

DIAGNOSTIC DE LA MAISON PAVILLONNAIRE QUÉBÉCOISE DURABLE :
ENTREVUES AUPRÈS D'ARCHITECTES ET DE PROFESSIONNELS DU MILIEU

Par
Vanessa Poirier, M.Arch.

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement en vue de
l'obtention du grade de maître en environnement (M.Env.)

Sous la direction de Monsieur François Cantin

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Janvier 2013

SOMMAIRE

Mots clés : architecte, résidence unifamiliale, pavillonnaire, entrevues, certification environnementale, diagnostic, portrait de la situation, principes bioclimatiques, industrie de la construction, règlementation

L'essai propose un diagnostic de la maison pavillonnaire québécoise dans la voie du développement durable, l'objectif étant de cerner les opportunités, obstacles et défis auxquels font face les intervenants au cours de la conception et de la construction d'un tel projet. Pour ce faire, l'essai propose dans un premier temps, un bref retour sociohistorique portant sur maison québécoise ainsi qu'une revue des principales normes et certifications environnementales appuyée d'études de cas. L'essai dresse ensuite le portrait de considérations connexes contribuant aux qualités durables de la maison dans l'optique d'alimenter une série d'entrevues semi-dirigées auprès de professionnels issus du milieu de l'architecture (principalement des architectes spécialisés dans la commande résidentielle). L'essai propose finalement la mise en commun et l'analyse sensible des différents points de vue collectés pour ultimement proposer une définition de la maison unifamiliale durable au Québec.

L'essai s'inscrit dans le sillage de l'entrée en vigueur du *Règlement modifiant le Code de construction pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments (partie 11)*, une nouvelle règlementation rehaussant les exigences minimales en matière d'efficacité énergétique applicable aux petites constructions résidentielles pavant, d'une certaine manière, la voie vers une habitation plus durable. Les variables liées au climat, à l'énergie, au marché et à la main d'œuvre variant grandement selon le contexte, cet essai se concentre sur le contexte québécois où la typologie de la maison unifamiliale isolée est à la fois la plus répandue et la moins efficace d'un point de vue environnemental.

Au final, l'essai constate que la nouvelle règlementation est jugée inadéquate par la majorité des professionnels rencontrés et que ces derniers considèrent que les programmes d'évaluation, bien que généralement peu appliqués, exercent une influence positive sur l'amélioration des pratiques et la disponibilité des produits. Le désir des clients à se doter d'une résidence individuelle cossue correspondant à l'image de la maison de rêve, contradictoire avec les fondements du développement durable, constitue, selon les architectes, un obstacle majeur à contourner. Malgré la volonté généralisée de vouloir améliorer les choses, les changements peu rapides au sein la vaste industrie de la construction sont justifiés par la multitude d'entreprises travaillant en silos, la composant tandis que le faible coût de l'énergie décourage l'implémentation de certains systèmes d'efficacité énergétique. Au-delà de la résidence, une contribution avec les instances responsables de l'urbanisme, de la règlementation et des prêts aux particuliers sont autant de pistes pour une amélioration durable de la maison québécoise.

REMERCIEMENTS

Dernière ligne droite de ces études universitaires, cet essai se veut également en être l'aboutissement. Combinant étroitement architecture et environnement, il est le témoignage de la conjugaison possible de ces deux disciplines.

Dans un premier temps, je tiens à remercier Denise et André du groupe Habitats et Cultures de l'École d'architecture de l'Université Laval pour leur compréhension et leur patience.

Merci également aux collègues et amis que je ne peux omettre : Matthieu, Émilie, Pierre, Carine, Juan, Jacinthe et Mathieu à la fois pour leur présence, leur soutien moral ainsi que pour les essentiels divertissements. Une mention également à Vincent Boulianne pour son appui logistique, intellectuel et affectif.

Merci à mon directeur, François Cantin pour ses conseils et sa grande flexibilité et surtout merci aux 12 professionnels qui m'ont généreusement donné de leur temps afin de me faire part des acquis de leur expérience professionnelle et sans qui cet essai n'aurait pu être aussi riche.

Et finalement, à mon père pour tout, mais particulièrement pour cette phrase que j'entends depuis tant d'années et qui, quelque part, a peut-être guidé cet essai :

« Au Québec, on est trop pauvres pour bâtir cheap. » - René-Claude Poirier

Merci René, ce travail t'est dédié.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	1
1 Méthodologie.....	4
2 Mise en contexte	7
2.1 Bref historique de la maison québécoise	7
2.1.1 Émergence du concept de développement durable.....	8
2.2 Contexte social.....	9
2.2.1 Résidence unifamiliale et aspiration populaire.....	11
2.2.2 Bilan environnemental.....	11
2.2.3 Bâtiment durable	11
2.2.4 Approche bioclimatique	12
2.2.5 Cycle de vie	12
3 Certifications environnementales/outils d'évaluation	14
3.1 Novoclimat.....	14
3.2 R-2000.....	16
3.3 LEED pour les habitations.....	17
3.3.1 Étude de cas : Résidence LEED Or à St-Colomban.....	19
3.3.2 Étude de cas : Résidence LEED Platine Caron-Descôteaux.....	20
3.4 <i>Passive House</i>	20
3.4.1 Étude de cas : Maison Passive House de Montebello	23
3.5 Équilibre/énergie nette zéro.....	24
3.5.1 Étude de cas : Résidence Équilibre ÉcoTerra.....	26
3.6 Bâti-Flex	27
3.6.1 Étude de cas : Résidence Bâti-Flex du Boisé Marie-Victorin à Saint-Nicolas	28
3.7 Discussion sur les certifications	28
4 Éléments complémentaires pour une habitation durable.....	32
4.1 Implantation et aménagement.....	32
4.2 Pérennité par la question stylistique.....	33
4.3 Abordabilité – pour une maison durable accessible.....	34
4.3.1 Compacité et efficacité de la forme	34
4.4 Adaptabilité, flexibilité et expansibilité en réponse au mode de vie d'aujourd'hui	35
4.4.1 Potentiel de la construction modulaire et préfabrication	36
4.5 Tirer profit d'un climat rude et changeant.....	36
4.5.1 Mouvements du soleil.....	37
4.5.2 Forme : utilisation de pièces annexes/espaces tampons.....	37
4.5.3 Masse thermique	39
4.5.4 Décisions préliminaires et outils	39
4.6 Philosophie de conception	40
4.7 Le bon matériau à la bonne place	40

