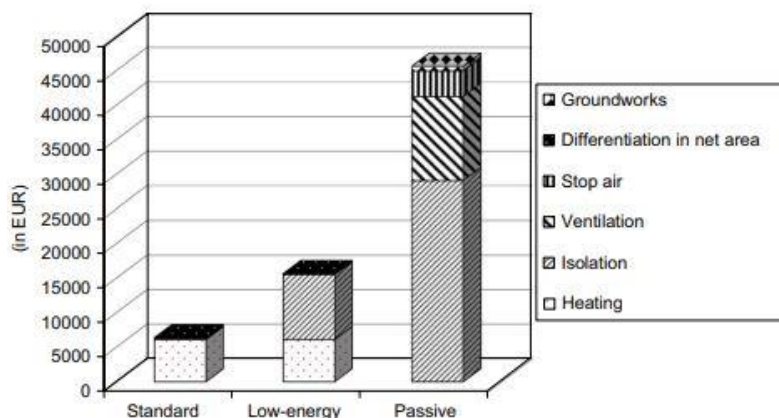


Figure 4.2. Surcoûts relatifs aux types de bâtiments.

Source : « Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses ». Audenaert et al., 2007, p. 50

- Le coût de l'énergie : le calcul du montant est basé sur les besoins propres aux 11 variations, qui est généré à l'aide du logiciel PEB pour chacun des bâtiments. Un prix de 0,04€/kWh, correspondant à un prix moyen du gaz, est appliqué pour calculer le coût énergétique, car c'est la principale source d'énergie utilisée pour le chauffage en 2007 en Belgique. Comme l'analyse coûts-bénéfices s'effectue sur la durée de vie d'un bâtiment, un taux de croissance est introduit dans les calculs.
- D'éventuelles subventions : depuis 2007, en Belgique, il est possible d'obtenir des subsides en dotant par exemple son bâtiment de vitrage plus performant ou en isolant de façon plus conséquente. Ce paramètre est inclus dans les calculs de l'analyse.

	Total cost (€)	More cost (€)	Subsidies	Net more cost (€)	Net cost (€)	Energy cost (€)
Standard	244,191	0	721	0	243,470	1849
Low-energy	253,459	9268	2600	7389	250,859	1248
Passive	283,401	39,209	2600	37,330	280,801	600

Figure 4.3. Moyennes des coûts relatifs à chacun des trois types de bâtiments.

Source : « Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses ». Audenaert et al., 2007, p. 50

La Figure 4.3 donne un aperçu de la totalité des coûts moyens relatifs à chacun des 3 types de bâtiments après analyses, toutes effectuées à un coût énergétique constant. Des taux de croissance et d'intérêt sont ajoutés comme paramètres dans les calculs afin de simuler une potentielle inflation. L'analyse de la rentabilité reprise dans le tableau 4.3 a été effectuée selon deux cas de figure, le premier en prenant en compte un coût d'énergie constant, et le deuxième en supposant que le montant de l'énergie allait croître au fil des années.

Avec des coûts d'énergie constants	Avec des coûts d'énergie en augmentation
Le graphique de la Figure 4.4 affiche le prix des types de bâtiments avec leur consommation d'énergie à prix constant en fonction des années. Le bâtiment basse énergie devient rentable par rapport au bâtiment standard après environ 12 ans. Le bâtiment passif, quant à lui, devient rentable face au bâtiment standard après 30 ans, et devient rentable face au bâtiment basse énergie après 47 ans.	Le graphique de la Figure 4.5 illustre le prix des types de bâtiments et de leur consommation d'énergie augmentant de 10% chaque année en fonction des années. La rentabilité des bâtiments basse énergie et passifs arrive plus vite que dans le cas où le prix de l'énergie reste constant : le bâtiment basse énergie devient rentable face au bâtiment standard après 10 ans. Le bâtiment passif nécessite une durée de 24 ans avant d'être rentable face au bâtiment basse énergie.

Table 4.3. Analyses de rentabilité selon les deux cas de figure relatifs au prix de l'énergie.

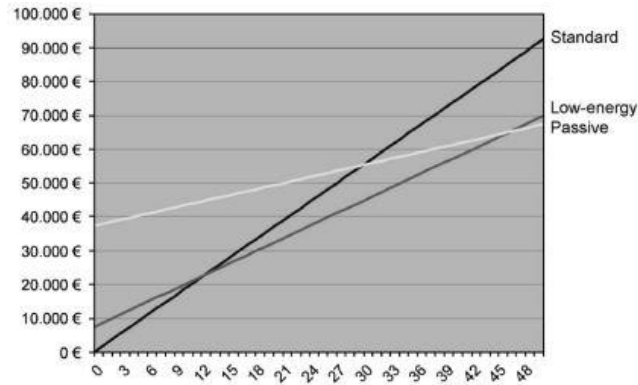


Figure 4.4. Coût des types de bâtiments au fil des années en prenant un coût de l'énergie constant au fil du temps.
 Source : « Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses ». Audenaert et al., 2007, p. 51

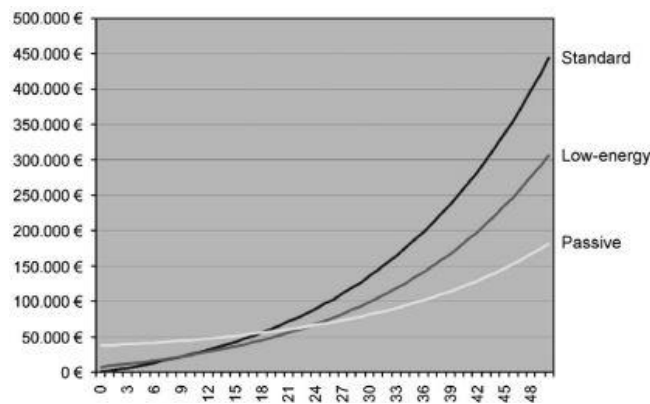


Figure 4.5. Coût des types de bâtiments au fil des années en prenant un coût de l'énergie croissant au fil du temps.
 Source : « Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses ». Audenaert et al., 2007, p. 51

Dans le cas où le prix de l'énergie reste constant, en considérant les différences de dépenses liées aux types de bâtiments, aux prêts hypothécaires et aux coûts de l'énergie entre chacun des trois types de bâtiments (voir figure 4.6), il s'avère que les résultats sont en faveur du bâtiment basse énergie : passer d'un bâtiment standard à un bâtiment basse énergie implique pour une famille y habitant un surcoût annuel de seulement 1,51€, là où le passage à un bâtiment passif donne lieu à un surcoût annuel de 1.794,26€.

	Difference in mortgage payment (€)	Difference in energy costs (€)	Total monthly difference (€)	Total yearly difference (€)
Low-energy to standard	50.2	-50.07	0.13	1.51
Passive to standard	253.58	-104.06	149.52	1794.26
Passive to low-energy	203.38	-53.98	149.40	1792.75

Figure 4.6. Différences mensuelles et annuelles des coûts relatifs aux trois types de bâtiments sur 20 ans dans le cas où le prix de l'énergie reste constant au fil des années.

Source : « Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses ». Audenaert et al., 2007, p. 52

Par contre, dans le cas de figure où le prix de l'énergie augmente au fil des années, trois scénarios sont calculés : le premier avec un taux d'augmentation du prix de l'énergie de 5%, le second avec un taux d'augmentation de 10% et le dernier, illustré par la figure 4.7, avec un taux d'augmentation de 15%. Les données dans le tableau représentent les coûts annuels d'une famille résultant de la différence entre les dépenses liées au premier type de bâtiments moins les dépenses liées au second type de bâtiments. Dans les trois scénarios, le bâtiment basse énergie a une différence négative dès la deuxième année par rapport au bâtiment standard, ce qui impacte positivement le budget annuel d'une famille dès la deuxième année. Plus le taux d'augmentation du prix de l'énergie est grand, plus l'impact positif du bâtiment passif est important et arrive tôt.

Years	1	2	3	4	5	
Low-energy to standard		1.51	-84.82	-176.11	-273.03	-376.29
Passive to standard	1794.26	1537.90	1274.53	1002.63	720.58	
Passive tot low-energy	1792.75	1622.72	1450.64	1275.66	1096.87	
Years	6	7	8	9	10	
Low-energy to standard	-486.69	-605.07	-732.37	-869.62	-1017.95	
Passive to standard	426.61	118.82	-204.87	-546.68	-909.08	
Passive tot low-energy	913.30	723.88	527.51	322.94	108.87	
Years	11	12	13	14	15	
Low-energy to standard	-1178.58	-1352.87	-1542.28	-1748.46	-1973.19	
Passive to standard	-1294.71	-1706.50	-2147.60	-2621.50	-3131.97	
Passive tot low-energy	-116.13	-353.63	-605.32	-873.03	-1158.78	
Years	16	17	18	19	20	
Low-energy to standard	-2218.42	-2486.30	-2779.21	-3099.74	-3450.75	
Passive to standard	-3683.19	-4279.70	-4926.50	-5629.06	-6393.39	
Passive tot low-energy	-1464.77	-1793.40	-2147.29	-2529.32	-2942.65	

Figure 4.7. Différences annuelles des coûts relatifs aux trois types de bâtiments sur 20 ans lorsque le prix de l'énergie augmente de 15%.

Source : « Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses ». Audenaert et al., 2007, p. 53

Les auteurs ont conclu que le bâtiment basse énergie semble être le meilleur investissement par rapport au bâtiment traditionnel et au bâtiment passif, car l'investissement financier de départ est moindre comparé au bâtiment passif et que les profits de ce type de construction dépendent moins du prix des énergies futures. La solution envisagée par les auteurs de l'étude en vue de promouvoir la construction passive réside dans le fait que l'investissement initial relatif à cette dernière soit amoindri afin qu'il soit plus facilement récupérable.

4.1.2.2 Les limites des études coûts-bénéfices

Il est compliqué de pouvoir tirer des conclusions viables sur les études coûts-bénéfices en matière de construction durable. La production de données détaillées et pertinentes concernant le coût et les avantages que l'on peut en tirer est un processus exigeant, d'une part parce que de nombreux facteurs contextuels ou non influencent les échantillons pris comme point de départ des études, et d'autre part parce que ces échantillons se limitent, dans

une multitude de cas, à quelques cas d'étude précis ne permettant pas de déduire des généralités (Khoshbakht et al. 2017).

L'étude d'Audenaert & al. perd donc de sa pertinence à l'heure actuelle, l'échantillon utilisé n'étant plus du tout d'actualité. La notion de durabilité a évolué : les bâtiments passifs, considérés par l'étude en 2007 comme la pointe de la durabilité, tendent actuellement à être la norme à Bruxelles, alors que la construction durable ne se limite plus à la seule question énergétique. Dans la Région de Bruxelles-Capitale, en raison de l'atteinte de performances énergétiques suivant le standard passif et, par conséquent, à la baisse des consommations d'énergie, la construction durable et sa rentabilité ne sont plus cantonnées à un retour sur investissement ; d'autres facteurs en matière de durabilité sont mis en avant par la Région et doivent être pris en compte, tels que la gestion de l'eau, la circularité des matériaux, la réversibilité des bâtiments, *et cetera*. Or, comme l'explique l'Ingénieur en techniques spéciales 1, la majorité de ces nouvelles notions sont difficilement rentables financièrement pour une grande partie des maîtres d'ouvrage.

