

# Le développement de l'innovation au profit de l'habitat hautement efficace en énergie

## Opportunités et défis liés à l'adoption des maisons passives

dr. civ. eng.-arch. Erwin Mlecnik Université de Delft / Faculté d'Architecture et de l'Environnement bâti

### Résumé

Ces dernières années, nous avons vu une reconnaissance du potentiel significatif qui existe dans la réduction de l'utilisation de l'énergie par le biais de l'innovation dans les logements résidentiels, tout particulièrement les maisons passives. Pour exploiter ce potentiel, nous avons besoin de préciser les défis innovants et d'identifier les opportunités qui peuvent amener à une adoption rapide de concepts énergétiquement hautement efficaces.

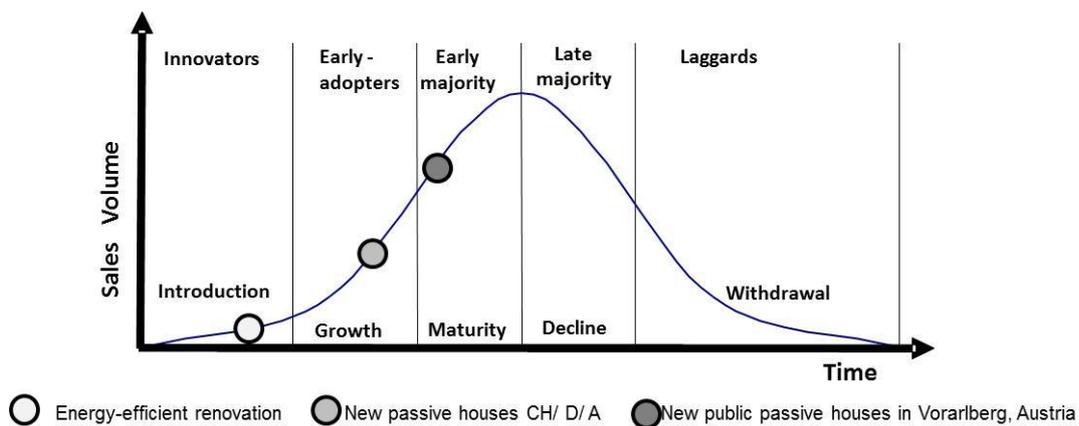
A ce sujet, ce nouveau livre montre par l'exemple, interprète et développe la théorie de l'adoption de l'innovation en évaluant les vues et les expériences en partant de l'offre, de la demande et de la réglementation. Il met en avant les trajectoires réussies ainsi que les obstacles vécus par les entreprises. Il se consacre tout autant aux problèmes qu'aux expériences réussies vu de la perspective de l'utilisateur final et s'attache à envisager différentes approches. Ainsi, la recherche révèle d'importantes potentialités d'adoption de l'innovation dans le secteur du bâtiment. Elle montre de quelle manière la collaboration entre les entreprises joue un rôle majeur ; l'étude recommande aussi la mise en œuvre de schémas d'assurance qualité. Ce livre contribue au débat concernant le rôle que doivent jouer les réglementations gouvernementales et celui des réseaux d'entreprises.

### Introduction

Les discussions sur le changement climatique et la sécurité des approvisionnements énergétiques, les opportunités offertes par une économie plus "verte" ainsi que le développement des réglementations comme la directives "EPBD" ont tous servis à raviver l'intérêt pour l'efficacité énergétique et les innovations correspondantes. Un potentiel significatif de réduction de consommation par l'innovation a été découvert notamment dans le secteur de la construction, qui est connu pour son intensité énergétique, notamment la consommation des bâtiments résidentiels. Pour atteindre les objectifs politiques du changement climatique, on a besoin d'une réduction considérable des rejets de carbone dans les bâtiments résidentiels, notamment en ce qui concerne le chauffage. C'est pour cette raison que cette étude se concentre sur l'innovation et les défis liés à l'adoption de concepts énergétiquement efficaces, tout particulièrement en terme de chauffage, donc des maisons passives.

En plus des différences entre la construction neuve et la rénovation, certains pays (par ex. L'Autriche, L'Allemagne, la Suisse) et certaines régions (par ex. La Flandre, le Vorarlberg) ont été plus rapides que d'autres (par ex. les Pays-Bas) à adopter les concepts énergétiquement hautement efficaces (par ex. les maisons passives), comme cela est illustré Figure 1. Tout comme les Pays-Bas, la Belgique a commencé assez tardivement à adopter le concept maison passive, bien qu'elle ait réussi à développer son marché plus vite que ce n'a été le cas aux Pays-Bas. L'expérience considérable de l'auteur concernant l'introduction des maisons passives en Flandres, a été utilisée pour explorer diverses questions liées à leur adoption et diffusion.

Figure 1. La courbe de cycle de vie du produit, illustration du développement des maisons passives



Le but pratique de cette étude est de développer une définition plus générale des barrières et des opportunités à l'introduction et au développement du marché des concepts d'habitat énergétiquement efficaces (en particulier les maisons passives), de manière à définir des recommandations pour accélérer leur adoption et leur diffusion. La part empirique de l'étude se concentre en premier lieu sur la recherche de recommandations pour le marché de la maison individuelle dans les pays et régions où le développement des concepts énergétiquement efficaces est en retard. Les opportunités d'innovation et les obstacles liés à la promotion des concepts d'habitat énergétiquement efficaces sont analysés, de manière à définir les chemins qui mènent à l'élimination des barrières à leur adoption et leur diffusion. Ceci a été accompli grâce à une analyse empirique des points de vue et des expériences des entreprises (Partie A), des utilisateurs finaux (Partie B) et des réglementations des décideurs politiques (Partie C), de manière à identifier les différents facteurs qui peuvent mener à une augmentation rapide de l'adoption et de la diffusion des concepts innovants (par ex. les maisons passives).