4.7.1	Enveloppe en tant que système	41
4.7.2	Matériaux d'apparat.....	41
4.7.3	Enveloppe et risques reliés	42
4.7.4	Éviter de jeter l'argent par les fenêtres.....	44
4.7.5	Choix des matériaux.....	45
4.7.6	Utilisation de matériaux de seconde vie.....	46
4.7.7	Cycle de vie et période occupationnelle.....	47
4.8	Perspective du client/occupant.....	48
4.8.1	Confort et perspective de l'occupant.....	48
4.9	Systèmes mécaniques	50
4.9.1	Importance de la ventilation	51
4.9.2	Systèmes actifs de production d'énergie renouvelable sur le site	51
4.10	Étude de cas : Rebut Global, Baie St-Paul	52
5	Diagnostic de la maison durable	60
5.1	Réactions en lien avec l'introduction de la nouvelle réglementation.....	60
5.2	La place et l'impact des certifications au sein de la pratique	62
5.2.1	Accès à l'information	63
5.2.2	Atteinte du sceau « certifié »	64
5.2.3	Impact sur le travail de l'architecte	64
5.2.4	Impact positif actuel.....	65
5.2.5	LEED sans le savoir	66
5.2.6	Pour la suite des certifications.....	66
5.3	Développement du marché et disponibilité des matériaux et systèmes	67
5.3.1	Les manufacturiers.....	67
5.3.2	Impact sur l'ensemble du cycle de vie.....	68
5.3.3	Choix des matériaux de parement	68
	Accès aux bons matériaux	69
5.4	Risques liés à l'utilisation de nouveaux matériaux.....	69
5.4.1	Matériaux de seconde vie	70
5.5	Opération des systèmes de contrôle de l'environnement	70
5.6	Possibilité de génération d'énergie renouvelable sur le site	71
5.7	Résistance au changement.....	71
5.7.1	Entrepreneurs/constructeurs	72
5.8	Culture constructive et vision d'avenir : avenue de la préfabrication	73
5.9	Gestion intégrée : gage de qualité	74
5.10	Client et impact du mode de vie	74
5.10.1	Image en place : le voisin gonflable	75
5.10.2	Savoir parler au client.....	76
5.11	Perception des projets « verts » et innovation stylistique	77

5.11.1	Nouvelle image et publicité	78
5.12	Position des architectes face à la question stylistique	79
5.12.1	Identité climatique et matériaux locaux	79
5.12.2	Intemporalité	79
5.13	Intégration des connaissances par le concepteur	80
5.13.1	Hierarchie des priorités de conception	81
5.13.2	Définition d'une maison durable par les professionnels	81
5.14	Longévité par une habitation capable d'évolution	82
5.15	Coût abordable : stratégies visant à rationaliser les coûts	84
5.15.1	Réduire la superficie construite et rationaliser le programme	84
5.15.2	Simplification formelle et matérielle	84
5.15.3	Respect des contraintes constructives	85
5.16	Stratégies incontournables en contexte québécois	85
5.17	Lenteur des changements dans le domaine de la construction résidentielle	86
5.17.1	Multitude de petites entreprises dans une grosse industrie	86
5.17.2	Donner du temps au temps	87
5.17.3	Priorités collectives	87
5.17.4	Règlementation	87
5.18	Part de l'architecte au sein du marché de la construction résidentielle unifamiliale	88
5.19	Coût de l'énergie et choix de société	89
5.20	Enjeux collectifs et résidence unifamiliale	90
5.21	Définition d'une maison durable au Québec	90
5.21.1	De manière concrète	91
5.21.2	Synergie des professionnels	91
5.21.3	Compréhension du client	92
5.21.4	Pour y arriver	92
6	Discussion et limites de l'essai	93
6.1	Pertinence sociale, entrevues et répondants	93
6.2	Pistes de réflexion	94
6.3	Rétrospective	95
	Conclusion	97
	Références	100
	Annexe 1 : Questionnaire d'entrevue	110

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 2.1 : augmentation du prix médian d'une maison unifamiliale neuve au Québec de 2007 à 2012 _____	9
Figure 2.2 : Tranches d'âge de la population québécoise entre 1972 et 2052 (prédictions) _____	10
Figure 2.3 : Les trois sphères du développement durable _____	10
Figure 2.4 : Évaluation des impacts environnementaux sur les entrants et sortants _____	13
Figure 3.1 : Détail de l'isolation d'un mur extérieur Novoclimat avec isolant en natte, revêtement intermédiaire de carton fibre par l'extérieur et carton fibre laminé d'un pare-vapeur d'aluminium à l'intérieur _____	16
Figure 3.2 : Proportion des différentes catégories de pointage du programme LEED pour les habitations _____	18
Figure 3.3 : Barrières à L'adoption d'une résidence à énergie nette zéro _____	25
Figure 4.1 : Incidence de la configuration sur le périmètre et efficacité de la forme _____	34
Figure 4.2 : Les quatre grands principes du chauffage solaire passif _____	38
Figure 4.3 : Classification des pièces annexes en fonction de l'énergie et de leur utilisation _____	38
Figure 4.4 : Efficacité d'une décision et son impact sur la vie d'un bâtiment _____	39
Figure 4.5 : Diagramme bioclimatique schématique _____	49
Figure 4.6 : Approche des trois tiers _____	51
Figure 5.1 : Connaissance des initiatives et programmes par les professionnels rencontrés _____	62
Figure 5.2 : Application des stratégies passives et actives de base par les professionnels rencontrés _____	81
Tableau 4.1 : Classification sommaire des initiatives, programmes de certifications et d'une résidence dite durable, en 100 critères _____	54
Tableau 5.1 : Nombre de projets de résidences unifamiliales conçus par les professionnels rencontrés _____	60