« Faire de la gestion d'eau de pluie, ce n'est pas rentable. Il n'y a pas de gain financier derrière. De même que favoriser la biodiversité, il n'y a pas de gains financiers. Cependant, si on considère que faire ça peut le valoriser au niveau marketing quand on a une société commerciale, il y a un gain et donc ça permet de justifier qu'on surinvestit. Et c'est vraiment dans ce cas de figure là que l'on a pu faire nos plus beaux projets. Pour ces fameux propriétaires futurs occupants du bâtiment. Mais ce raisonnement-là, il est difficilement tenable pour les promoteurs ». Ingénieur en techniques spéciales 1, extrait de l'entretien du 24/04/2023.

4.2 Freins d'ordre réglementaire

Des freins liés à la réglementation en vigueur à Bruxelles ont été soulevés par cinq des onze acteurs avec lesquels il a été possible de nous entretenir. Ils nous ont fait notamment part du fait que cette réglementation oblige parfois certaines contradictions en matière de construction durable, et refusent dès lors des interventions allant dans son sens. Deux outils sont particulièrement remis en question : le RRU (Règlement Régional d'Urbanisme) et le volet de la réglementation PEB appelé « Travaux PEB » fixant les exigences en matière de performance énergétique pour les nouvelles constructions et rénovations. Avant d'explicitier plus finement ces outils, il est nécessaire d'aborder ci-après le concept de contrainte dans la profession d'architecte, telle que l'explique Raynaud dans son ouvrage de 2004 « Contrainte et liberté dans le travail de conception architecturale ».

4.2.1 Concept de contrainte

La conception, autrefois le point central de l'expertise de la profession d'architecte, semble traverser une dimension incertaine selon les avancements récents en matière de sociologie

de l'architecture. Si une étude voyait le jour concernant la profession d'architecte et son évolution au fil des années depuis 1960, celle-ci reposerait certainement sur la perte de pouvoir continue de l'architecte, due en partie, selon les praticiens, à un cadre d'exercice de la profession toujours plus astreignant. Les diverses contraintes auxquelles fait face un projet s'expliquent par la multiplicité des intervenants prenant part tant à la conception qu'à la réalisation, par exemple les maîtres d'ouvrage, les services de l'État (notamment les services permettant la délivrance ou non du permis d'urbanisme), les bureaux spécialisés dans la question de la stabilité et des techniques spéciales, *et cetera* (Raynaud 2004).

Malgré leurs origines pouvant être divergentes, ces contraintes peuvent toutes être rendues à un format conditionnel de type : *si ... alors ...* (Raynaud 2004). Prenons par exemple dans le titre 1 du RRU (Règlement Régional d'Urbanisme) de la Région de Bruxelles-Capitale l'article 10 paragraphe 1, stipulant : « *Les auvents et marquises en position ouverte respectent un retrait d'au moins 0,35 mètre depuis la bordure extérieure du trottoir ou de la limite de la voie carrossable, pour permettre le passage des bus, des camions de pompier et des camions de livraison* ». Cette contrainte peut être convertie sous forme conditionnelle, devenant : « *Si des marquises et auvents sont présents en façade à rue, alors ceux-ci, en position ouverte, doivent respecter un retrait d'au moins 0,35 mètre par rapport à la bordure extérieure du trottoir ou de la limite de la voie carrossable afin de permettre le passage des bus, des camions de pompier et des camions de livraison* ». Cette forme conditionnelle permet dès lors aux contraintes d'être réparties selon leur degré d'obligation. En effet, en partant du principe que les conditions d'application de la contrainte (ce qui vient dans le format conditionnel après le *si*) sont satisfaites, ce qui vient après le *alors* précise l'injonction (Raynaud 2004). Toutes les contraintes dont fait face l'architecte peuvent se classer selon 4 catégories d'injonction, classées de la moins contraignante à la plus restrictive (Raynaud 2004).

- L'injonction négative : c'est une interdiction. Par exemple dans le titre 1 du RRU, article 10 paragraphe 1 : « *Les antennes paraboliques sont interdites en façade à rue* ».
- L'injonction simplement bornée : elle impose au concepteur un certain degré de liberté, avec toutefois une borne limitant l'intervalle des possibles. Par exemple dans le titre 1 du RRU, article 10 paragraphe 1 : « *Les auvents et marquises en position ouverte respectent un retrait d'au moins 0,35 mètre depuis la bordure extérieure du trottoir ou de la limite de la voie carrossable, pour permettre le passage des bus, des camions de pompier et des camions de livraison* ».
- L'injonction doublement bornée : elle impose au concepteur de choisir entre une borne inférieure et une borne supérieure, limitant davantage le degré de liberté. Par exemple dans le titre 1 du RRU, article 5 paragraphe 1 : « *La hauteur de la façade avant de la construction en mitoyenneté ne peut être inférieure à celle de la hauteur de référence la plus basse ; être supérieure à celle de la hauteur de référence la plus élevée* ».
- L'injonction positive ordonne à l'équipe de conception de respecter une prescription. Par exemple dans le titre 2 du RRU, article 14 : « *Tout logement est raccordé au réseau d'égouts* ».

Plus le degré de contrainte augmente, plus on se rapproche de l'injonction positive, et moins la conception de l'architecte est libre et soumise à interprétation (Raynaud 2004).

4.2.2 Règlements PEB

Lorsque la Région de Bruxelles-Capitale a imposé via la réglementation PEB 2015 des performances énergétiques proches du standard passif pour les nouveaux bâtiments, les architectes ont eu l'obligation d'intégrer cette prescription lors de la conception des projets afin d'obtenir l'octroi du permis d'urbanisme. Cette nouvelle contrainte, en regard du classement des injonctions développé par Raynaud, est une injonction positive, ayant pour effet de limiter leur liberté et réduisant, par la même occasion, leur champ de manœuvre. Dès 2012, à Bruxelles, lors de l'exposition de l'Arrêté « Passif 2015 », les architectes ont pris conscience de ce qu'impliquait cette contrainte sur leur profession et ont fait part de leurs inquiétudes et de leurs doutes, puisqu'elle induisait un changement dans la manière de concevoir tout en ajoutant de nouvelles responsabilités (Neuwels 2013), comme en témoigne l'Architecte 1.

« J'en ai énormément voulu au politique qui a décidé que la maison passive soit un standard. En ce faisant, le politique a reposé sur les épaules des architectes tout le non-aboutissement de ces réflexions. Faire une maison passive en 2007 était prendre des risques énormes parce que c'était plein de systèmes sur lesquels on avait très peu de retours sur expériences. A partir du moment où l'on définit que c'est la norme, c'est très bien pour l'environnement. Mais tous les risques inhérents au caractère avant-gardiste reposent sur les épaules des architectes. Finalement, les responsabilités retombent sur eux. On est allé trop vite, même si je suis persuadé qu'en y réfléchissant le politique a eu raison de l'imposer. Mais en tant qu'architecte j'ai trouvé ça difficile parce que je me rendais compte que cette responsabilité arrivait sur nos épaules, et on en a déjà énormément des responsabilités ». Architecte 1, extrait de l'entretien du 24/02/2023.

Le scepticisme envers la PEB ainsi que son instauration obligatoire à Bruxelles mettent en lumière la réflexion qu'a portée Kalck, dans l'ouvrage de 2016 « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment », sur deux approches environnementales opposées mais suivant le même objectif de résolution de la problématique environnementale actuelle : l'approche « holistique » et l'approche « réductionniste ». Ces approches entrent en contradiction et se caractérisent dans chacune des étapes du déroulement de la construction ou de la rénovation d'un projet par les éléments repris dans le tableau 4.4.

Approche holistique	Approche réductionniste
<ul style="list-style-type: none"> - Un constat global et partagé - Une conception en collaboration et à proximité des utilisateurs - Une réalisation impliquant des activités diverses et participatives - Une évaluation prenant en compte l'ensemble des critères en impliquant les usagers 	<ul style="list-style-type: none"> - Un constat limité aux performances thermiques du projet - Une conception aiguillée par la réglementation énergétique - Une réalisation impliquant une coopération et une coordination accrues - Une évaluation n'allant pas plus loin que la conformité des travaux et la consommation classique du bâtiment

Table 4.4. Les étapes du déroulement d'un projet selon les deux approches opposées.

Concernant le constat, l'approche « holistique » refuse de se contenter d'un diagnostic énergétique. L'objectif est de ne pas construire un projet déconnecté de son environnement et de son contexte. Les faiblesses et les atouts du site sont donc pris en compte dans une optique de préservation et de conservation, au détriment d'une logique de démolition puis de reconstruction. Le constat est global dans le sens où il prend en considération les dimensions architecturale et énergétique, et il est partagé dans le sens où il inclut l'occupant des lieux qui peut décrire ses habitudes et ses besoins. Le propriétaire est, lui-aussi, impliqué : il doit être convaincu du bénéfice d'investir pour son propre confort s'il est occupant, ou du bénéfice d'investir dans son patrimoine s'il souhaite le transmettre. L'approche « réductionniste », quant à elle, pose un diagnostic s'éloignant du cas par cas : l'urgence énergétique et l'immensité des travaux à effectuer pour mettre à jour l'ensemble du parc immobilier aboutissent à une solution générale à privilégier, en définissant des solutions standardisées à la problématique environnementale. Cette standardisation permet de palier le faible niveau général des entreprises du secteur de la construction en matière de durabilité en produisant massivement les équipements et les matériaux performants à moindre coût grâce à leur industrialisation (Kalck 2016).

L'approche « holistique » de la conception considère la justesse des choix en conception par la prise en compte des conditions d'usage, des habitudes et des besoins des utilisateurs. Cette conception induit une recherche de solutions quant à la nouvelle façon d'habiter. La promotion du développement durable passe par une approche bioclimatique visant à améliorer les performances environnementales des constructions dans leur ensemble. En plus de rechercher l'efficacité énergétique, l'approche « holistique » se traduit par une conception bioclimatique adaptée au contexte qui s'insère dans une stratégie d'aménagement durable du territoire. L'approche « réductionniste » de la conception, quant à elle, accorde nettement moins d'importance au bâti existant et à la relation entre le confort des usagers et leur mode d'habiter. Les réglementations en matière thermique deviennent des outils avec lesquels l'État et les institutions définissent les objectifs de performance énergétique, tant aux concepteurs qu'aux maîtres d'ouvrage. Ces réglementations évoluent de manière constante, reprenant des objectifs de plus en plus ambitieux. L'amélioration énergétique va de pair avec une multiplication, au sein d'un même projet, de matériaux et d'équipements élaborés industriellement dans la majorité des cas, mais dont l'impact de la production et du transport n'a pas été pris en compte (Kalck 2016).