D'un point de vue théorique, l'analyse se concentre d'abord sur l'adoption de l'innovation. Théorie développée par Rogers (E.M. Rogers, Diffusion of Innovations, Free Press, NY, 5th edition, 2003). En tant que telle, l'étude propose une compréhension détaillée ainsi qu'une conceptualisation des divers thèmes qui peuvent conduire à une amélioration de la théorie de l'innovation, en mettant en œuvre les buts pratiques et le marché réel, les utilisateurs finaux et les expériences politiques comme en laboratoire. La perspective théorique traditionnelle de l'entreprise ou du consommateur en tant qu' « adoptant » de l'innovation est élargie pour y inclure les groupes d'entreprises et les décideurs politiques. Un autre défi théorique consiste à considérer la théorie de l'innovation au-delà du niveau des technologies individuelles vers le niveau du concept. L'étude défie la théorie de Rogers de la diffusion de l'innovation en prenant en compte de manière plus explicite les expériences développées dans d'autres champs théoriques (par ex. la théorie de l'innovation dans la construction, la théorie du réseau d'entreprise et la recherche sur le comportement environnemental).

### Approche de recherche

Pour structurer la recherche en liaison avec les théories appliquées et les préoccupations clés, concernant le développement du marché, la question principale a été divisée en trois questions essentielles:

Quels défis et opportunités sont liés à l'adoption de concepts énergétiquement hautement efficaces, tout particulièrement les maisons passives (question principale), comme observé par les fournisseurs (Partie A), par la demande (Partie B) et par le régulateur (Partie C)?

Différents sujets liés à l'innovation technologique, à l'innovation des entreprises et à celle des politiques publiques ont été étudiées à l'intérieur du contexte des sous-questions spécifiques, et des voies ont été suggérées pour l'intégration des concepts d'habitat énergétiquement hautement efficaces en tant qu'innovations en analysant les facteurs technologiques, sociétaux et réglementaires qui peuvent stimuler ou handicaper la diffusion de l'innovation.

En analysant les projets exemplaires d'habitat individuel, la première partie de l'étude identifie les innovations que les entreprises associent avec les maisons passives et les rénovations énergétiquement hautement efficaces. La théorie de l'innovation est alors développée plus loin dans le cadre de l'examen du processus d'innovation-adoption d'un fournisseur, de manière à explorer les opportunités d'innovation systémique. La voie de la collaboration entre les entreprises est alors explorée plus avant pour un marché émergent (rénovations énergétiquement hautement efficaces). En outre, les opportunités et les barrières liées à la transition d'un marché innovant vers une adoption précoce est examiné, en utilisant les expériences du réseau d'entreprise maison passive.

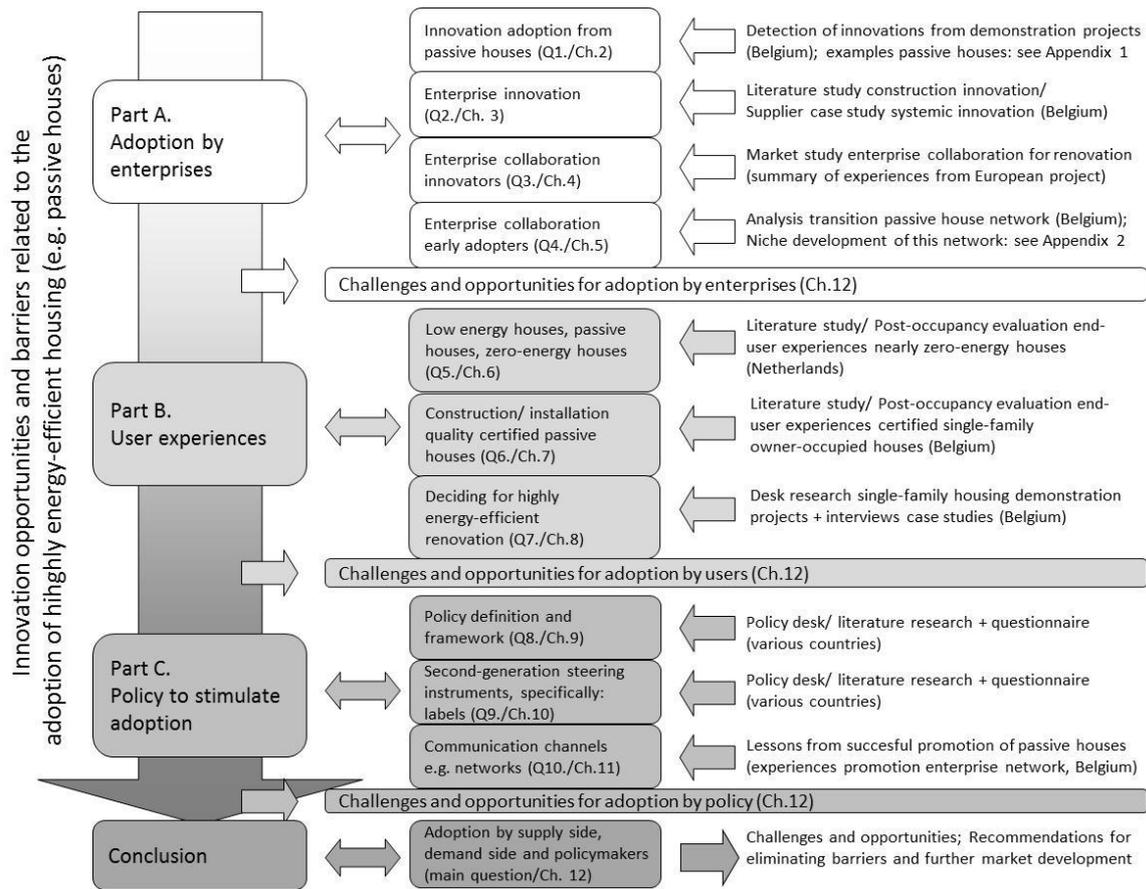
La seconde partie de l'étude concerne le point de vue de la demande. La première étude de cette partie examine l'adoption de l'innovation par le biais des expériences des utilisateurs finaux, basé sur une évaluation post-occupation de diverses catégories de « maisons à énergie quasi nulle » récemment construites aux Pays-Bas. Pour vérifier le besoin d'une assurance qualité et pour améliorer la certification maison passive, l'étude qui suit s'appuie sur les expériences des utilisateurs finaux avec des maisons passives certifiées. Pour aider le marché émergent de la rénovation énergétiquement hautement efficace, les processus de décision des occupants-propriétaires concernant l'adoption de l'innovation dans la rénovation énergétiquement hautement efficace sont examinés plus avant.