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

ACV	Analyse du cycle de vie
AEE	Agence de l'efficacité énergétique du Québec
APCHQ	Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.</i>
BEIE	Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques
BOMA BEST	<i>Building Owners and Managers Association Building Environmental Standards</i>
BREEAM	Building Research Establishment's Environmental Assessment Method
CAH	Changement d'air à l'heure
CanPHI	<i>Canadian Passive House Institute</i>
CBDCa	Conseil du bâtiment durable du Canada
CEHQ	Centre d'expertise en habitation du Québec
CEPHEUS	<i>Cost Efficient Passive Houses as European Standards</i>
CLT	<i>Cross Laminated Timber</i>
CNB	Code national du bâtiment
CNRC	Conseil national de recherche du Canada
COV	Composés organiques volatils
CRD	Construction, rénovation, démolition
CVC	Chauffage, ventilation, climatisation
DEL	Diode électroluminescente
EPA	<i>US Environmental Protection Agency</i>
FEIQ	Fédération des chambres immobilières du Québec
FSC	<i>Forestry Stewardship Council</i>
GES	Gaz à effet de serre
HQE	Haute Qualité Environnementale
iisBE	<i>International Initiative for a Sustainable Built Environment</i>
KWH	Kilowatt-heure
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
OAQ	Ordre des architectes du Québec
OSB	<i>Oriented Strand Board</i>
PHPP	<i>Passive House Planning Package</i>
PSE	Polystyrène expansé
QAI	Qualité de l'air intérieur

RNCan	Ressources naturelles Canada
SCHL	Société canadienne d'habitation et de logement
SHGC	<i>Solar Heat Gain Coefficient</i>
SHQ	Société d'habitation du Québec
USGBC	US Green Building Council
VRC	Ventilateur récupérateur de chaleur

INTRODUCTION

À l'origine, les résidences construites en terre québécoise étaient fortement inspirées des constructions du pays natal des premiers arrivants. Par l'expérience du lieu, la maison s'est graduellement transformée en réponse au climat du pays d'accueil. Au fil du temps, une régression de la considération de cet enjeu important a lieu, coïncidant principalement avec les avancées technologiques touchant le secteur de la construction résidentielle : industrie de la porte et fenêtre, systèmes mécaniques de CVC (chauffage, ventilation, climatisation) et par la transformation du secteur de la construction résidentielle en véritable industrie. Dorénavant, la maison québécoise est souvent traitée indépendamment de son contexte et reflète une société où domine l'ambition individuelle d'une résidence personnelle cossue décorée au goût du jour.

Depuis le rapport Brundtland (Kordjamshidi, 2011), l'éveil des consciences pour les questions d'ordre environnemental propulse celles-ci à l'avant-plan. Un peu partout, de nouvelles normes, outils ou certifications émergent et suggèrent une voie à suivre afin de diminuer l'impact environnemental de la race humaine à divers niveaux. L'impact du milieu bâti est non-négligeable (Commission de coopération environnementale, 2008). De celui-ci, la part consacrée aux besoins qu'a l'homme de se loger est également des plus considérables. Les systèmes d'évaluation consacrés aux résidences focalisent principalement leur attention sur l'objectif d'une réduction de la consommation énergétique et sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre associés. Ils visent principalement et selon différents degrés, une meilleure conservation de l'énergie et une conception énergétiquement efficace.

Bien que dans une perspective d'urbanisme durable, la typologie de la maison unifamiliale isolée ne soit pas à préconiser, il s'agit d'une part du type d'habitat le plus répandu en contexte québécois (White, 2005) et d'autre part celui dont résulte le plus grand impact environnemental. Pour ces raisons, l'essai s'intéresse à cette typologie d'habitation et au questionnement qui lui est sous-jacent : quelles stratégies architecturales (ou mécaniques) permettent de concevoir un projet résidentiel pérenne, économiquement viable, à faible empreinte écologique et qui, davantage qu'un simple élément construit, fonctionnerait en symbiose avec son environnement naturel? Quelles stratégies sont les plus probantes ou les plus appliquées en contexte québécois? Outre le respect des critères liés à l'efficacité énergétique, comment atteindre une véritable durabilité de la maison unifamiliale québécoise?

Ce questionnement s'inscrit dans la suite logique de la récente adoption du *Règlement modifiant le code de construction pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments (partie 11)*, dont les exigences étaient d'ailleurs les mêmes depuis 1983 (Fauteux, 2011). Il touche l'ensemble des petites constructions résidentielles de trois étages et moins et d'une superficie au sol inférieure à 600 m² et ce, qu'elles soient construites par un entrepreneur ou en autoconstruction. Le

rehaussement des exigences minimales rend les considérations environnementales et d'économie d'énergie des plus actuelles chez les architectes Québécois et pave la voie vers une conception de résidences plus responsables et plus durables (*Décret 858-2012, 1er août 2012, 2012/APCHQ, 2012*). L'essai profite de ce contexte favorable pour questionner les professionnels et architectes rencontrés sur les conséquences entrevues et sur l'effet d'entraînement possible créé par cette nouvelle réglementation.

En plus de minimiser son impact environnemental, l'habitation dite durable doit aussi prouver sa résilience au niveau social, son adaptation climatique, être financièrement accessible et favoriser le bien-être de ses occupants par les principes de l'architecture bioclimatique. Ces éléments forment une base préliminaire sur laquelle cet essai se développera. L'objectif général de cet essai est donc d'établir un diagnostic de la maison unifamiliale québécoise et d'ainsi contribuer à l'avancement du concept de maison québécoise durable. Concrètement, l'essai cherche à recenser les stratégies et défis offrant le meilleur rapport effort/effet liés à un projet de résidence unifamiliale dans le contexte québécois. Il vise également à identifier les obstacles et opportunités de la pratique par le biais d'entrevues menées auprès de professionnels oeuvrant dans le domaine résidentiel au Québec. Finalement, l'essai vise à formuler une définition de la maison durable québécoise prenant en compte les pistes de solutions innovantes, durables et financièrement viables mises en application par professionnels de la construction résidentielle au Québec.

Les premiers chapitres de l'essai puisent leurs sources d'information à travers des écrits récents (autant que possible de moins de 5 ans) et diversifiés dans leur provenance (livres, thèses, articles scientifiques, sites internet gouvernementaux, articles de journaux et de périodiques, etc.) et reflétant la réalité québécoise (au niveau social, climatique et des ressources constructives disponibles). Les sources écrites et les auteurs locaux étant relativement peu nombreux, la consultation de professionnels du milieu a été la source d'information à jour principale ayant permis de répondre à l'objectif fixé. L'essai mise donc sur l'avis d'une série de professionnels rencontrés (principalement des architectes), dont l'ensemble sont reconnus dans le milieu de l'architecture résidentielle au Québec et possèdent une expertise pertinente en lien avec le sujet à l'étude.