En matière de réalisation, le recours à des systèmes constructifs non-industrialisés et l'usage de matériaux se rapprochant de l'état brut, que prône l'approche « holistique », modifie le processus du chantier. Grâce aux matériaux premiers et à l'utilisation de techniques constructives qui leur sont propres, une réappropriation des savoir-faire voit le jour, modifiant l'exécution des chantiers et favorisant les activités diverses, telles que l'autoconstruction et les chantiers participatifs. Dans le cas de l'approche « réductionniste », l'efficacité énergétique repose sur le couple isolation/étanchéité à l'air et ventilation contrôlée. Elle nécessite dès lors une vigilance particulière autant durant la phase de réalisation que lors d'interventions ultérieures sur le bâtiment, celle-ci renfermant de nouvelles règles qu'il y a lieu de respecter (calorifugeage, entretiens des équipements, *et cetera*). Le caractère multiple des équipements et leur renouvellement créent un problème d'appropriation chez les entreprises de construction, rendant une coopération entre elles nécessaire (Kalck 2016).

L'évaluation des projets respectant l'approche « holistique » tient compte de la multiplicité des critères qu'elle a brassés : l'efficacité énergétique, la biodiversité, le contexte économique et socio-culturel, tout en intégrant les usagers dans ce processus comme étant contributeurs, en incitant notamment les comportements écocitoyens et l'appropriation des équipements. L'évaluation de l'approche « réductionniste » se limite, quant à elle, à vérifier si la réalisation concorde à ce qui a été prévu en amont lors de la phase de conception, et si les règles en vigueur en matière de performance énergétique sont respectées. L'étude peu approfondie des usages, lors du diagnostic de départ, et la mise à l'écart des usagers, lors de la phase de conception, résultent en une connaissance sommaire des utilisateurs sur les techniques dont dispose le bâtiment, allant jusqu'à définir ces derniers comme facteurs de perturbation à la performance dans certains cas (Kalck 2016).

La Région de Bruxelles-Capitale s'est tournée vers ce que Kalck appelle, dans son ouvrage de 2016 « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment », une approche « réductionniste ». La mise en place de la réglementation concernant la performance énergétique des bâtiments par la Région de Bruxelles-Environnement constitue un outil global imposé lors de chaque nouvelle construction et rénovation ayant pour but d'améliorer la totalité du parc immobilier de la ville. C'est justement ce que décrivent certains des acteurs interrogés : la PEB, cet outil général et caractéristique de l'approche « réductionniste », les empêche de suivre une approche plus « holistique » permettant de se détacher du simple constat tentant de solutionner la problématique environnementale à travers la performance énergétique, caractérisée par un amas de systèmes et matériaux toujours plus performants. La PEB représente un frein à une architecture qu'ils considèrent durable et éco-responsable, et qui nécessite qu'on se penche sur chaque projet, au cas par cas. Les témoignages de l'Architecte 1 et de l'Ingénieur en techniques spéciales 1 illustrent cette réalité.

« Critique et sceptique : ça m'énerve tous les jours dans ma pratique professionnelle de voir que la PEB par exemple impose certaines choses. Je suis pour la PEB, c'est très bien au point de vue global. Mais au point de vue « cas particuliers » c'est parfois complètement délirant, car tu es contraint de faire des choses imposées parce que tu es obligé d'embarquer une réflexion générale. Je suis persuadé que c'est ce qu'il faut faire pour la société en général. Des gens comme moi qui sont architectes, peuvent construire leur maison et ont une fibre environnementale relativement poussée, c'est peut-être 0.1% de la population, et encore. Tu ne peux pas te contenter de « débiles » comme moi pour dire que c'est ça qui va sauver la planète. Tu dois imposer au niveau global, mais c'est très contraignant pour les « débiles » comme moi. Dès que tu veux être en dehors des sentiers battus, tu te retrouves confronté aux difficultés de la PEB ». Architecte 1, extrait de l'entretien du 24/02/2023.

« Et donc la notion de slow heat. C'est de se dire : "est-ce que ce n'est pas simplement le poste de travail qu'il faut chauffer plutôt que chauffer le bâtiment ?" On est à une époque où, et on voit nos bureaux ici, on est au maximum à 75% d'occupation les plus grands jours et la plupart du temps on est à 30% d'occupation des places de travail parce que les gens sont sur chantier, ont des réunions, travaillent chez eux et donc est ce qu'on ne devrait pas avoir un bâtiment qui est

trois fois plus petit ? Est-ce qu'on ne devrait pas plutôt, quand on est à 30%, tous se regrouper autour du poêle ? On n'a pas de poêle mais c'est une image. Travailler tous autour du poêle et ne chauffer que la zone où il y a le poêle ? Ces raisonnements-là permettrait en fait de diminuer vachement les consommations du bâtiment sans isoler ces bâtiments, sans consommer de l'énergie pour fabriquer des isolants. On se rend compte vraiment qu'augmenter l'efficacité des équipements, augmenter les isolants, ce n'est pas ça qui va faire réellement diminuer les consommations. Mais seulement, tout ce qu'on sait ne rentre pas dans la PEB, qui impose de toute façon des isolants dans les bâtiments. Ce raisonnement va complètement à l'encontre des habitudes qui sont de chauffer les bâtiments ». Extrait de l'entretien du 24/04/2023. Ingénieur en techniques spéciales 1, extrait de l'entretien du 24/04/2023.

4.2.3 Règlement Régional d'Urbanisme

Le RRU actuel paraît désuet sur bon nombre de niveaux. Les demandes de permis incluant des demandes de dérogation, dont le nombre est estimé entre 3.000 et 3.500 par an à Bruxelles, sont constamment à la hausse, traduisant une inadéquation de certaines règles et donc une obsolescence de ce dernier (Scohier 2023). Pour deux des acteurs interrogés dans le cadre de ce travail, ce règlement, dans certaines circonstances, se contredit et n'est pas propice à des manières d'intervenir qui permettraient la percolation de la notion de durabilité dans les constructions.

« C'est là l'aspect réglementaire qui ne nous permet pas toujours d'avoir les mains libres et d'optimiser un concept. On peut penser, par exemple, à Bruxelles, on est obligé de rejeter les eaux usées à l'égout alors qu'on pourrait mettre en place des petits systèmes de lagunage qui permettraient de réutiliser ces eaux en cas de sécheresse. Voilà. Ce genre d'aspects là, selon la réglementation, ils ne sont pas permis. Et donc ça c'est un frein en conception ». Ingénieur en techniques spéciales 3, extrait de l'entretien du 03/05/2023.

« A l'heure actuelle, le RRU est assez mal rédigé. Dans le sens où voilà, il impose une citerne d'eau de pluie, peu importe la situation, peu importe le type de récolte, peu importe le type de besoin, il impose une citerne de récupération de 33 litres par mètre carré alors que, à côté de ça, il impose des toitures vertes pour des toitures de plus de 100 m². Or, si on récupère de l'eau de pluie, ça dépend du complexe, mais d'une toiture verte de plus de 10 cm, ça ne sert plus à rien de mettre une citerne d'eau de pluie parce que quasiment plus rien ne va sortir de cette toiture, donc les législations sont en train d'évoluer aussi à ce niveau-là grâce aux retours d'expérience de certaines choses, dont les bâtiments exemplaires ». Ingénieur en techniques spéciales 2, extrait de l'entretien du 26/04/2023.

Afin d'introduire des concepts tels que la biodiversité et la rénovation plutôt que la démolition-reconstruction, le RRU actuel doit être actualisé (Scohier 2023). En 2019, un projet de réforme du RRU a été initié, dans l'objectif de s'extirper de cette culture de la dérogation. Bien que cet objectif soit louable, le Conseil francophone et germanophone de l'Ordre des

Architectes (Cfg-OA) affirmait dans sa réclamation du 13 janvier 2023 que le projet de réforme du RRU tel qu'il a été soumis à l'enquête publique le 12 décembre 2022 ne pouvait être adopté. En effet, la réforme proposée laisse un flou sur de nombreuses notions (Conseil francophone et germanophone de l'Ordre des Architectes 2023), causant une insécurité juridique totale et un arbitraire constamment présent (Conseil francophone et germanophone de l'Ordre des Architectes 2022). Le RRU doit donc évoluer en restant un outil clair qui définit un cadre normatif sur la façon de construire, mais en répondant aux objectifs d'aménagements du territoire issus du Plan régional de développement (Scohier 2023).

4.3 Freins d'ordre comportemental

Sept des onze acteurs interrogés soutiennent également que le comportement d'une partie des individus liés au secteur de la construction freine l'introduction de la durabilité dans celui-ci. Tout d'abord, ces individus, qu'ils soient architectes, entrepreneurs ou encore maîtres d'ouvrage, adoptent une forme de réticence volontaire ou inconsciente quant à la diffusion de la durabilité dans le milieu du bâtiment. Ensuite, outre cette forme de réticence, un autre frein comportemental se caractérise parfois, lors de l'usage de bâtiments durables, par une inadéquation entre le programme, les habitudes des usagers et les objectifs environnementaux poursuivis.

4.3.1 Réticence à l'innovation

4.3.1.1 La théorie de la diffusion de l'innovation de Rogers

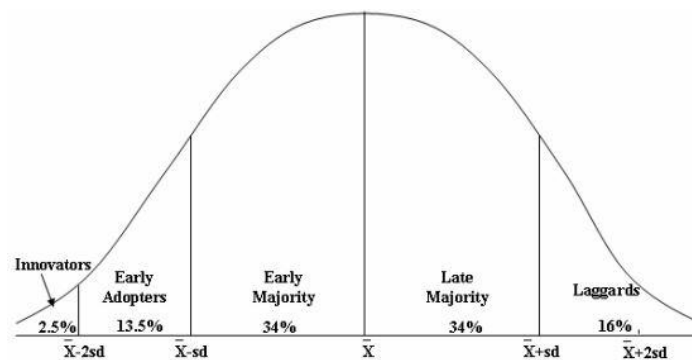


Figure 4.8. Répartition des catégories de comportements adoptés lors de la diffusion de l'innovation.
Source : « Diffusion of Innovations. Third Edition ». Rogers, 1983, p. 247

Dans sa théorie sur la diffusion de l'innovation, publiée pour la première fois en 1962, Rogers détermine cinq catégories de comportements qu'adoptent les parties prenantes à une chaîne de diffusion de l'innovation : les « innovateurs », les « early adopters », la « majorité précoce », la « majorité tardive » et les « retardataires ». Parmi ces catégories, certaines ont un degré d'adoption plus rapide que d'autres lorsqu'il s'agit d'opter pour une innovation. Rogers qualifie l'innovation comme « *le processus par lequel une innovation est communiquée, à travers certains canaux, dans la durée, parmi les membres d'un système social* » (Rogers

1995). La Figure 4.8 distingue la répartition de ces catégories sur une chaîne de diffusion classique (Rogers 1983).