La troisième partie de l'étude vise plus spécifiquement à tirer des enseignements des politiques européennes et les initiatives politiques qui peuvent stimuler l'adoption de concepts énergétiquement hautement efficaces. La première étude dans cette partie-ci est basée sur l'examen des définitions des « bâtiments énergie quasi nulle » qui sont présentés dans les marchés et les politiques des états membres de l'Europe. L'étude qui suit insiste tout particulièrement sur l'adoption de labels dans les politiques des gouvernements. En outre, les opportunités pour augmenter l'adoption de l'innovation à travers les canaux de communication sont explorées; là encore, on a pris exemple sur les activités du réseau d'entreprise maison passive déjà cité.

Différentes méthodes de recherches sont utilisées pour explorer les sujets mentionnés ci-dessus. En plus de l'étude de la bibliographie sur le sujet, on a repris des données des projets résidentiels exemplaires belges et hollandais de manière à identifier les innovations et les expériences des utilisateurs finaux dans des maisons passives, des maisons à énergie quasi nulle et des rénovations énergétiquement hautement efficaces. Les données empiriques sont obtenues grâce à des questionnaires adressés aux entreprises, aux utilisateurs finaux ainsi qu'aux décideurs politiques, complétés par des recherches sur les bases de données et sur le web, ainsi que par des interviews avec les parties prenantes des projets de démonstration (c.à.d les utilisateurs finaux, les architectes et les entreprises). Des leçons sont aussi tirées des expériences de terrain de l'auteur, des conseils pour l'innovation auprès des entreprises, de l'établissement d'un réseau maison passive et du développement du marché maisons passives en Flandres.

L'approche générale de la recherche est illustré Figure 2.

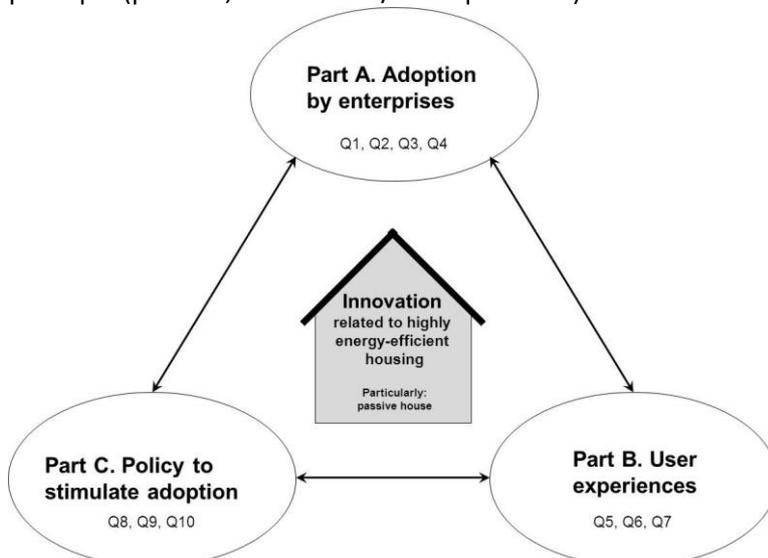
Figure 2. Les trois composants principaux de l'approche de recherche; les sujets principaux traités dans chacune des dix études ; la contribution à la recherche utilisée dans chaque chapitre et la production pour la recherche obtenu de chaque partie



## Défis et opportunités pour l'adoption de concepts d'habitat énergétiquement hautement efficaces

Cette recherche a identifié des défis et des opportunités très importants pour l'innovation et l'adoption de concepts d'habitat énergétiquement hautement efficaces, tout particulièrement les maisons passives, comme observé du côté de l'offre (Partie A), de la demande (Partie B) et de la partie politique (Partie C), voir Figure 3.