À la suite d'une mise en contexte sociohistorique de la maison québécoise et de son rapport avec les préoccupations liées au développement durable, l'essai effectue une revue des différentes normes et certifications environnementales disponibles au Québec appuyées d'études de cas et d'un tableau comparatif des critères qui leur sont associés. Il dresse ensuite un portrait théorique de considérations connexes et pertinentes dans la voie d'une résidence québécoise durable, le tout dans l'optique d'alimenter le questionnaire encadrant une série d'entrevues avec des professionnels du milieu de l'architecture ayant une expérience pertinente de la commande résidentielle québécoise. Il fait ensuite l'analyse des différents points de vue collectés à la suite des

entrevues semi-dirigées pour finalement définir le concept d'habitation durable. En dernier lieu, une brève discussion annonce les limites de l'essai et les pistes de réflexion relevées.

Puisque le climat, le prix de l'énergie, le coût initial des matériaux de construction offerts sur le marché ainsi que le coût et le savoir-faire de la main d'œuvre diffèrent grandement d'un endroit à l'autre, cet essai se concentre sur le contexte particulier du Québec. L'essai étant axé vers la conception architecturale, il se concentre donc strictement sur le bâtiment en tant qu'élément construit, et ce, sur l'ensemble de son cycle de vie. Pour des raisons d'envergure, l'essai fait abstraction de considérations telles que l'aménagement, autant du point de vue des communautés que du site proprement dit, le choix des systèmes de conditionnement et les biens meubles, bien que ces derniers contribuent à la consommation énergétique globale d'une habitation.

1 MÉTHODOLOGIE

L'essai vise un diagnostic de la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable, principalement par l'entremise de rencontres avec les professionnels du milieu. Les diverses sources consultées ont été restreintes aux auteurs et publications canadiennes et québécoises quasi exclusivement. À la suite d'une brève mise en contexte sociohistorique, un portrait des principales normes et certifications environnementales utilisées au Québec et touchant la construction résidentielle unifamiliale neuve a été effectué et illustré par des études de cas. De cette manière, les critères des programmes ou initiatives Novoclimat, R-2000, LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) pour les habitations, *Passive House*, EQUilibrium/énergie nette zéro et Bâti-Flex ont été comparés. Pour des raisons de temps, les initiatives européennes telles que BREEAM (*Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*) et Démarche HQE (Haute Qualité environnementale), les programmes et initiatives québécois moins connus ou ne s'adressant pas directement aux constructions résidentielles (*Energy Star*, *Green Globes*, *Living Building Challenge*, *SBTool*, etc.) et les normes visant les projets de rénovations (BOMA BESt, etc.), ont été exclues.

Une revue de la littérature portant sur les éléments connexes aux programmes et certifications contribuant à la qualité de la maison durable vise à alimenter davantage le questionnaire et les entrevues qui ont suivi. Pour une question d'envergure du présent essai et tel qu'évoqué en introduction, elle touche aux aspects directement liés à la conception d'une résidence plus durable et à l'efficacité de l'enveloppe (domaine de l'architecte) et ne s'attarde que succinctement aux sujets de : l'optimisation de la mécanique du bâtiment, la description détaillée de technologies actives de production d'énergie sur le site, les questions liées au choix du site d'implantation et à la contribution à un urbanisme plus durable et tout ce qui a trait à la gestion responsable de l'eau que ce soit à l'échelle du site ou davantage au niveau du choix des systèmes internes de distribution de la ressource. Bien que l'ensemble de ces considérations soit de grande importance, elles s'éloignent du domaine d'expertise de l'architecte et conséquemment, auraient difficilement trouvé écho lors des entrevues semi-dirigées menées auprès des architectes et professionnels.

Ainsi, le présent essai n'a pas l'ambition d'effectuer une revue des stratégies environnementales ou bioclimatiques connues et applicables en climat québécois. Plusieurs ouvrages de référence fiables s'attaquent d'ores et déjà à cette tâche. Il s'est plutôt concentré à établir un portrait de la situation actuelle en matière de construction résidentielle contemporaine et durable au Québec, l'objectif étant de cerner les opportunités, obstacles et défis inhérents à l'élaboration d'un tel projet. La rencontre de professionnels (majoritairement architectes) du milieu a constitué une source d'information privilégiée dans l'optique d'établir ce portrait. Bien que l'idée du sondage ait été considérée, elle n'a pas été retenue dans le cas de la présente démarche qui privilégie plutôt le contact direct avec l'interlocuteur par le biais d'entrevues semi-dirigées d'une durée fixée à une

heure. L'entrevue permet un riche échange entre chercheurs et participants où le partage des savoirs de chacun vise une compréhension plus approfondie et nuancée du sujet étudié (Gauthier, 2003). Dans ce cas, le processus d'entretien est vu comme « une interaction verbale entre des personnes qui s'engagent volontairement dans pareille relation afin de partager un savoir d'expertise, et ce, pour mieux dégager conjointement une compréhension d'un phénomène d'intérêt pour les personnes en présence (Gauthier, 2003, p.295). » Il vise à la fois réflexion et prise de conscience pour chacun des partis concernés. Cela implique un intérêt de la part de chacun des participants dans le sujet de la recherche (Gauthier, 2003).

Afin d'en limiter l'envergure et d'obtenir un échantillon intéressant, dans le cadre de cet essai, seuls les professionnels ayant une pratique touchant l'architecture de type résidentielle ont été consultés. Ce choix s'est arrêté par l'expérience du domaine par l'auteure et par la définition même du champ d'expertise de l'architecte soit un professionnel ayant un lien avec chaque acteur et corps de métier touché par le projet de construction (Gagnon, 2012). Les entrevues (enregistrées), ont ainsi été réalisées avec des professionnels en architecture, dont la pratique touche au milieu de l'architecture résidentielle au Québec, intéressés à la démarche et ayant une pratique la plus diversifiée possible. Elles ont permis de valider la pertinence réelle des points relevés dans les premiers chapitres. L'échantillon a préalablement été fixé à entre 10 et 15 acteurs, comme le suggère Kvale dans l'ouvrage de Gauthier (2003) et aurait pu être ajusté au cours de la démarche en fonction de la saturation théorique où l'ajout de nouvelles données n'augmente plus la valeur de la démarche. 25 professionnels du domaine de l'architecture ont été contactés du 16 novembre au 10 décembre 2012. Le taux de réponse a été considéré comme bon puisque 17 d'entre eux ont répondu positivement. Cependant, certains professionnels n'ont pu libérer une plage horaire avant la fin de la période d'entrevues. Les rencontres des 12 professionnels disponibles ont quant à elles eu lieu du 25 novembre au 21 décembre 2012. Des efforts ont été faits pour assurer un échantillon représentatif de la pratique actuelle, diversifiant l'emplacement géographique, l'expérience du professionnel, la taille des firmes ainsi que les spécialisations affichées. Les entrevues ont donc permis la collecte d'un grand nombre de points de vue selon des expertises diverses. Les intervenants rencontrés sont :