Rogers décompose le processus d'adoption de l'innovation en cinq étapes. La première désigne la connaissance. L'individu est confronté à l'innovation et réagit à celle-ci en fonction de ses caractéristiques personnelles et du système social dans lequel il se situe (Sahin 2006). En second lieu vient la persuasion. Durant cette phase, l'individu façonne son attitude face à l'innovation après avoir pris connaissance de celle-ci. Le degré d'incertitude qui demeure en lui quant à l'innovation et le renforcement social de la part des autres individus, membres de son entourage, influencent sa perception (Sahin 2006). Troisièmement vient la phase de décision. L'individu choisit d'adapter ou de rejeter l'innovation (Rogers 1983). Ensuite arrive la phase d'implantation où l'innovation est mise en pratique. Une incertitude inhérente au degré de nouveauté de l'innovation persiste cependant. Durant cette phase, l'individu nécessite une assistance afin de réduire cette incertitude (Sahin 2006). Enfin, la dernière phase se traduit par la confirmation, pendant laquelle l'individu va tenter d'obtenir des confirmations afin de renforcer sa décision, ou au contraire de la modifier (Sahin 2006).

La phase de persuasion est cruciale car c'est à partir de celle-ci que l'individu rencontre les cinq principaux facteurs définissant les caractéristiques perçues de l'innovation (voir Figure 4.9) qui influenceront sa décision et donc son comportement à adopter vis-à-vis de celle-ci. (Rogers 1983).

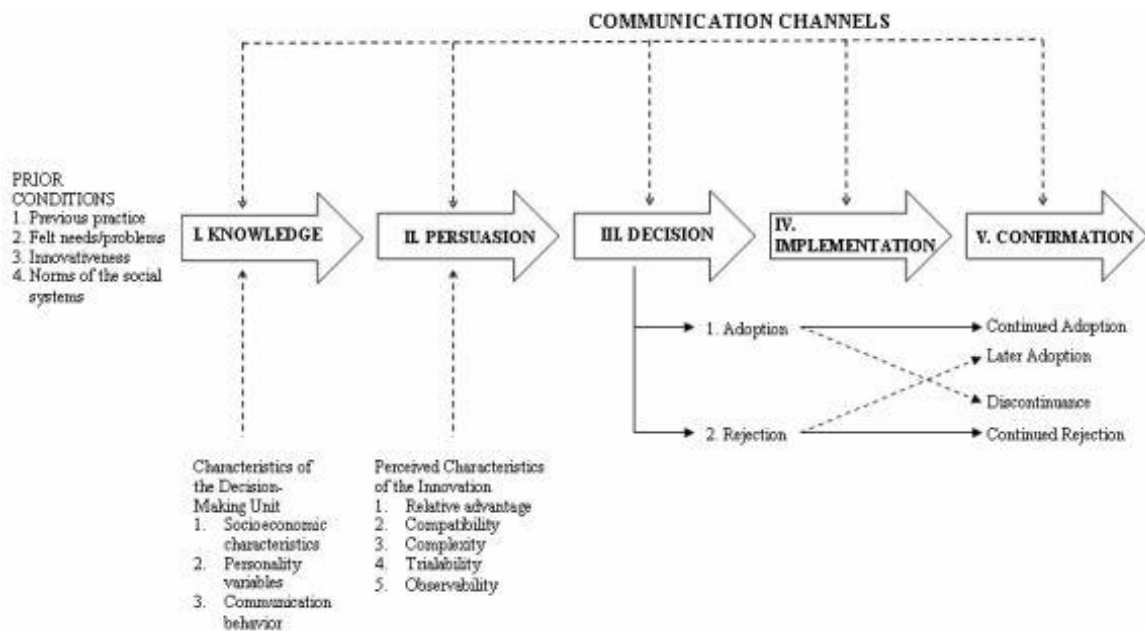


Figure 4.9. Répartition des catégories de comportements adoptés lors de la diffusion de l'innovation.

Source : « Detailed review of Rogers' diffusion of innovations theory and educational technology-related studies based on Rogers' theory ». Sahin, 2006, p. 15

- L'avantage relatif : le degré d'avantage que permet une innovation par rapport à celle qui existait déjà. Pour que l'innovation soit adoptée, il faut que celle-ci soit perçue comme avantageuse
- La compatibilité : la mesure du degré de consistance de l'innovation avec les valeurs existantes, les pratiques sociales, les expériences et les normes des utilisateurs. Une

incompatibilité de l'innovation avec ces éléments induit une diffusion de l'innovation plus lente

- La complexité : l'évaluation du degré de complexité de l'innovation, tant dans sa compréhension que dans son utilisation
- La testabilité : le fait de pouvoir tester une innovation avant de s'engager à l'utiliser
- L'observabilité : le degré de clarté d'une innovation quant à ses résultats et ses bénéfices (Rogers 1983).

4.3.1.2 La théorie de Rogers dans la construction durable à Bruxelles

Une étude réalisée par Tornatzky et Klein a démontré que trois de ces cinq facteurs influençaient davantage l'adoption ou non d'une innovation : l'avantage relatif, la compatibilité et la complexité (Tornatzky et Klein 1982). Or, les entretiens effectués dans le cadre de ce travail révèlent que le degré de ces trois facteurs définit parfois des caractéristiques négatives à la durabilité dans le secteur du bâtiment, conduisant une partie des intervenants à opter pour un comportement réticent vis-à-vis de cette durabilité (Rogers 1983).

L'entretien avec l'Architecte 1 illustre le facteur de complexité en démontrant que la relative nouveauté de la notion de durabilité se confronte avec les anciennes méthodes de construction d'une partie des individus, causant une confusion et des incertitudes chez ces derniers.

« Les administrations urbanistiques c'est pareil, c'est relativement nouveau pour elles. Les entrepreneurs, n'en parlons pas : ils ne sont pas du tout formés à ça. Sur chantier, ils n'intègrent pas ces choses-là car c'est trop neuf, même si on leur explique 4 fois. Les entrepreneurs qui avaient pignon sur rue n'étaient pas du tout assez souples, ils avaient leurs méthodes. Quand j'arrivais chez eux et que j'expliquais ce que je voulais, ils me proposaient des systèmes qu'eux connaissent, pensent performants et dont il existe un seuil de rentabilité. Ça ne colle pas avec quelqu'un " avant-gardiste " qui souhaite construire de façon nouvelle ». Architecte 1, extrait de l'entretien du 24/02/2023.

Plusieurs des acteurs de la construction sont également réticents à la construction durable car elle se heurte à leurs principes constructifs conventionnels et à leurs habitudes, confirmant le facteur de compatibilité. L'Architecte 3 relevait cette notion d'incompatibilité lors de son témoignage.

« Ça, c'est un des freins principaux dans le sujet de votre mémoire, c'est un des freins principaux à l'innovation. "Je l'ai toujours fait comme ça, je sais ce que ça coûte et je sais comment faire, mais sortir de ma zone de confort pour faire autrement, je ne vais pas m'aventurer là-dedans parce que je ne sais pas où je vais et il y a une part de risque trop grande et je n'ai pas envie". Or, aujourd'hui, on a absolument besoin de faire autrement, de construire autrement, d'innover, de trouver de nouveaux paradigmes et le frein principal, c'est la peur du changement,

la peur de faire autrement que ce que qu'on a l'habitude de faire ». Architecte 3, extrait de l'entretien du 24/03/2023.

Un exemple du dernier des trois facteurs est explicité par l'Architecte 5 via le prisme financier et concerne le facteur de l'avantage relatif. Certaines personnes ne trouvent simplement pas d'avantages à l'adoption de la construction durable par rapport à leur situation actuelle, et ne la diffusent donc pas, estimant qu'elle ne leur apporte rien de bénéfique.

« C'est un peu plus difficile, où ça passe parfois à la trappe, c'est pousser les choses plus loin et utiliser des matériaux biosourcés. Souvent, le coût de ces matériaux et finalement l'avantage altruiste de prendre ce type de matériaux ne résistent parfois pas au budget ». Architecte 5, extrait de l'entretien du 29/03/2023.

4.3.2 Inadéquation entre programme, usage et objectifs environnementaux

Les concepteurs de systèmes techniques et de bâtiments qualifient l'occupant comme un acteur dans un « script technologique », ce qui signifie qu'ils désirent que celui-ci possède peu de marge de manœuvre face aux systèmes de performance répondant aux objectifs environnementaux mis en place lors de la conception (Rohracher 2005). L'occupant est alors perçu comme un élément perturbateur qui doit s'adapter aux systèmes, soit par une action qualifiée de convenable (qui s'inscrit dans le script technologique), soit par une non-action, soit par un apprentissage (Garabuau-Moussaoui 2014). La vision des occupants est pourtant bien différente, ils s'approprient le bâtiment en l'usant comme un lieu de vie et non comme un instrument disposant d'un objectif de performance en matière énergétique. Les systèmes forçant une standardisation des comportements se heurtent à des habitants qui s'approprient et personnalisent leurs espaces, et, par conséquent, les équipements dont ils sont dotés (Garabuau-Moussaoui 2014).

Deux des acteurs interrogés ont soulevé que cette incompatibilité entre l'usage du bâtiment et les techniques mises en place en faveur de l'atteinte des objectifs environnementaux se trouvait être un frein à la construction durable, comme l'illustrent les extraits des entretiens effectués avec le Travailleur à Bruxelles Environnement et l'Ingénieur en techniques spéciales 1.

« Allez, je prends un autre exemple, le bâtiment Caméléon. Il était dans les concours " batex " à l'époque. Donc c'était un magasin de vêtements qui est entièrement refroidi naturellement, ventilation naturelle, gestion d'éclairage. Je vais faire référence à la contradiction entre le programme du bâtiment et les objectifs environnementaux. On s'est rendu compte que le but du jeu d'un magasin de vêtements, c'est de vendre. Donc c'est de mettre en avant des produits. Comment on met en avant les produits ? C'est notamment avec l'éclairage artificiel. On est arrivé dans le projet, dans des contradictions entre l'apport d'éclairage naturel qui crée des contrejours à la présentation des collections et un éclairage artificiel qui était nécessaire à très haute puissance parce que ça fait partie du design commercial pour un magasin de ce type-là, qui travaille sur la mode et cetera. On arrive dans une espèce de contradiction entre le programme et

des objectifs environnementaux ». Ingénieur en techniques spéciales 1, extrait de l'entretien du 24/04/2023.

« Ça change des habitudes des usagers. Ils ne comprennent pas pourquoi il y a éventuellement un bruit de ventilation, pourquoi il y a une bouche de ventilation dans leur chambre qui crache de l'air, et donc ils bouchaient ces entrées d'aération puis disaient qu'ils avaient froid. Ils ouvraient les fenêtres en hiver car ils trouvaient que ça ne ventilait pas assez bien, et donc ils avaient froid également. Il y a eu beaucoup de problèmes à ce niveau-là. Le plus gros frein pour moi se situe principalement dans la communication aux utilisateurs et utilisatrices, et dans l'incapacité de ceux-ci à parfois s'adapter face aux nouvelles techniques inhérentes aux bâtiments durables ». Travailleur à Bruxelles Environnement, extrait de l'entretien du 16/01/2023.