Figure 3. La recherche définit « l'innovation » et étudie son adoption par les entreprises (Partie A, quatre études/sous-questions), les utilisateurs finaux (Partie B, trois études/sous-questions) et la politique (partie C, trois études/sous-questions)



L'étude a développé de nombreuses réponses à la question centrale en étudiant les sujets de nombreux points de vue différents. Lorsque l'on se penche sur la question principale du point de vue de la chaîne d'approvisionnement, la conclusion essentielle est que l'entreprise collaborante joue un rôle clé dans l'adoption du 'concept' d'innovation (par ex. maisons passives). Dans la perspective du client final, on pourrait conclure que les problèmes et les expériences positives des utilisateurs finaux devraient être utilisés pour guider de futures innovations. Depuis la perspective des politiques, on pourrait conclure que l'augmentation de la diffusion d'un habitat énergétiquement hautement efficace (tout particulièrement les maisons passives) nécessite une participation active de la part des décideurs politiques en charge de l'adoption de l'innovation.

*La collaboration inter-entreprise joue un rôle clé dans l'adoption des concepts innovants.*

L'examen des expériences des entreprises avec l'innovations dans les projets de démonstration révèle que l'approche de diffusion d'un « concept » architectural intégré – comme celle expérimentée pendant la promotion des maisons passives – peut stimuler les entreprises à adopter une multitude de technologies innovantes (peut-être dans des « clusters »), de services et de systèmes autant que des innovations architecturales. L'un des avantages du concept de maison passive est qu'il peut être facilement traduit en principes généralement reconnus, que les entreprises peuvent relier à des exigences spécifiques.

Les résultats de l'étude indiquent que, pour le secteur de la construction, les fournisseurs peuvent être des contributeurs importants pour l'adoption de l'innovation. La recherche empirique contient une enquête sur la démarche de référence pour l'adoption des techniques maisons passives par un fournisseur, mettant ainsi en lumière le potentiel pour l'innovation systémique incluant différentes parties prenantes, qui apportent les compétences nécessaires, les expertises et les ressources. « Conduit » par l'approche conceptuelle maison passive, et avec l'aide d'un « agent d'innovation », le fournisseur s'est retrouvé à mettre sur pied une démarche d'innovation structurée à risque partagé vers une innovation modulaire comme véhicule pour incorporer de l'innovation systémique et architecturale. Ceci est un contraste fort par rapport à la génération habituelle de connaissance dans une collaboration lâche entre les acteurs qui a été retrouvée dans les projets de démonstration, ce qui résulte généralement dans une innovation incrémentielle qui a lieu pendant des phases spécifiques des projets.

La fragmentation liée aux projets, caractérisés par des petites et moyennes entreprises (PME), chacune réalisant une partie du projet supposé intégré, a été considéré comme posant une barrière importante au développement des maisons passives, particulièrement pour le marché de la rénovation. Pour dépasser cet obstacle, il est essentiel de développer et de cultiver un réseau autour du « concept » d'innovation proposé. Etant donné la spécificité du secteur de la construction et de celle du « concept » d'innovation pour atteindre un niveau élevé de performance énergétique, il serait sensé de cultiver et de développer des agents d'innovation comme intermédiaires entre les fournisseurs et d'autres participants de la chaîne de la construction.

L'un des défis tout particulier consiste à augmenter le flux d'information technique, de savoir-faire et de capacité à manager les projets des pionniers vers les acteurs moins expérimentés, la plupart d'entre eux étant des petites et moyennes entreprises (PME), qui forment un groupe cible important pour l'introduction sur le marché d'une innovation « conceptuelle » dans le domaine de la construction. Par exemple, dans le cas du développement du marché flamand des maisons passives individuelles, des petites entreprises ont joué un rôle crucial en pratiquant des innovations radicales au niveau régional, alors que des entreprises plus importantes ont été plus lentes à adopter les innovations par le biais d'innovations incrémentales, étant donné les incitations financières et de réseau qui ont été mises en place et qui visaient un large marché. Les résultats mettent en avant la nécessité de caractériser, de cultiver et de développer une collaboration inter-entreprise à diverses phases d'innovation et de transition entre phases. La collaboration inter-entreprise a été identifiée comme cruciale pour le développement d'une innovation « conceptuelle » autant dans la phase

d'introduction sur le marché que dans la phase d'adoption précoce. De telles collaborations peuvent être facilitées par des réseaux d'entreprises, dans lesquels différents types d'acteurs (par ex. architectes, installateurs, entrepreneurs et consultants, ainsi que clients et institutions) peuvent échanger et collaborer.

En fort contraste avec le marché du neuf, le marché de la rénovation maison passive a encore beaucoup à faire pour développer des structures collaboratives. Un groupe d'acteurs expérimentés pour la réalisation de rénovations énergétiquement hautement efficaces doit encore être défini, des instruments d'assurance qualité doivent être adaptés à la rénovation, et des schémas de subvention sont aussi nécessaires. Une opportunité importante se situe dans la découverte de structures « à l'épreuve du marché » pour la collaboration et la communication, de manière à réduire les charges des propriétaires, tout particulièrement les charges financières et celles de la gestion du projet.