- Yvon Boulianne, architecte, Boulianne Charpentier Architectes, St-Hyacinthe
- Mathieu Choinière, architecte, Jubinville et associés, Sherbrooke
- Christian Collignon, architecte, Habitat Vivant, Stoneham
- Paul Faucher, architecte, Espace Vital, Sherbrooke
- Rune Kongshaug, architecte, Produktif studio de design, Montréal
- Jean-François Lepage, b.sc.arch. et biologiste, Cimaïse-FBA, Montréal
- Rob Miners, architecte, studio MMA, Montréal
- Ashraf Mohamed-Ahmed, architecte, Fugère architectes, Québec
- Pierre Thibault, architecte, Atelier Pierre Thibault, Québec
- Anne Vallières, architecte, Anne Vallières Architecte, Québec
- Bruno Verge, architecte, TERGOS, Québec
- Jacques White, architecte, professeur ÉAUL, Québec

Généralement, l'entrevue semi-dirigée est guidée par un schéma d'entrevue prédéterminé structurant la rencontre selon les thèmes et sous-thèmes identifiés dans la recherche et exprimés sous forme de questions (Gauthier, 2003). Alors que ce schéma d'entrevue doit être vu comme un aide-mémoire flexible assurant que chaque thématique a été touchée, il se mute plutôt en questionnaire dans le cadre du présent essai (Gauthier, 2003). Conservant autant que possible le côté naturel de l'entrevue semi-dirigée, le nombre important de questions soulevées par la partie théorique de l'essai et le besoin de limiter au maximum les besoins de retranscription ont nécessité quelques ajustements. Un questionnaire avec choix de réponse a été développé dans l'optique de faciliter la prise de note rapide par l'auteure. Il reprend les thèmes et sous-thèmes transposables en questions orales soulevés dans la partie théorique de l'essai. Celui-ci se retrouve à l'annexe 1.

Il est compris que l'expérience de la personne interviewée est éminemment plus vaste que l'information ayant pu être amassée au cours d'une courte heure d'entrevue. Conséquemment, les données recueillies sont fonction des propos formulés en un moment précis, influencés par le contexte temporel et social immédiat de la personne (Gauthier, 2003). Le chapitre « Diagnostic de la maison québécoise durable » portant sur les opinions relevées en entrevues, est structuré en fonction des grands thèmes identifiés à la suite du travail de recension. Les résultats des entrevues menées ont permis de tirer des conclusions combinant théorie et pratique et sont donc véritablement adaptés à la réalité de la construction résidentielle contemporaine québécoise. L'analyse des divers points de vue collectés a permis un réel diagnostic de l'avancement du concept de la maison durable au Québec et se termine par une définition de cette dernière élaborée en fonction des éléments relevés en entrevue.

2 MISE EN CONTEXTE

Cette mise en contexte vise à situer le lecteur par rapport à la problématique actuelle à travers l'évolution du concept de la maison québécoise, un portrait actuel des ménages du Québec incluant leurs moyens et aspirations et finalement, par l'introduction du concept de bâtiment durable.

2.1 Bref historique de la maison québécoise

Tel que le mentionne Jacques White (2005) dans sa publication intitulée *La pièce annexe réinventée*, les toutes premières résidences construites au Québec étaient inspirées de modèles ayant fait leurs preuves dans le contexte géographique d'origine de leurs bâtisseurs. Au fil du temps, s'est développée une série d'adaptations formelles et matérielles visant l'impératif de s'adapter aux rudes conditions climatiques du pays d'accueil. Ainsi, l'organisation spatiale a muté en fonction des besoins en chauffage et du foyer qui se déplace graduellement au centre de l'espace. Rapidement, le besoin de se dégager du sol, d'isoler les murs extérieurs du froid hivernal et de doubler portes et fenêtres émerge. Les constructions deviennent de plus en plus légères passant de la maçonnerie, à la construction en bois pièce sur pièce, jusqu'à une ossature poutre poteau aux murs creux, plus facile à élever du sol et permettant l'ajout d'isolant (Deffontaines, 1967). L'ajout de pièces annexes spécialisées (tambour, galerie, véranda, porche, vestibule, cuisine d'été, etc.) était coutumier dans l'architecture traditionnelle. D'une qualité de construction et d'une matérialité souvent subordonnées au cœur de l'habitation et accommodant des fonctions diverses au rythme des saisons, elles servent de tampon thermique aux conditions climatiques extrêmes pour le corps de logis principal (White, 2005). Tel que l'indique Rosenbaum et White (2010) : « Tightly massed, simple shapes were the norm in cold climates until the advent of cheap non-renewable energy. » La maison québécoise est donc passée par toute une série d'étapes pour arriver à cette souplesse extrême indispensable à une bonne adaptation à un climat caractérisé de saisons aussi dissemblables que marquées. C'est dire qu'au milieu du XIXe siècle, le Québec avait développé sa maison typiquement québécoise employant ressources locales et principes d'orientation solaire (Drouin, 2012).

Dans les années 1950-1960, l'influence de l'impressionnant développement économique de nos voisins du sud a poussé l'introduction en masse du bungalow de banlieue, modèle importé de la Californie et inadapté au climat, où les espaces sont typiquement distribués de façon horizontale. Afin de s'adapter à des terrains plus étroits, aujourd'hui, il fait place à une distribution verticale où les pièces de nuit sont habituellement superposées à celles de jour (White, 2005/Drouin, 2012).

Les développements dans l'industrie de la porte et fenêtre ont rendu obsolètes les tambours et autres annexes dont la fonction première était de limiter les fuites d'air vers l'extérieur (White, 2005). Au fur et à mesure que se développent les autres technologies du bâtiment (services mécaniques, isolation supérieure et étanchéité, etc.), les pièces annexes traditionnelles se font plus

rare tandis que d'autres gagnent en popularité. L'entrée frontale, la terrasse et le garage deviennent ainsi des éléments prépondérants. Quant à elle, la cave se transforme en un sous-sol qui devient un espace d'importance pour la vie familiale et s'ajoute au programme de la maison (White, 2005). Certaines pièces spécialisées s'ajoutent également : bibliothèque, salle de musique, cinéma maison, etc. Elles font en sorte que les maisons augmentent en superficie, bien que les membres du ménage soient de moins en moins nombreux (White, 2005).