4.4 Freins d'ordre technique

La transition énergétique se base sur le sentiment que la technique est la source de solutions permettant à la société de devancer les difficultés liées à la production et à la consommation d'énergie (Zélem 2018). Dans le secteur de la construction et du bâtiment, la nécessité de réduire la consommation d'énergie a accentué la mise en place de solutions technologiques ambitionnant d'atteindre des performances radicales en matière de consommation d'énergie, d'abord en mettant en avant des bâtiments à basse consommation d'énergie puis en encourageant des bâtiments à énergie positive (Zélem 2018).

Cette réalité s'exprime en Belgique, et donc plus précisément dans la Région de Bruxelles-Capitale, par l'introduction de la réglementation PEB 2015 imposant le standard passif et, dès 2021, par l'exigence rendant tous les bâtiments neufs à consommation d'énergie presque nulle pour le secteur privé. Les exigences de ces réglementations ont impacté de manière considérable les techniques de construction : ces bâtiments nécessitent un lot de techniques et de technologies (Bongartz 2019).

4.4.1 Obsolescence des technologies

L'API (Australian Property Institute) définit l'obsolescence d'une propriété comme « *la perte d'utilité d'un actif immobilier causée par une détérioration physique, des changements technologiques, des modèles de demande ou des changements environnementaux qui entraînent une perte de valeur* ». L'obsolescence considérée comme une sous-catégorie de la dépréciation d'un bien se distingue de la détérioration. En effet, contrairement à la détérioration, l'obsolescence ne consiste pas en une usure due à des facteurs environnementaux mais plutôt en une perte ou un déclin de l'utilité qui n'est pas directement liée au temps (Rodi et al 2015).

L'obsolescence d'un bâtiment peut être divisée en trois catégories. La première, l'obsolescence physique, introduit une notion de perte de valeur dont la cause est l'usure

normale due à l'usage et l'âge du bâtiment, prenant la forme d'une détérioration physique. La seconde catégorie, l'obsolescence externe, se caractérise par une perte de valeur causée par des facteurs externes d'ordre économique, social et géographique. Enfin, la dernière catégorie, l'obsolescence fonctionnelle, consiste en la perte de valeur due à une incapacité de la propriété de répondre à une fonction pour laquelle elle est destinée ou conçue. C'est dans cette troisième catégorie que se classe l'obsolescence technologique d'un bâtiment (Rodi et al 2015). L'innovation technologique crée des gains économiques, ce qui a pour conséquence de diminuer la valeur des technologies existantes et établies à travers une obsolescence technologique : les technologies établies sont dépréciées par rapport à d'autres, plus évoluées et qui répondent plus efficacement à une même fonction (Ma 2021).

Cette notion d'obsolescence technologique a été pointée du doigt par deux acteurs du secteur de la construction lors de nos entretiens. Ceux-ci ont été confrontés à des techniques et technologies adoptées dans le cadre d'une construction durable qui, à l'heure actuelle, se retrouvent être obsolètes.

« Ce qui est exemplaire du point de vue chauffage et ventilation change fréquemment. Quand j'ai commencé les réflexions en 2005, ce qu'on appelle la biomasse était encore très fortement mise en avant. C'est donc le système qui a été retenu pour chauffer ma maison. Maintenant, selon Bruxelles environnement, j'ai de très mauvais points car je me chauffe au bois, parce qu'entre temps on s'est rendu compte que se chauffer au bois induisait un problème de particules fines. Celles-ci sont mauvaises et il faut absolument gérer. Maintenant je ne serais sans doute pas autorisé à proposer un projet dans lequel on se chauffe au bois. Quand il y a des pics de pollution à Bruxelles, c'est interdit d'allumer un feu domestique, sauf quand tu démontres que c'est la seule manière de te chauffer. Mon score environnemental est donc très mauvais actuellement alors qu'à l'époque c'était très fortement mis en avant. Il y a la même chose d'un point de vue technique par rapport à des isolations de toiture plate ou à des systèmes de chauffage : des choses étaient conseillées à l'époque et sont proscrites actuellement ». Architecte 1, extrait de l'entretien du 24/02/2023.

« Ce bâtiment faisait appel à des techniques que je n'utilise plus maintenant, mais qui ont été quand même mises en œuvre dans un autre bâtiment qui se trouve Avenue du Diamant. C'était un appui du système de ventilation par du solaire thermique. On ne fait plus ça maintenant, ça n'a plus de sens. Mais bon ça date quand même de 2007. Maintenant, on est en 2023, donc ça fait quand même 16 ans en fait que les technologies ont évolué et on ne ferait plus ça actuellement ». Architecte 5, extrait de l'entretien du 29/03/2023.

4.4.2 Vers une sobriété technologique

Les nouvelles innovations technologiques qui se développent et semblent intéressantes se heurtent néanmoins à deux effets : l'effet parc et l'effet rebond (Bihoux 2015). L'effet parc est une problématique de grande échelle. Lors de la diffusion d'une innovation, il est compliqué d'assurer rapidement le remplacement de la totalité des technologies existantes.

Le parc immobilier nécessiterait environ un siècle de constructions et de rénovations durables afin d'atteindre un niveau de consommation d'énergie acceptable. De plus, les économies de consommations inhérentes aux nouvelles technologies risquent d'être réinjectées, causant un effet rebond rappelant le paradoxe de Jevons (Bihouix 2015).

Des idées se développent et remettent en cause les nouvelles technologies vertes comme solution à la problématique environnementale. Le concept des « low Tech » explicité par Bihouix dans son ouvrage de 2015 « L'âge des low Tech » prône une décroissance, qui se caractérise par une société rejetant les « high Tech » composés de ressources qui ne sont pas inépuisables, au profit d'un confort et d'un niveau de vie atteignables en usant le moins de ressources possibles, grâce une économie circulaire et un retour à l'échelle locale. Pour Bihouix, ce n'est pas la technologie qui permet la résolution de la problématique environnementale mais une modification de notre mode de vie (Bongartz 2019).

Ce retour d'une échelle globale à une échelle plus locale est promu par le programme « Slow Heat », un projet de recherche financé par l'organisme bruxellois Innovaris. En effet, ce programme soutient qu'il est possible de vivre de façon confortable en basant le système de chauffage non plus sur les logements mais directement sur les occupants. Ainsi, ce n'est plus le bâtiment que l'on isole et que l'on chauffe, mais bien le corps des usagers, en incitant à l'habillement, à l'acclimatation et à l'activité de ces derniers et en mettant en place des systèmes adéquats, dans le but de faire de la demande de chaleur un acte conscient non-automatisé et de redéfinir les normes de confort au sein de la société (Collectif Slowheat 2021).

Ce type de démarche est cependant confronté aux techniques actuelles de construction s'inscrivant dans un objectif d'atteinte de performance toujours plus hautes, ce que souligne l'Ingénieur en techniques spéciales 1 lors de notre entretien.

« Derrière, il y a les habitudes, il y a le fait qu'on craint l'inconfort alors que le but du jeu est plutôt que si on chauffe un corps plutôt qu'un bâtiment, on individualise le confort et c'est vachement efficace. On devrait arriver à un surplus de confort et pas l'inverse. Donc toutes ces habitudes, cette image, c'est cette espèce de droit à la température que l'on pense que l'on a. Il y a 40 ans, 50 ans, on ne pensait pas comme ça. Donc on a une espèce d'habitude, de conscience qui est apparue en disant j'ai droit à ça où à ça. Tous ces éléments là et la PEB, qui va vraiment dans le sens de la technologisation, avec les ventilations double flux, avec les LEDs, avec la quantité d'isolant à mettre dans le bâtiment, bâtiment passif, et cetera, sont plutôt une tendance à la consommation de ressources pour qualifier le bâtiment plutôt que de qualifier son usage. Tous ces éléments-là sont pour moi des freins à la véritable diminution des consommations ». Ingénieur en techniques spéciales 1, extrait de l'entretien du 24/04/2023.

5 Conclusions

A partir de 1992, les Nations Unies reconnaissaient l'existence du changement climatique et son origine anthropique. Les pays membres, y compris la Belgique, s'engageaient donc à diminuer leurs émissions de gaz à effet de serre afin de limiter l'augmentation de la température moyenne globale. Le secteur de la construction ayant une grande part de responsabilité dans la consommation d'énergie et la production de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, l'Europe décidait, au travers de différents programmes et directives, de faire baisser les émissions carbonées émanant du secteur de la construction.

La Région de Bruxelles-Capitale suit cet engagement. La dernière mesure phare en date, son plan d'action « Plan Air Climat Énergie » (PACE), fixe des objectifs de réduction ambitieux en matière d'émission de gaz à effet de serre pour 2030 et 2050. Au niveau du secteur du bâtiment, ce plan se caractérise par la réduction du besoin d'énergie du parc immobilier bruxellois, par la réduction de l'impact environnemental des installations de gestion de température intérieure, par le renfort de la durabilité des nouvelles constructions et des rénovations en encourageant notamment une transition vers la circularité, et par l'adaptation des bâtiments aux effets du changement climatique (inondations, canicules, *et cetera*) (Bruxelles Environnement 2023d). Il s'agit d'une suite logique des mesures entreprises il y a vingt ans. Dès 2007, la Région prenait des mesures afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre de son parc immobilier, en adoptant la réglementation PEB (performance énergétique des bâtiments) qui exigeait aux nouvelles constructions d'atteindre une certaine performance en matière énergétique.

Ambitionnant d'être exemplaire en matière de gestion de la problématique environnementale et écologique, la Région de Bruxelles-Capitale anticipait la directive européenne 2010/31/EU de 2010 (prévoyant qu'en 2020, tout nouveau bâtiment construit soit à consommation d'énergie quasi nulle) en imposant, en 2015, le standard passif pour certaines nouvelles constructions. En parallèle des réglementations qu'elle imposait, la Région lançait les appels à projets « Bâtiments exemplaires » en 2007 devenus « Be exemplary » en 2015, afin d'inciter sa population à opter pour des bâtiments plus durables. Ces appels à projets s'inscrivaient dans un contexte réglementaire particulier : les concepts qu'ils mettaient en avant, la construction passive pour l'appel à projets « Bâtiments exemplaires » et la circularité pour l'appel à projet « Be exemplary », étaient alors des notions relativement peu connues et avant-gardistes. Les projets ressortant lauréats de ces appels bénéficiaient d'un soutien financier et d'une mise en lumière valorisant les « bonnes pratiques » et ce, afin de démontrer qu'il était possible de concevoir et de construire des projets tentant de solutionner la problématique environnementale sans entrer en contradiction avec les enjeux de qualité architecturale, tout en étant techniquement et financièrement reproductibles.