*Les besoins et les expériences des utilisateurs finaux devraient être utilisés pour guider les innovations futures.*

D'un côté les entreprises ont besoin d'être innovantes. D'un autre côté, elles ont plus de chance de trouver un marché en répondant aux demandes des clients avec leurs technologies, systèmes, services et architecture existants. Les résultats de l'évaluation post-occupation dans cette recherche montrent que les résidents potentiels ont diverses raisons de choisir des logements « à énergie quasi nulle », dans la mesure où les coûts de l'énergie associée à un logement sont devenus un argument important. Les exigences de la maison passive permettent aux clients de négocier une cible bien précise avec les réalisateurs. Néanmoins, une étude sur les expériences des utilisateurs finaux aux Pays-Bas a révélé que le choix d'une maison basse consommation, passive ou à énergie quasi nulle n'était pas très évident pour le client. D'un autre côté, les utilisateurs finaux qui habitaient dans des maisons énergétiquement très efficaces étaient très satisfaits de leurs logements, indiquant un haut niveau de confort. Ces résultats peuvent être utilisés comme arguments supplémentaires pour la promotion de tels logements. Une zone potentielle d'amélioration consiste à promouvoir des concepts de rénovation innovants vis-à-vis des propriétaires-occupants. Les facteurs qui motivent les propriétaires-occupants à adopter des concepts de rénovation énergétiquement hautement efficaces comprennent – en plus des améliorations structurelles et de l'augmentation de surface – la promesse d'un confort amélioré, d'un plus grand respect de l'environnement et des conditions hygiéniques améliorées.

Les résultats de cette recherche indiquent que la demande souffre largement d'un manque de connaissance concernant les concepts innovants disponibles. En réponse à cela, on peut recommander des stratégies sociales (par ex. en établissant des réseaux d'échanges pour les propriétaires-occupants, alimentant ces réseaux de l'expérience de propriétaires-occupants expérimentés, d'architectes et d'entreprises). De manière à augmenter la diffusion, il faut s'attacher à améliorer les avantages et la visibilité des acteurs concernés. L'attractivité des concepts énergétiquement hautement efficaces, tout particulièrement pour les rénovations, pourraient encore être améliorés en fournissant des réseaux de référence, des outils adaptés et des incitations économiques significatives autant pour les clients que pour les réalisateurs.

L'une des barrières à l'adoption des maisons à énergie quasi nulle est liée à la perception que ces bâtiments offrent une qualité d'air insuffisante et/ou de confort pendant l'été, et cela indépendamment de la catégorie énergétique. Les déficiences de conception (par ex. le manque d'ombrage ou de bypass sur la ventilation) ou les déficiences techniques des systèmes de ventilation ou de chauffage peuvent être liés à des expériences négatives. En outre, la simplicité et la convivialité des systèmes de contrôle ont été identifiées comme étant de la plus grande importance. Ces expériences suggèrent des opportunités d'innovation architecturales et techniques.

Le processus d'innovation est aussi nécessaire en ce qui concerne l'assurance qualité pendant les phases de conception et de réalisation, pour s'assurer de l'atteinte des objectifs des maisons à énergie quasi-nulle. Une évaluation après entrée dans les lieux des maisons passives certifiées en Flandres montre que les exigences actuelles de la certification maisons passives (au moins celle

pratiquée en Flandres) ne conduit pas toujours à des appréciations positives des températures intérieures, de l'humidité intérieure et/ou des niveaux sonores. Il y a de la place pour améliorer les exigences en ce qui concerne la demande de rafraîchissement, la conception et l'installation de systèmes gérant le climat intérieur, ainsi que pour celles concernant la convivialité et l'information sur la technique du bâtiment (particulièrement les systèmes de ventilation). Ces recommandations peuvent être discutées lors du développement de subventions qui visent à améliorer la qualité générale de la technique du bâtiment, en y indiquant les adaptations aux règlements et codes de la construction. Une conception soignée, une réalisation précise, incluant la protection contre le bruit, un contrôle suffisant de l'humidité de l'air et des stratégies d'élimination des odeurs sont les points d'attention critique pour améliorer l'habitat dans toutes les catégories.

De manière à éviter les expériences négatives des utilisateurs finaux, il est fortement recommandé que les habitants reçoivent des informations dépassant celles données dans la courte introduction standardisée de la maison. A minima, celle-ci devrait contenir les manuels d'utilisation, bien qu'elle devrait idéalement contenir des informations supplémentaires concernant les systèmes avancés qu'on peut rencontrer dans le logement. Particulièrement pour les utilisateurs qui ne sont pas impliqués dans le processus de construction (par ex. les utilisateurs finaux des locations), il est conseillé qu'ils aient à disposition des informations techniques orientées utilisateur et/ou des formations par des personnes qualifiées et/ou expérimentées.

*Augmenter la diffusion d'un habitat énergétiquement hautement efficace, particulièrement les maisons passives, nécessite un rôle actif de la part des gouvernements notamment en ce qui concerne l'adoption de l'innovation.*

Pour la future mise en oeuvre des politiques nationales de l'énergie en Belgique et aux Pays-Bas, les recherches ont montré que le terme de 'maison passive' est un terme important et utile, qui offre une visibilité sur le marché et un certain niveau d'acceptation politique. Un défi important pour éviter la confusion sur le marché est de s'assurer que les définitions soient formulées de manière précise et soient utilisées de manière conséquente à tous les niveaux politiques (par ex. national et régional) et qu'elles soient compatibles avec la refonte de l'European Energy Performance of Buildings Directive (EPBD). A l'intérieur de ce cadre, les gouvernements, les décideurs politiques qui sont responsables du développement des politiques énergétiques pourraient définir et encourager de meilleures performances pour les concepts énergétiquement hautement efficaces (par ex. en utilisant les outils financiers et les systèmes de contrôle associés).