Le mieux-être économique de la population en général et la récente indépendance vis-à-vis le climat, troquée par une dépendance aux systèmes mécaniques de chauffage et de refroidissement entraîne cette augmentation de la superficie construite des résidences, à laquelle correspond une augmentation de la consommation énergétique et le développement d'un style répondant strictement à des considérations esthétiques. Les modèles de constructions neuves sont de plus en plus sélectionnés à l'intérieur de banques de plans préétablis dont les différentes composantes ont l'objectif de répondre stylistiquement à la demande populaire. Promoteurs et constructeurs visent la construction de résidences répondant aux exigences de leur marché avec une attention particulière à l'image projetée depuis la rue pendant que les architectes, pour la plupart désintéressés de la commande unifamiliale, se concentrent sur d'autres types de projets (White, 2005/White, 2008). White exprime ainsi sa vision de la maison québécoise contemporaine :

« Nos maisons, dont l'espace est banalisé et l'expression outrageusement stylisée aux yeux d'un Européen, réalisées de surcroît avec des produits de substitution peu crédibles (briques de béton, tôles et plastiques divers), leur paraissent comme des décors de théâtre de mauvais goût. D'un point de vue technologique, elles sont pourtant d'une grande efficacité et hautement sophistiquées. Leur coût demeure très bas, leur rendement énergétique est exemplaire à plusieurs égards (si l'on fait notamment abstraction du peu de considération pour les stratégies solaires passives) et leur rapidité de réalisation est exceptionnellement courte. La main d'œuvre pour les réaliser est qualifiée et relativement bon marché, se conformant à des habitudes partagées, normées et normalisées [...]. » (White, 2008, p.8)

Toutefois, des travaux comme celui de Lavergne (2009) montrent la pertinence actuelle de l'espace annexe par son potentiel solaire passif et par le contact prolongé et privilégié avec l'environnement naturel qu'il offre en toute saison. Certains architectes contemporains se penchent également sur cette question, privilégiant une approche sensible au climat et gouvernée par la proximité avec l'environnement extérieur.

2.1.1 Émergence du concept de développement durable

À la suite de la crise pétrolière de la fin des années 1970 et du constat de l'augmentation du niveau de gaz à effet de serre (GES) atmosphérique, l'efficacité énergétique et l'énergie solaire passive sont rapidement devenues des priorités (White, 2005/Kordjamshidi, 2011). Au niveau mondial, l'importance de ces considérations est ravivée en 1987 par le rapport Brundtland intitulé « *Notre avenir à tous* » qui émet que « le développement durable vise à répondre aux besoins du présent

sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs » et démontre que la croissance économique mondiale, au rythme actuel, n'est pas écologiquement viable. Le rapport entrevoit les changements climatiques potentiels comme une menace au développement durable et recommande des mesures urgentes pour améliorer l'efficacité énergétique (Commission mondiale sur l'environnement et le développement, 1987/Kordjamshidi, 2011). Aux Nations Unies, l'inquiétude par rapport au niveau de gaz à effet de serre atmosphérique résulte en l'adoption du protocole de Kyoto, signé en 1997 et ratifié en 2010 par 168 pays et vise à réduire d'au minimum 5 % par rapport au niveau de 1990, le niveau d'émissions de gaz à effet de serre pour la période de 2008 à 2012 (Kordjamshidi, 2011). Les questions environnementales et le concept de développement durable prennent ainsi une part de plus en plus grande dans les préoccupations populaires. De nouvelles normes et programmes incitatifs sont apparus et encouragent les constructions dites « écologiques ». Bien qu'un intérêt de plus en plus grand se dessine, les changements dans le domaine de l'habitation sont lents.

À la même période, deux récessions économiques successives ont entraîné l'apparition de programmes visant à soutenir l'accès à la propriété pour les ménages canadiens. Ces programmes sont toujours d'actualité, le prix des habitations individuelles connaissant une hausse importante au Québec ces dernières années. En effet, comme l'illustre la figure 1, le prix médian projeté des maisons individuelles pour 2012 est de 223 000 \$ alors qu'il était de seulement 178 500 \$ en 2007. (FCIQ, 2011)

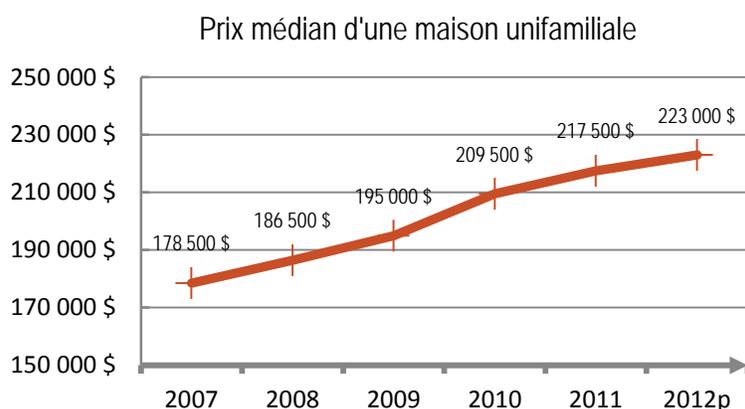


FIGURE 2.1 : AUGMENTATION DU PRIX MÉDIAN D'UNE MAISON UNIFAMILIALE NEUVE AU QUÉBEC DE 2007 À 2012 (FCIQ, 2011)

2.2 Contexte social

Les ménages contemporains dérogent de plus en plus du modèle traditionnel et stable de la famille comportant la plupart du temps deux parents ainsi que leurs enfants et évoluant de manière prévisible (White, 2005). En l'espace d'un demi-siècle, soit de 1956 à 2006, la taille moyenne des ménages du Québec est passée de 4,4 à 2,3 personnes (Lacroix et André, 2012). Pendant ce temps, le nombre de personnes âgées a augmenté de façon constante. En effet, en 1972, c'est 7 %

des Québécois qui étaient âgés de 65 ans ou plus ; en 2012, le chiffre grimpe à 16 % et les prévisions indiquent qu'en 2052, ce sera environ 28 % de la population qui aura atteint cet âge (voir figure 2) (Institut de la statistique Québec, 2012). Ainsi, les situations familiales changeantes combinées à l'âge moyen plus élevé de la population amènent l'importance grandissante de l'intégration des notions d'adaptabilité et de flexibilité des espaces dans l'habitation (White, 2005).