Certains des projets lauréats de ces deux appels n'ont cependant jamais vu le jour. Ce travail a reposé sur l'hypothèse que les raisons de leur non-réalisation permettaient de mettre en lumière toute une série de freins généraux auxquels peuvent être confrontés les acteurs du secteur de la construction, lorsqu'ils souhaitent développer un projet tentant de répondre aux enjeux environnementaux et socio-économiques actuels dans la Région de Bruxelles-Capitale. Un inventaire a tout d'abord été dressé reprenant la totalité des projets lauréats des appels à

projets « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary », précisant pour chacun d'eux leurs caractéristiques telles que la réalisation ou non, les acteurs liés au projet, la situation de celui-ci dans la Région de Bruxelles-Capitale, *et cetera*. Dans un second temps, nous avons pu nous entretenir avec onze des acteurs en lien avec la construction durable et les deux appels à projets, certains n'ayant pas vu leur projet se réaliser. Dès lors, au vu du faible taux de réponses favorables aux demandes d'entretiens de la part des acteurs liés à des projets lauréats non-réalisés, nous nous sommes tournés vers des acteurs qui ont vu leur projet sortir de terre. Une analyse des données subjectives des entretiens confrontées en parallèle avec la littérature scientifique a été effectuée afin d'apporter une réponse aux trois questions de départ :

- Quelles sont les raisons ayant empêché la réalisation de certains projets qualifiés d'« exemplaires » ?
- Ces raisons découlent-elles de freins relatifs au caractère durable de ces projets et mettent-elles en lumière des difficultés plus générales concernant l'architecture durable ?
- Quels sont les freins à une conception et une réalisation de bâtiments tentant de répondre aux enjeux environnementaux et sociaux actuels ?

L'enquête basée sur les projets lauréats qui ne sont pas sortis de terre, effectuée à partir des entretiens réalisés avec les acteurs ayant participé aux projets, indique que sur les six cas non-réalisés investigués, trois lauréats « Bâtiments exemplaires » numéro 12, 19 et 32 ont rencontré des freins liés au caractère éco-responsable des projets. Cependant, ces projets d'architecture sont un ensemble complexe de paramètres et d'acteurs poursuivant parfois des objectifs et des chemins de pensée divergents, faisant en sorte que la raison de l'abandon des projets ne découle jamais exclusivement du caractère durable de ces derniers.

A cet égard, le contenu des entretiens menés dans le cadre de ce travail concorde avec la revue de la littérature : les freins à la conception et à la réalisation de bâtiments durables dans la Région de Bruxelles-Capitale se regroupent selon quatre ordres : financier, réglementaire, comportemental et technique.

Le frein le plus répandu relevé par la totalité des onze acteurs interrogés est d'ordre financier. Selon ces derniers, opter pour un bâtiment faible consommateur d'énergie répondant à la problématique environnementale entraîne un investissement financier initial plus conséquent par rapport à une construction conventionnelle. Cette réalité a été confirmée en 2014 par l'étude réalisée par l'asbl PMP (Plate-Forme Maison Passive). Elle affirmait que la construction de logements respectant les standards passifs en matière de consommation énergétique est plus coûteuse d'environ 11,5% par rapport à une construction conventionnelle (Deprez et al. 2014). De plus, l'Architecte 1, l'Ingénieur en techniques spéciales 1 et l'Ingénieur en techniques spéciales 4 émettent des doutes quant à la rentabilité financière de plusieurs interventions et équipements techniques relatifs aux constructions durables. En effet, des incertitudes planent quant à la rentabilité des bâtiments durables. Le manque d'études et de recherches claires sur les coûts-bénéfices induit une incertitude sur les avantages et les plus-values à retirer lors de la construction de bâtiments éco-responsables (Khoshbakht et al. 2017).

Cinq acteurs insistent lors des entretiens sur les freins d'ordre réglementaire, en pointant plus particulièrement du doigt deux outils régissant la construction à Bruxelles : le RRU (Règlement Régional d'Urbanisme) et le volet de réglementation PEB, appelé « Travaux PEB », qui fixe les exigences à atteindre en matière de performance énergétique. Le RRU, perçu comme un instrument devenant obsolète, entre en conflit avec certaines interventions en faveur d'une construction durable, tandis que les exigences de performances de la réglementation PEB sont quant à elles imposées, ce qui correspond aux caractéristiques de la contrainte la plus restrictive selon Raynaud : l'injonction positive. Cette injonction est celle qui limite le plus la liberté et le champ de manœuvre des équipes de conception en regard de la durabilité (Raynaud 2004).

Des freins d'ordre comportemental sont également relevés par sept des acteurs interrogés. Ces derniers s'illustrent de deux façons. Premièrement, une forme de réticence de la part d'individus face à l'innovation apportée par la construction durable dans le secteur du bâtiment est observée. Cette réticence s'explique par les différents comportements qu'adoptent les individus dans la théorie de la diffusion d'une innovation de Rogers. En effet, lors de la diffusion d'une innovation, 16% des parties prenantes de la chaîne de diffusion sont des « retardataires », chez lesquels il existe une réticence à l'adoption de l'innovation (Rogers 1983). Deuxièmement, il existe une inadéquation entre les objectifs environnementaux poursuivis d'un bâtiment et son usage. En effet, les technologies dont sont dotés les bâtiments à faible consommation d'énergie nécessitent des comportements spécifiques à adopter, qui se heurtent aux habitudes et à l'appropriation des usagers (Rohracher 2005).

Enfin, l'Architecte 1 et l'Ingénieur en techniques spéciales 1 soulignent que les freins peuvent être d'ordre technique. La nécessité d'alléger les consommations d'énergie dans le secteur du bâtiment a favorisé l'intégration d'une multitude de technologies dans les bâtiments performants (Zélem 2018). En même temps, la rapidité de l'évolution des outils numériques transforme des technologies autrefois utiles et fonctionnelles en outils rapidement obsolètes (Ma 2021). De plus, celles-ci conduisent à des effets indésirables tels que l'effet parc ou l'effet rebond (Bihouix 2014). Pour l'Ingénieur en techniques spéciales 1, la durabilité dans le secteur de la construction passe par des concepts tels que les « low Tech » ou le « slow heat », qui remettent en question la résolution générale de la problématique environnementale par le développement de technologies « vertes » toujours plus performantes, en prônant une résilience et la recherche de solutions à plus petite échelle.

Par définition, l'architecture durable varie constamment, celle-ci dépendant de la notion de climat, des ressources régionales, des choix politiques et du niveau économique des habitants variant en fonction des situations géographiques (Pissaloux 2017). Dans la Région de Bruxelles-Capitale, la durabilité dans le secteur de la construction est en évolution constante. Elle était dépeinte au départ par la nécessité d'atteindre des performances énergétiques toujours plus hautes au travers de la réglementation PEB, et tend aujourd'hui à introduire de nouveaux concepts tels que la circularité, comme en témoignent les appels à projets « Be exemplary » et plus récemment « Be circular ». L'une des façons de compléter ce travail serait de quitter le cadre général de la construction durable et d'enquêter plus spécifiquement sur les freins que rencontrent les concepts et les pratiques qui la constituent, tels que la circularité, la résilience, le « slow heat ». C'est sur ces pistes d'amélioration que le travail, riche en apprentissages, se conclut.

6 Bibliographie

- Adam, M. (2017). « Concevoir l'urbain durable. De l'injonction généralisée aux réalisations standardisées, les concepteurs face à la normativité économique et technique. » *Riurba*, n°3, p. 2-14.. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01529040/document>
- Arcadis. (2023). « New horizons. International Construction Costs 2023 ». https://connect.arcadis.com/icc-report-2023?gclid=CjwKCAjw2K6lBhBXEiwA5RjtCaaC8rn8E8AJhvWO3n-Ig1ah4kXXDHNBptDHgLG5NVrUv8aqSaChTBoC-UwQAvD_BwE
- Audenaert, A., De Cleyn, S.-H. & Vankerckhove, B. (2007). « Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses ». *Energy policy*, n°36, p. 47-55. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.09.022>
- Australian Property Institute. (2017). « Definitions ». Australian Property Institute. Consulté le 10 juillet 2023, à l'adresse : <https://www.api.org.au/standards/definitions/>
- Bajenaru-Declerck, V. (2009). « La diffusion du concept de développement durable ». *Géoéconomie*, n°49, p. 77-94. <https://doi.org/10.3917/geoec.049.0077>
- Bardon, P., & Libaert, T. (2012). « Le lobbying ». *Les topos*, Dunod, p. 3-10.
- Bihouix, P. (2014). « L'Age des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable ». *Anthropocène*, p. 36-152.
- Bongartz, J. (2019). « Construction durable au 21ème siècle : mythe ou réalité ? Approche critique : transition, low tech, résilience ». (Mémoire). Université de Liège, p. 19-34. <http://hdl.handle.net/2268.2/6916>
- Bruxelles Environnement. (2008). « Bâtiments exemplaires. Energie & écoconstruction. Appel à projets 2008 ».
- Bruxelles Environnement. (2010). « Envisager une construction passive. Guide pratique pour la construction et la rénovation durable de petits bâtiments ». https://conseils-thermiques.org/contenu/documents/construire_maison_passive.pdf
- Bruxelles Environnement. (2019). « Qu'est-ce qu'un bâtiment exemplaire ? ». Bruxelles Environnement. Consulté le 20 juin 2023, à l'adresse : <https://environnement.brussels/citoyen/lenvironnement-bruxelles/renover-et-construire/quest-ce-quun-batiment-exemplaire>
- Bruxelles Environnement. (2021a). « Climat : état des lieux ». Bruxelles Environnement. Consulté les 15 mai 2023 à l'adresse : <https://environnement.brussels/citoyen/outils-et-donnees/etat-des-lieux-de-lenvironnement/climat-etat-des-lieux>

- Bruxelles Environnement. (2021b). « Certification des PEB individuelles. Région de Bruxelles-Capitale ». https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Rapport_statistique_2021_certificationPEB.pdf
- Bruxelles Environnement. (2022). « Bilan énergétique 2020 de la Région de Bruxelles-Capitale ». <https://environnement.brussels/media/5708/download?inline>
- Bruxelles Environnement. (2023a). « Gaz à effet de serre à Bruxelles, le point sur les émissions et leur évolution ». Bruxelles Environnement. Consulté le 20 juin 2023 à l'adresse : <https://environnement.brussels/citoyen/nos-actions/projets-et-resultats/gaz-effet-de-serre-bruxelles-le-point-sur-les-emissions-et-leur-evolution>
- Bruxelles Environnement. (2023b). « Le résultat du certificat PEB. Habitation individuelle ». https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF_NRJ_ResultatCertificatPEB_FR#:~:text=Cette%20lettre%20d%C3%A9signe%20une%20classe,qu'il%20est%20tr%C3%AAs%20%C3%A9nergivore
- Bruxelles Environnement. (2023c). « Vade-mecum réglementation Travaux PEB ». https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Vademecum_Travaux_PEB_apd_07-2017-V2023-P1a8.pdf
- Bruxelles Environnement. (2023d). « Plan Régional Air Climat Énergie. 3^{ème} lecture – 27 avril 2023 ». https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/PACE_FR.pdf
- Bruxelles Environnement & Cabinet de la ministre bruxelloise de l'Environnement, de l'Énergie et de la Rénovation urbaine. (2012). « Les bâtiments exemplaires se racontent... : (à Bruxelles) ». Éditions Racines, p. 228-229. https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/RACINE_BATEX_FR_BD.pdf
- Bureau fédéral du Plan. (2023). « Taxes environnementales par activité économique 2008-2011 ». https://www.plan.be/uploaded/documents/202304280922250.REP_ETEA2023_12809_F.pdf
- Cambier, C., Galle, W., & De Temmerman, N. (2020). « Research and Development Directions for Design Support Tools for Circular Building ». *Buildings*, n°10(8), p. 2-7. <https://doi.org/10.3390/buildings10080142>
- Carlot, P., Maquet, H., & Bollekens, P. (2015). « Bruxelles : la construction suscite l'intérêt des délégations étrangères ». RTBF. <https://www.rtb.be/article/bruxelles%20la%20construction%20passive%20suscite%20l%20interet%20des%20delegations%20etrangeres-8983568>