Les états européens pourraient tirer bénéfice de l'intégration des labels disponibles dans leur implémentation de l'Energy Performance of Buildings Directive. Les labels pour les maisons passives ont déjà été introduits comme une option dans de nombreux pays européens, de manière à donner plus d'influence aux utilisateurs et d'encourager la différenciation sur le marché des entreprises. La diffusion des labels a bénéficié de l'aide des gouvernements, des banques, des entreprises ou d'une combinaison de ces entités. Il est recommandé de combiner les labels existants avancés (par ex. « maison passive ») avec les schémas de certification énergétique de l'EPBD, bien que la manière dont cela doit être fait peut être différente d'un pays à un autre. Les autorités nationales, régionales et municipales peuvent continuer à faciliter l'adoption des labels par ex. en augmentant leur visibilité à l'occasion d'activité de transfert de savoir-faire et en reconnaissant leur expertise en tant que fournisseur de label. En plus, des programmes de formation pour des groupes cibles particuliers sont nécessaires pour aider l'acceptation des procédures d'assurance qualité.

En général, il est essentiel d'encourager un haut niveau d'implication et de collaboration entre les entreprises ainsi que l'assurance qualité pour les concepts à énergie quasi nulle. Pour atteindre ce but, on a besoin d'un large champ de communication potentiellement interliée, avec une haute intensité d'échanges. Cette communication se doit d'être neutre, positive et en pair-à-pair, s'intéressant à divers clients et segments d'activité. La disponibilité et l'attractivité des approches conceptuelles de l'habitat énergétiquement hautement efficace doit être augmentée, tout particulièrement pendant la phase d'introduction sur le marché. Les acteurs neutres (par ex. les

réseaux « maison passive ») peuvent contribuer à développer les stratégies de communication et les infrastructures du marché.

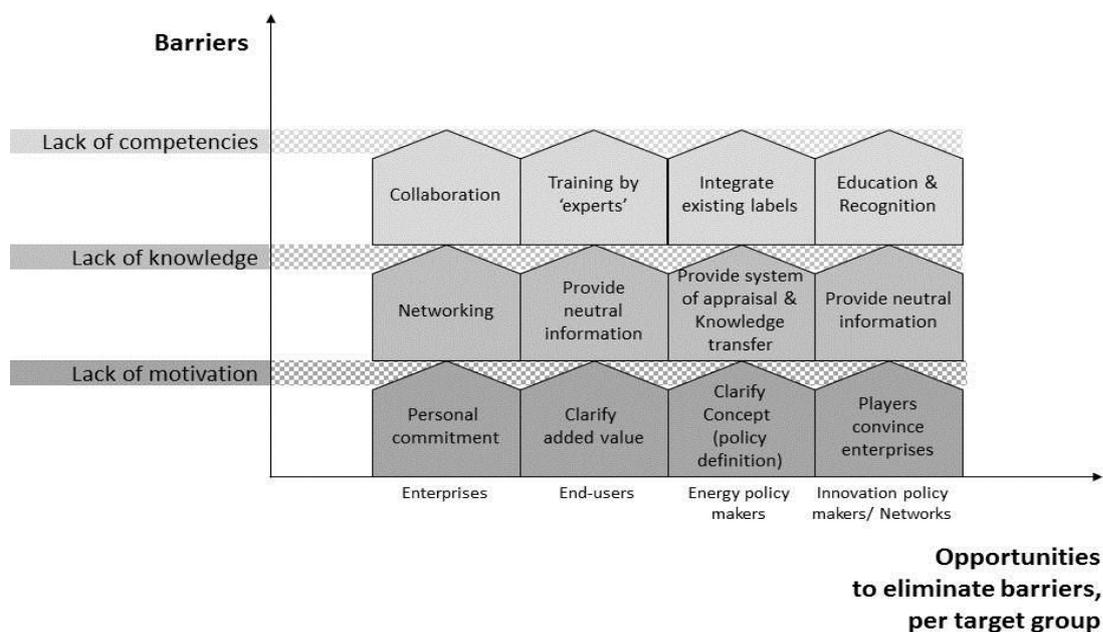
Ce qui est très important c'est que les clients et les entreprises soient guidées par des informations adéquates à chaque étape de leurs processus de prise de décision de l'innovation. La confiance du client doit être améliorée, et les compromis doivent être facilités en « cultivant » la motivation, en augmentant la disponibilité, en mettant en avant l'attractivité et en garantissant la qualité. Pour induire un comportement respectueux de l'environnement, les politiques de communication devraient se concentrer davantage sur la présentation d'exemples (c'est-à-dire l'utilisation efficace des expériences des projets exemplaires), ainsi que sur l'encouragement, l'aide aux clients et aux entreprises. En plus de cibler le développement de la demande client, la communication devrait être spécifiquement dirigée vers l'assimilation de l'innovation par les entreprises. Un ensemble d'activités de communication cohérentes peut-être défini pour réaliser la diffusion de l'innovation en se concentrant sur les changements de comportement et en créant des synergies pour produire des réalisations identifiables comme de vraies innovations. Des compétences et des ressources spéciales sont nécessaires pour guider les entreprises dans leur démarche d'innovation.