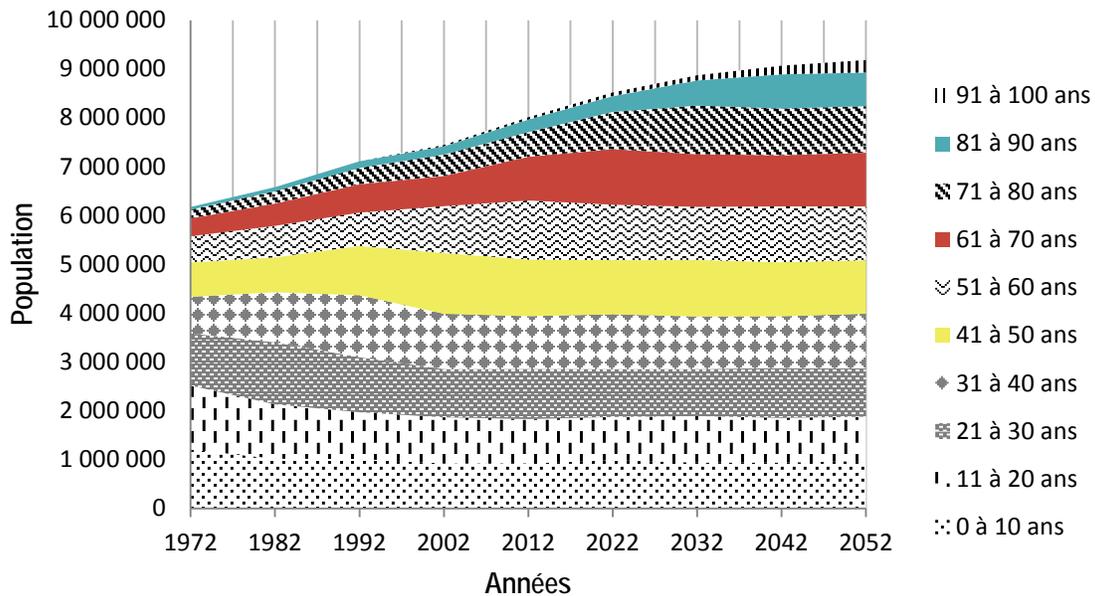


FIGURE 2.2 : TRANCHES D'ÂGE DE LA POPULATION QUÉBÉCOISE ENTRE 1972 ET 2052 (PRÉDICTIONS) À PARTIR DES DONNÉES DE L'INSTITUT DE LA STATISTIQUE QUÉBEC (2012)

Il semble qu'au cours des cinquante dernières années, les changements sociaux ont eu un effet marqué sur la manière de se loger des Québécois. Ainsi, les changements économiques et sociodémographiques, l'évolution du style de vie, les progrès technologiques et la responsabilité environnementale ont mené, dans le domaine de l'habitation, aux préoccupations cernées par les trois sphères du développement durable illustrées à la figure 3.

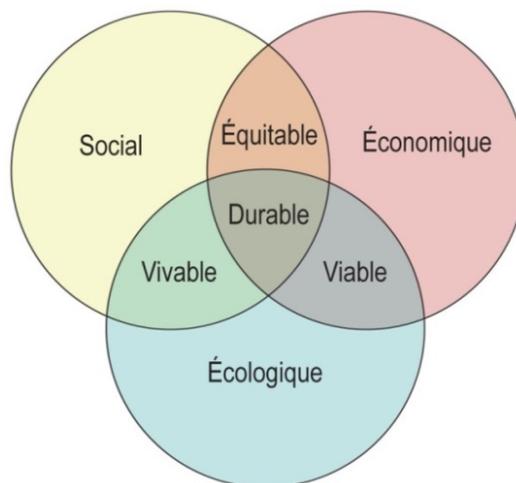


FIGURE 2.3 : LES TROIS SPHÈRES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (ANONYME, 2013)

2.2.1 Résidence unifamiliale et aspiration populaire

Bien que le parc immobilier existant au Québec soit important et que la simple requalification des banlieues pourrait combler une large part de la demande en logement, la vaste majorité des ménages québécois aspirent à une habitation unifamiliale de type pavillonnaire neuve (White, 2005). À la fois rêve et symbole de réussite sociale, l'importante part de marché associée à l'acquisition de résidences unifamiliales isolées, devenues objet de consommation, témoigne du désir de chacun de posséder sa propre maison (White, 2005). Elles représentent environ 62 % des mises en chantier de constructions neuves et comptent pour approximativement la moitié de l'activité du secteur de la construction au Québec tous secteurs confondus (White, 2005).

Ainsi, quoique par sa faible densité, la typologie de la maison pavillonnaire ne soit pas, dans une perspective d'urbanisme durable, à préconiser, il demeure que son amélioration pourrait contribuer au progrès global de l'environnement et du tissu bâti du Québec. Dans ce contexte, comment réduire au maximum l'empreinte écologique de ce type de résidence?

2.2.2 Bilan environnemental

En plus de consommer une quantité impressionnante de ressources naturelles (en matériaux bruts et en énergie), un bâtiment produit également de nocives émissions atmosphériques sur toute la durée de sa vie utile (Kordjamshidi, 2011). Au Canada, le secteur du bâtiment est réputé responsable de 33 % de la consommation énergétique globale du pays. Plus encore, ce serait :

- 50 % des ressources naturelles ;
- 35 % des émissions de GES ;
- 12 % de l'ensemble de la consommation d'eau non industrielle ;
- et 25 % de la quantité de déchets mis en décharge (Commission de coopération environnementale, 2008).

Plus particulièrement, dans le domaine résidentiel, c'est plus de 17 % de la consommation énergétique canadienne qui est consacrée aux usages domestiques postconstruction tels que l'éclairage, le chauffage, la ventilation et la climatisation (OEE 2006b). Le climat particulier du site, la conception du bâtiment et la manière d'habiter forment les principaux déterminants de l'ampleur de cette consommation.