- Catsaros, C. (2017). « Construire l'architecture politique contre la norme ». Le Temps. Consulté le 15 juillet 2023 à l'adresse : <https://blogs.letemps.ch/christophe-catsaros/2017/10/25/construire-larchitecture-politique-contre-la-norme/>
- Chiron, F. (2017). « Le réemploi dans la construction. Une perspective pour une architecture soucieuse des enjeux environnementaux ». (Mémoire). ENSA Nantes, p.7-13. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01529722/document>
- Collectif Slowheat. (2021). « Quelques mots sur le projet ». https://www.slowheat.org/_files/ugd/c1433a_c74e466c47ac4d3ca4e97cba33b3e450.pdf
- Commission Européenne. (2007). « Communication de la Commission. Suivi du livre vert "Initiative européenne en matière de transparence" ». <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0127>
- Commission Européenne. (2020). « L'efficacité énergétique des bâtiments ». https://commission.europa.eu/system/files/2020-03/in_focus_energy_efficiency_in_buildings_fr.pdf
- Commission Européenne. (2022). « Rapport annuel sur la tenue du registre de transparence 2022 ». <https://www.europarl.europa.eu/at-your-service/files/transparency-and-ethics/lobby-groups/fr-annual-report-on-the-operations-of-the-transparency-register-2022.pdf>
- Commission for Environmental Cooperation. (2008). « Green building in north America : opportunities and challenges ». <http://www.cec.org/files/documents/publications/2335-green-building-in-north-america-opportunities-and-challenges-en.pdf>
- Conseil de l'Ordre des architectes d'Île-de-France. (2022). « Tribune : Pénurie, inflation, les architectes prennent position ». Ordre des Architectes d'Île-de-France. Consulté le 22 avril 2023, à l'adresse : <https://www.architectes-idf.org/mag/tribune-penurie-inflation-les-architectes-prennent-position>
- Conseil francophone et germanophone de l'Ordre des Architectes. (2022). « La réforme du RRU : de bonnes intentions mais... ». L'Ordre des Architectes. Consulté le 05 juillet 2023 à l'adresse <https://ordredesarchitectes.be/actualites/la-reforme-du-rru-de-bonnes-intentions-mais>
- Conseil francophone et germanophone de l'Ordre des Architectes. (2023). « Enquête publique – projet de Règlement Régional d'Urbanisme ». (Courrier postal). <https://ordredesarchitectes.be/files/documents/20230113-Reclamation-RRU-Ordre-des-Architectes.pdf>

- Daumas, L. (2020). « L'effet-rebond condamne-t-il la transition à l'échec ? ». *Regards croisés sur l'économie*, n°26, p. 189-197. <https://doi.org/10.3917/rce.026.0189>
- Debizet, G., Roudil N., Henry, E., & Tribout, S. (2019). « Les effets du développement durable sur la conception architecturale et urbaine ». *Cahiers RAMAU, Éditions de la Villette*, n°10, p. 112-134. <https://cahiers-ramau.edinum.org/165>
- Debizet, G., & Godier, P. (2015). « Architecture et urbanisme durables. Modèles et savoirs ». *Cahier RAMAU, Éditions de la Villette*, n°7, p. 8-18.
- Deprez, B., Branders, A., Aananaz, A., De Meester, B., Desmet, S., Devroey, D., Di Pietrantonio, M., Leribaux, S., Loumaye, F., Meersseman, B., Moreno-Vacca, S., & Willem, J. (2014). « Architecture passive : Stratégies, expériences et regards croisés en Belgique ». <https://difusion.ulb.ac.be/vufind/Record/ULB-DIPOT:oai:dipot.ulb.ac.be:2013/272768/Holdings>
- Deshayes, P. (2012). « Le secteur du bâtiment face aux enjeux du développement durable : logiques d'innovation et/ou problématiques du changement. » *Innovations*, n°37, p. 219-236. <https://doi.org/10.3917/inno.037.0219>
- Devisme, L. (2007). « Le jeu des "bonnes pratiques" dans les opérations urbaines, entre normes et fabrique locale », *Espaces et Sociétés*, n° 131 (4), p. 15–31. <https://www.cairn.info/revue-espaces-et-societes-2007-4-page-15.htm>
- Dwaikat, L., & Ali, K. (2016). « Green buildings cost premium : A review of empirical evidence ». *Energy and Buildings*, n°110, p. 396-403. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.11.021>
- Écohabitation. (2014). « L'habitation écologique au Québec. Étude de marché ». https://www.ecohabitation.com/media/archives/sites/www.ecohabitation.com/files/nouvelle/etude_de-marche-v19sept_72dpi.pdf
- European Environment Agency. (2021). « Trends and projections in Europe 2021 ». https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2021/at_download/file
- Eurostat. (2021). « Environmental taxes in the EU ». Eurostat. Consulté le 10 juillet 2023, à l'adresse : <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20211214-2>
- Eurostat. (2023). « Energy statistics – an overview ». https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview

- Faucheux, S., & Nicolaï, I. (1998). « Les firmes face au développement durable : changement technologique et gouvernance au sein de la dynamique industrielle ». *Revue d'économie industrielle*, n°83, p. 127-146. https://www.persee.fr/doc/rei_0154-3229_1998_num_83_1_1704
- FGTB Wallonne. (2011). « La fiscalité verte en Belgique ». https://www.ituc-csi.org/IMG/pdf/la_fiscalite_verte_en_Belgique.pdf
- Fugère, M.-H. (2021). « Analyse des freins et des leviers à l'utilisation des matériaux de construction écologiques dans les territoires municipaux du Québec ». (Mémoire). Université de Sherbrooke, p. 29-43. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/18424/fugere_marie-helene_MEnv_2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Garabuau-Moussaoui, I. (2014). « Les occupants de bâtiments tertiaires performants en énergie : entre logique d'usage, salariale et domestique ». *SHS Web of Conferences*, n° 9, p. 3-12. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20140903001>
- Gillingham, K., Rapson, D., & Wagner, G. (2015). « The Rebound Effect and Energy Efficiency Policy ». *Review of Environmental Economics Policy*, n°10(1), p. 68-88. https://resources.environment.yale.edu/gillingham/GillinghamRapsonWagner_Rebound.pdf
- Glachant, M. (2008). « L'effet du Lobbying sur les Instruments de la Politique Environnementale ». *Revue d'économie politique*, Éditions Dalloz, n°118, p. 663-682. <https://doi.org/10.3917/redp.185.0663>
- Grant, A. (2020). « Les lobbys freinent-ils la transition écologique dans l'Union Européenne ? ». (Mémoire). ILERI (Institut Libre des Relations Internationales et de Sciences Politiques). <https://www.ileri.fr/lobbys-frein-transition-ecologique-union-europeenne/>
- Kalck, P., (2016). « Les controverses sur le développement durable dans le domaine du bâtiment. Entre approche holistique et approche réductionniste ». *Notes Emploi Formation*, n°53, p. 28-41. <https://www.cereq.fr/les-controverses-sur-le-developpement-durable-dans-le-domaine-du-batiment-entre-approche-holistique>
- Khoshbakht, M., Gou, Z., & Dupre, K. (2017). « Cost-benefit Prediction of Green Buildings : SWOT Analysis of Research Methods and Recent Applications. » *Procedia Engineering*, n°180, p. 167-178. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.176>
- La Gastine, J. (2012). « Les conséquences des nouvelles normes de construction sur l'immeuble de demain ». *Droit et ville*, n°73(1), p. 41-46. <https://doi.org/10.3917/dv.073.0041>

- Lanoie, P. (2016). « L'efficacité pérenne d'une économie verte : démystifier l'écofiscalité ». *Gestion*, n°41(1), p. 74-76. <https://doi.org/10.3917/riges.411.0074>
- Lazzeri, Y. (2017). « Économie circulaire, entreprises, territoires : freins et leviers ». *Hypothèses*. Consulté le 9 avril 2023, à l'adresse : <https://pddtm.hypotheses.org/325>
- Lipovac, J.-C. (2010). « Développement durable et "bonnes pratiques" ». Dans B. Zuideau (Éd.), *Développement durable et territoire*, p. 479-490. Presses Universitaires Du Septen-Trion.
- Ma, S. (2021). « Technological obsolescence ». NBER Working Paper, n°29504, p. 1-6. <https://www.nber.org/papers/w29504>
- Matthiessen, L., & Morris, P. (2004). « Costing Green : A Comprehensive Cost Database and Budgeting Methodology ». p 18-24. <https://www.usgbc.org/resources/costing-green-comprehensive-cost-database-and-budgeting-methodology>
- Meunier, O., & Mignolet, M. (2004). « Les aides à l'investissement : opportunes ? efficaces ? ». *Reflets et perspectives de la vie économique*, n°43, p. 39-54. <https://doi.org/10.3917/rpve.431.0039>
- Mosconi, L. (2020). « L'écologie dans les écoles à l'heure de la création du Giec et du sommet de Rio ». Dans : A. Debarre (Éd.), *Transmissions*, p. 63-72. École Nationale Supérieure d'Architecture Paris-Malaquais. <https://doi.org/10.3917/acs.debar.2020.01.0063>
- Neuwels, J. (2013). « Construction durable : expertise et contre-expertise d'architectes ». *VertigO*, n°13(2), p. 11-17. <https://id.erudit.org/iderudit/1026432ar>
- Neuwels, J. (2017). « Politique de performance énergétique des logements à Bruxelles : une logique industrielle structurellement inégalitaire ». *Espaces et sociétés*, n°170(3), p. 73-90. <https://doi.org/10.3917/esp.170.0073>
- Passive House Regions with Renewable Energies. (2015). « Final report ». <https://www.passivhaustrust.org.uk/UserFiles/File/Technical%20Papers/PassREg%20final%20report.compressed.pdf>
- Pissaloux, J.-L. (2017). « Dictionnaires Collectivités territoriales et Développement Durable ». *Lavoisier*, p. 48-52.
- Perysinaki, A.-M. (2014). « Évolution du processus de création en architecture face aux impératifs du développement durable ». (Thèse de doctorat). Université de Paris Ouest-Nanterre la Défense. <https://bdr.parisnanterre.fr/theses/internet/2014PA100085/2014PA100085.pdf>