### **Recommandations pour les développements futurs du marché**

Pour accélérer la transformation du marché de l'énergie et de l'habitat de manière significative, nous devrions nous occuper simultanément de tous les obstacles à la diffusion de l'innovation et à ceux du développement du pré-marché. On peut supposer que la collaboration entre toutes les catégories d'« adoptants » dans l'élimination des barrières pourrait résulter en un développement réussi du marché de l'habitat énergétiquement hautement efficace.

Différentes catégories d'« adoptants » importants ont été définies sur la Figure D.3: les entreprises (particulièrement des groupes de PME et des fournisseurs), des utilisateurs finaux (noter l'importance des propriétaires et des occupants) et les décideurs politiques (particulièrement pour le développement de politiques énergétiques et d'innovation). A travers les différentes études, trois barrières importantes et récurrentes pour le développement du marché de l'habitat énergétiquement hautement efficace ont émergé. Ces trois barrières peuvent être grossièrement résumées par un 'manque de motivation', 'manque de connaissance' et 'manque de compétences'. La Figure 4 intègre les résultats de diverses études concernant l'élimination de ces obstacles et présente les objectifs clés recommandés pour les acteurs comme une feuille de route pour la transition au-delà des projets de démonstration vers un large marché pour l'habitat énergétiquement hautement efficace.

Figure 4. Approche intégrée pour éliminer les barrières à l'adoption d'un habitat énergétiquement hautement efficace



Les différentes études illustrent que l'adoption de l'innovation par les entreprises de l'habitat énergétiquement hautement efficace n'est pas un processus indépendant dans lequel les entreprises font la promotion et les utilisateurs finaux adoptent les technologies proposées. Au contraire, cette recherche montre sa préférence pour une approche "concept" de la diffusion de l'innovation, en plus d'établir diverses liaisons entre les recommandations des fournisseurs, de la demande et du développement des politiques. En général, l'utilisation continue de stratégies collaborantes doit être hautement recommandée. Comme cela a été indiqué dans les résultats de cette étude, les réseaux d'échange de savoir pair-à-pair pour les propriétaires-occupants, les architectes et les contractants ou les réseaux d'entreprise peuvent être des acteurs de confiance qui peuvent proposer une information neutre, des opportunités de réseau ainsi qu'un système d'évaluation. Les réseaux et les décideurs devraient donc travailler ensemble maintenant pour développer un plan directeur intégré, en se concentrant sur le développement futur de systèmes d'assurance qualité et de collaboration d'entreprises ayant pour but l'innovation systémique. A la fois les réseaux et les décideurs politiques devraient sérieusement réfléchir à leur stratégies de communication et répondre de manière adéquate aux demandes des entreprises pour les différentes phases d'innovation, ainsi qu'aux demandes des utilisateurs finaux qui émergent de différents segments de marché.

Cette réflexion croisée génère deux recommandations principales pour augmenter l'adoption et la diffusion des concepts d'habitat énergétiquement hautement efficaces. Ces recommandations sont directement basées sur celles contenues dans l'étude.

*Les « faiseurs d'innovation » et les décideurs des politiques énergétiques devraient aider les agents du changement.*

- La politique de l'énergie et celle de l'innovation devrait être intégrée pour le secteur de la construction.
- La collaboration inter-entreprise et les réseaux d'entreprises doivent être stimulés.
- Des agents rémunérés d'innovation devraient guider les PME et les fournisseurs engagés.
- Des agents rémunérés du changement devraient guider les « adoptants » à chaque étape de leur processus de décision-innovation.

- Dans certains cas, ces agents du changement pourraient aussi combiner leurs activités de communication avec une position en entreprise comme agent d'innovation.

*Les schémas d'assurance qualité pour l'habitat énergétiquement hautement efficace doivent être mis en place ou révisés.*

- Les avantages qui ne sont pas liés à l'énergie devraient être utilisés pour persuader les « adoptants » potentiels.
- La qualité des projets de démonstration doit être assurée.
- Un groupement d'acteurs expérimentés doit être développé.
- Les utilisateurs finaux devraient pouvoir facilement recevoir des informations détaillées.
- Le confort intérieur et les performances énergétiques doivent être garantis.
- Un système d'évaluation de l'habitat à énergie quasi nulle doit être défini, en utilisant les labels maison passive ou des expériences similaires.
- Un programme d'éducation devrait être développé, particulièrement pour les rénovations énergétiquement hautement efficaces.

Ces recommandations devraient être mises en oeuvre de manière à éliminer les barrières à l'innovation et pour stimuler les opportunités d'innovation. En retour, ceci pourrait accélérer l'adoption de l'habitat énergétiquement hautement efficace et la réussite des objectifs des politiques énergétiques.

### **Remarques finales**

La littérature scientifique consacrée aux obstacles liés à l'adoption et aux opportunités qui peuvent mener à l'adoption définitive de l'innovation énergétiquement hautement efficace dans les entreprises de construction est relativement rare, tout comme sont les études sur les raisons qu'ont les entreprises et les utilisateurs pour décider d'adopter et d'expérimenter les solutions conceptuelles (par ex. les maisons passives). Ces barrières et ces opportunités sont explorées dans les différentes études incluses dans cette recherche. En liaison avec une approche "conceptuelle", les études ont identifié l'émergence de nombreuses innovations, d'opportunités pour éliminer les entraves qui gênent l'innovation-fournisseur, les opportunités et les freins de la collaboration inter-entreprise dans la phase de développement de l'innovation, ainsi que dans la phase de développement de pré-marché.

Une idée théorique importante développée dans cette étude est que de nombreux chercheurs de l'innovation ont souvent tendance à se concentrer sur l'adoption des technologies individuelles, en n'accordant que peu d'attention aux approches conceptuelles ou à l'innovation systémique. Comme indiqué par les résultats de cette étude, l'adoption de concepts innovants de manière à atteindre des objectifs d'économie d'énergie a plus de chance de conduire à l'adoption d'une multitude d'innovations (y compris des innovations en rupture) impliquant de la technologie, des systèmes, des services et de l'architecture, en plus de générer une collaboration systémique nécessaire à l'adoption et à la diffusion de l'innovation. En outre, les processus de transition d'une phase de développement de marché à l'autre (par ex. de l'innovation à l'adoption précoce) ne sont pas bien compris par la littérature sur la diffusion de l'innovation. Cette étude contribue à l'exploration de ce manque de connaissance.

Alors que la théorie de l'innovation de Rogers s'est montrée utile pour étudier l'habitat énergétiquement hautement efficace (particulièrement en ce qui concerne la structuration des processus d'innovation-décision), cette recherche a identifié le besoin de développer un modèle de communication qui regarde au-delà de la chaîne d'approvisionnement et qui intègre les vues des acteurs de la demande et celles des décideurs politiques. Le cadre de Rogers n'était pas idéal pour répondre à toutes les questions de recherche liées à la diffusion de l'innovation. En particulier, l'étude identifie le besoin d'un cadre théorique additionnel pour les questions concernant le

développement de l'innovation systémique et des réseaux d'entreprise. Le cadre théorique de 'management de niche stratégique' se rapproche plus des facteurs de succès spécifique dans l'adoption de l'innovation (par ex. formation et apprentissage, tout comme la composition et la formation des réseaux), mais uniquement dans une phase d'introduction sur le marché. L'étude démontre la pertinence d'intégrer les modèles de changement des comportements environnementaux. Les études qui s'intéressent aux perspectives de la « demande » indiquent en outre que l'évaluation après occupation en utilisant des questionnaires peut apporter d'importantes contributions pour discuter l'élimination des obstacles à l'adoption et à la communication. En plus, la littérature du marketing faisant référence à une 'génération de modèle d'affaires' (business model generation) s'avère plus efficace pour développer des approches collaboratives pour connecter les segments de marché, la valeur client et la fourniture de l'innovation.

En général, cette étude présente les cadres théoriques de l'innovation systémique, de l'innovation dans la construction, le management des niches stratégiques, le comportement environnemental, la recherche en marketing et les recherches politiques qui peuvent être utiles, en plus de la théorie sur la diffusion de l'innovation de Rogers, pour explorer les barrières et les opportunités liées à l'adoption de l'innovation. D'un autre côté, les études révèlent aussi différentes limitations au cadre théorique appliqué. Etant donné l'attention limitée que la théorie de Rogers accorde aux composants sociaux, il pourrait être utile de considérer l'utilisation d'autres cadres théoriques comme point de départ de recherches futures. A l'avenir, il pourrait être intéressant de connecter des champs théoriques aujourd'hui séparés. Une approche théorique intégrée manque toujours, et un effort important de recherche est toujours nécessaire pour connecter divers champs théoriques individualisés.

Alors que les innovations technologiques et les projets de démonstration peuvent être bien documentés, la composante sociale de l'innovation, l'approche conceptuelle et l'innovation systémique continuent à avoir besoin d'un apport de recherche supplémentaire. Des recherches supplémentaires sur les différences entre l'introduction sur le marché de l'innovation, sur la pré-adoption par le marché et l'adoption tardive est aussi nécessaire. La rénovation des maisons unifamiliales à un niveau élevé d'efficacité énergétique est toujours en phase d'introduction sur le marché. Dans ce domaine, une recherche supplémentaire est nécessaire pour recommander des stratégies d'adoption.

La recherche conduite dans le cadre de cette étude était limitée, et d'autres chercheurs sont mis au défi d'enrichir les idées pratiques et la compréhension de la théorie. Néanmoins, les conclusions et recommandations pourraient être reliées à une notion plus générale de 'concept' d'innovation, et les expériences nationales qui ont été utilisées pour discuter de possibles implications élargies, particulièrement pour définir des stratégies générales pourraient contribuer au développement d'un marché pour l'habitat énergétiquement hautement efficace. Elles pourraient également contribuer à la définition des stratégies d'innovation-adoption pour les secteurs de la construction qui sont dominés par les PME. En particulier, les observations concernant le besoin d'une assurance qualité ciblent aussi un problème plus général : celui de la non-qualité dans la conception et la réalisation des constructions.

## **Référence**

Mlecnik, E., 2013, Innovation development for highly energy-efficient housing : opportunities and challenges related to the adoption of passive houses. Sustainable Urban Areas, Vol. 45, Amsterdam: IOS Press, ISBN: 978-1-61499-235-6.