- Pesqueux, Y. (2020). « La résistance au changement ». <https://shs.hal.science/halshs-02876103/document>
- Pinkse, J., & Dommisse, M. (2009). « Overcoming barriers to sustainability : an explanation of residential builders' reluctance to adopt clean technologies ». *Business Strategy and the Environment*, n°18, p. 515-527. <https://doi.org/10.1002/bse.615>
- Raynaud, D. (2004). « Contrainte et liberté dans le travail de conception architecturale ». Dans *Revue française de sociologie*, n°45, p. 339-366. Éditions Ophrys. <https://doi.org/10.3917/rfs.452.0339>
- Rebts, M.-E. (2021). « La part de locataires gagne du terrain ». *Le Soir Immo*. <https://www.lesoir.be/378540/article/2021-06-17/la-part-de-locataires-gagne-du-terrain>
- Rodi, W.N.W., Hwa, T.K., Said, A.S., Mahamood, N.M., Abdullah, M.I, & Abd Rasam, A.R. (2015). « Obsolescence of green office building : A litterature review ». *Procedia Economics and Finance*, n°31, p. 651-660. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01153-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01153-3)
- Rogers, E. (1983). « Diffusion of Innovations. Third Edition ». The Free Press, p. 20-250. <https://teddykw2.files.wordpress.com/2012/07/everett-m-rogers-diffusion-of-innovations.pdf>
- Rogers, E. (1995). « Diffusion of Innovations. Fourth Edition ». The Free Press, p. 10-297
- Rohracher, H. (2005). « User Involvement in Innovation Processes Strategies and Limitations from a Social-Technical Perspective ». *TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, p. 9-31. <https://doi.org/10.14512/tatup.14.2.99>
- Sahin, I. (2006). « Detailed review of Rogers' diffusion of innovations theory and educational technology-related studies based on Rogers' theory ». *The Turkish Online Journal of Educatioal Technology*, n°5, p. 14-23. https://www.researchgate.net/publication/284675572_Detailed_review_of_Rogers'_diffusion_of_innovations_theory_and_educational_technology-related_studies_based_on_Rogers'_theory
- Sainteny, G. (2010). « L'écofiscalité comme outil de politique publique ». *Revue française d'administration publique*, n°134, p. 351-372. <https://doi.org/10.3917/rfap.134.0351>
- Schneider, F. (2003). « L'effet rebond ». *L'Écologiste*, n°4(3), p. 45. http://vizea.fr/actualites/Schneider_l_Ecologiste.pdf
- Scohier, C. (2023). « RRU : le règlement qui dérégule ! ». *Inter-Environnement Bruxelles*. Consulté le 08 juillet 2023, à l'adresse <https://www.ieb.be/RRU-le-reglement-qui-deregule>

- Statbel. (2023). « Prix de l'immobilier – 1^{er} trimestre de 2023 ». Statbel. Consulté le 10 juillet 2023, à l'adresse : <https://statbel.fgov.be/fr/themes/construction-logement/prix-de-limmobilier>
- Tornatzky, L., & Klein, K. (1982). « Innovation Characteristics and Innovation Adoption-Implementation : A Meta-Analysis of Findings ». *IEEE Transaction on Engineering Management*, n°29, p. 28-43. <https://doi.org/10.1109/TEM.1982.6447463>
- Van der Rest, B. (2020). « L'effet rebond, entre idéal technologique et réalités humaines : tableau comparatif d'études ». (Mémoire). Université de Liège, p. 5-8. <http://hdl.handle.net/2268.2/9822>
- Van der Yeught, C. (2020). « Former des entrepreneurs responsables en développement durable ». *Entreprendre & Innover*, n°45, p. 22-32. <https://doi.org/10.3917/entin.045.0022>
- Verne, J. (2008). « Subventions à la production et comportements stratégiques dans une situation de concurrence duopolistique ». *La Revue des Sciences de Gestion*, n°230, p. 45-52. <https://doi.org/10.3917/rsg.230.0045>
- Villot, J., Gondran, N., & Laforest, V. (2015). « Les professionnels du bâtiment face aux enjeux énergétiques, une perspective limitée ». *Vertigo*, n°15(3), p. 2-27. <https://journals.openedition.org/vertigo/16831#quotation>
- Qian, Q., Chan, E., & Khalid, A. (2015). « Challenge in Delivering Green Building Projects : Unearthing the Transaction Costs (TCs) ». *Sustainability*, n°7(4), p. 3615-3636. <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/4/3615>
- Zélem, M.-C. (2018). « Économies d'énergie : le bâtiment confronté à ses occupants ». *Annales des mines – Série responsabilité et environnement*, n°90, p. 26-34. <https://hal.science/hal-01757795>

7 Annexes

Annexe 1 : guide de l'entretien réalisé avec la personne travaillant chez Bruxelles Environnement

Présentation de la personne interrogée

- Depuis quand travaillez-vous au sein de Bruxelles Environnement ?
- Quelle est ou quelles sont vos formations ?
- En quoi consiste votre travail actuel au sein de Bruxelles Environnement ?
- Durant quelle période avez-vous travaillé dans le service en charge des « bâtiments exemplaires » ?
- En quoi consistait votre travail dans ce service ?

Le service « Bâtiments exemplaires » au sein de Bruxelles Environnement

- Combien de personnes travaillaient dans le service en charge des « bâtiments exemplaires » au sein de Bruxelles Environnement ?
- Comment y était organisée la répartition des tâches ?

Les appels à projets et la sélection des lauréats

- Quelles étaient les conditions pour être labellisé « bâtiment exemplaire » lors du premier appel à projet en 2007 ?
- Y a-t-il eu des modifications dans les conditions et le règlement au fil du temps (2008-2009-2011-2012-2013) ?
 - o Si oui, en quoi ?
 - o Si oui, pourquoi ?
- Certaines de ces évolutions ont-elles été adoptées à la suite de difficultés qu'auraient rencontrés les auteurs de projet et/ou maîtres d'ouvrage dans la réalisation des projets labellisés ?
 - o Si oui, quelles étaient ces difficultés et en quoi le règlement a été adapté à cet égard ?
- Comment se déroulait la sélection des projets lauréats ?
 - o Qui décidait ? Uniquement des membres de Bruxelles Environnement ou non ?
- Comment étaient évalués les différents critères énoncés dans les appels à projet ?

Existence et identification des freins potentiels

- Une fois labellisés exemplaires, certains projets n'ont finalement pas été réalisés. Ils ont donc rencontré des freins à leur réalisation. Savez-vous pourquoi ?
- Pensez-vous que certains freins découlent du caractère durable et éco-responsable de ces bâtiments ?
 - Si oui, y'a-t-il un ou plusieurs freins récurrents ?
 - Sont-ils liés à une typologie/un programme/un type de maître d'ouvrage en particulier ?
 - Si non, selon vous, qu'est-ce qui fait en sorte qu'une quantité non négligeable de ces bâtiments labellisés n'aient jamais été réalisés ?
- Les auteurs de projet et/ou maîtres d'ouvrage des projets labellisés pouvaient-ils bénéficier d'une aide de Bruxelles Environnement pour atteindre les objectifs annoncés dans leur candidature aux appels à projets ?
 - Si oui, est-ce qu'ils vous contactaient souvent ?
 - Si oui, à que(s) sujet(s) ?
 - Si oui, certains aspects faisaient-ils plus souvent l'objet de sollicitation que d'autres ? Pourquoi à votre avis
- Est-ce que Bruxelles Environnement veillait à ce que les projets labellisés respectaient bien les objectifs d'exemplarité annoncés ?
 - Si oui, quels critères et comment s'effectuait cette vérification ?
 - Si oui, est-il arrivé que certains projets ne respectaient finalement pas certains objectifs ?
 - Si oui, quels objectifs cela concernait ?
 - Si oui, avez-vous des exemples en mémoire ?
 - Si oui, que se passait-il alors ? Est-il arrivé que certains projets aient perdu leur appellation « exemplaire » ?

Annexe 2 : guide des entretiens réalisés avec les architectes et ingénieurs en techniques spéciales

Présentation de la personne interrogée

- Quelle est votre profession et depuis quand travaillez-vous ?
- Quelles sont vos formations ?
- Dans le cadre du projet X (projet qualifié d'exemplaire auquel a participé la personne interrogée), avez-vous travaillé seul ou en collaboration avec d'autres architectes ? En quoi consistait votre travail en tant qu'architecte par rapport à ce projet ?
- Comment définiriez-vous un bâtiment « exemplaire » ?
- Selon vous, quels sont les enjeux environnementaux les plus importants à prendre en considération lors de la conception d'un bâtiment ?

Si projet(s) exemplaire(s) non réalisé(s)

- Quelles étaient les caractéristiques qui faisaient du projet X, un projet exemplaire ?
- Pourquoi le projet X n'a finalement pas été réalisé ?
- A votre sens, ces causes de la non-réalisation sont-elles liées au caractère écologique du projet ? En tout ou en partie ou pas du tout ?
 - o Sont-elles liées à des questions financières (surcoûts éventuels) ?
 - o Sont-elles liées à une question de savoir-faire constructifs ?
 - o Sont-elles liées à une question de faisabilité technique ?
 - o Sont-elles liées à une incompatibilité avec les réglementations urbanistiques auxquelles étaient soumises le projet ?
- Ces freins sont-ils récurrents lors de la réalisation de vos projets en général ?
 - o Sont-ils liés à une typologie/un programme/un type de maître d'ouvrage en particulier ?

Si projet(s) exemplaire(s) réalisé(s)

- Quelles étaient les caractéristiques qui faisaient du projet X, un projet exemplaire ?
- Malgré sa réalisation, le projet X a-t-il rencontré des difficultés lors de sa conception ou sa réalisation ?
- A votre sens, ces difficultés sont-elles liées au caractère écologique du projet ? En tout ou en partie ou pas du tout ?

- Sont-elles liées à des questions financières (surcoûts éventuels) ?
- Sont-elles liées à une question de savoir-faire constructifs ?
- Sont-elles liées à une question de faisabilité technique ?
- Sont-elles liées à une incompatibilité avec les réglementations urbanistiques auxquelles étaient soumises le projet ?
- Ces freins sont-ils récurrents lors de la réalisation de vos projets en général ?
 - Sont-ils liés à une typologie/un programme/un type de maître d'ouvrage en particulier ?

L'éco-construction en général

- Avant la conception du projet X, aviez-vous réalisé des bâtiments qui avaient les mêmes caractéristiques écologiques ?
 - Si oui : pouvez-vous me donner des précisions sur ces bâtiments ?
- Avez-vous obtenu d'autres bâtiments reconnus comme « exemplaires » ?
 - Si oui et si justifié : avez-vous conçu ce ou ces projets tenant compte des difficultés du projet X ?
 - Si non : Pourquoi ne pas avoir retenté l'expérience ?
- Au-delà de ce bâtiment exemplaire, identifiez-vous des éléments qui rendent complexes voire empêchent la mise en œuvre de bâtiments innovants du point de vue écologique ?
 - Si oui, lequel ou lesquels ?
- Diriez-vous qu'il est plus facile aujourd'hui de concevoir et faire construire des bâtiments éco-responsables qu'à l'époque des premiers bâtiments exemplaires ?
 - En quoi ?
 - Pourquoi ?

Annexe 3 : tableau récapitulatif reprenant la totalité des projets lauréats des appels à projets « Bâtiments exemplaires » et « Be exemplary »