2.2.3 Bâtiment durable

Issus du concept de développement durable, les bâtiments durables s'appuient sur des bases analogues. Ainsi, en rapport aux trois sphères présentées, l'économie de moyens est recherchée à travers l'utilisation efficiente de l'énergie et des matériaux pendant que la santé, le confort, la proximité des services ainsi que le maintien des personnes dans un environnement connu participent à un milieu de vie sain et finalement, du point de vue environnemental, l'utilisation rationnelle des ressources et la diminution des émissions atmosphériques figurent parmi les

éléments recherchés. L'agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA) définit le bâtiment durable comme :

« the practice of creating structures and using processes that are environmentally responsible and resource-efficient throughout a building's life-cycle from siting to design, construction, operation, maintenance, renovation and deconstruction. This practice expands and complements the classical building design concerns of economy, utility, durability, and comfort. » (U.S. EPA, 2010)

Il est donc attendu des bâtiments dits « durables » qu'ils utilisent moins d'énergie et d'eau, qu'ils génèrent moins de gaz à effet de serre, qu'ils utilisent les matériaux de manière efficace et qu'ils produisent moins de déchets. Plus encore, visant des intérieurs plus sains et des conditions thermiques optimales, l'abondance de lumière naturelle, des vues sur l'extérieur, l'amélioration de la qualité de l'air passant par l'élimination de matériaux dégagant des produits chimiques nocifs et une abondance d'air frais sont recherchées (J. Cole et Brown, 2009). Ces bâtiments doivent également être investis de la capacité de servir de multiples usages durant leur vie utile, optimisant ainsi l'utilisation de l'espace et sa longévité (J. Cole et Brown, 2009).

2.2.4 Approche bioclimatique

L'approche bioclimatique tient compte des conditions climatiques du lieu dans l'optique d'une canalisation de l'énergie disponible naturellement sur le site afin d'accroître le confort des occupants. Ses principes de base passent par une implantation orientée en fonction de la course du Soleil et des forces présentes sur le site, de l'utilisation du solaire passif et de la ventilation naturelle, d'une enveloppe haute performance, etc. L'ensemble de ces éléments vise à réduire au maximum l'utilisation de systèmes actifs consommateurs d'énergie, qu'ils soient mécaniques ou autres, au sein de la résidence.

2.2.5 Cycle de vie

Pour affirmer qu'un matériau ou une construction laisse une empreinte écologique moindre que son équivalent traditionnel, l'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthode d'analyse reconnue internationalement qui prend en compte les impacts environnementaux indissociables à chacune des étapes de la vie utile de l'objet d'étude. La figure 4 illustre simplement la boucle d'évaluation des impacts environnementaux de l'ACV. Puisqu'une résidence a des répercussions environnementales tout au long de sa durée de vie, à partir du choix du site, à l'étape de la conception du projet, l'exploitation, la rénovation et jusqu'à la démolition, la pensée cycle de vie aide à prendre en compte l'ensemble des impacts « du berceau au tombeau ». Elle considère simultanément de nombreux enjeux environnementaux, autrement difficilement évaluables, en prévenant leur déplacement d'une étape à l'autre du cycle de vie. Parmi ceux-ci, la consommation d'énergie, l'émission de gaz à effet de serre et autres polluants atmosphériques, la consommation d'eau, le rejet d'eaux usées, le ruissellement des eaux pluviales, la production de déchets, etc.

(Commission de coopération environnementale, 2008). Elle démontre également l'importance de l'impact environnemental de la période occupationnelle sur l'ensemble du cycle de vie d'une résidence. Il est émis que 63 % de l'énergie utilisée durant la vie utile d'une résidence l'est durant cette période soit pour combler les besoins en chauffage/climatisation ou par l'utilisation des différents équipements (électroménagers, luminaires, etc.) (Laouadi et autres, 2008).

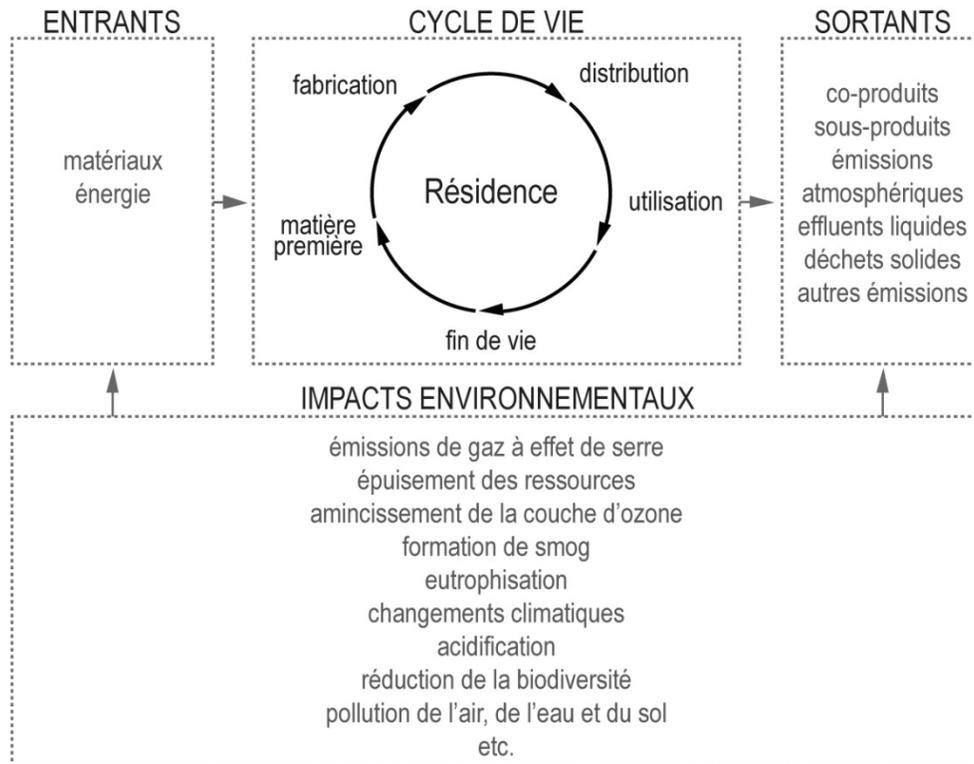


FIGURE 2.4 : ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX SUR LES ENTRANTS ET SORTANTS, À PARTIR DE THIBAUT (2007, P.32)

En somme, le domaine de la construction résidentielle au Québec a connu une longue période de régression vis-à-vis les considérations liées à l'environnement. La poussée de la conscience écologique et le développement des concepts d'architecture bioclimatique et de développement durable forcent l'amorce d'un redressement graduel de cette situation. Les programmes et initiatives visant une plus grande performance et une diminution de l'impact environnemental des constructions vont également dans cette direction. La revue des programmes et certifications environnementales s'adressant aux constructions unifamiliales québécoises permettra de valider l'ampleur de leur influence tandis que la consultation des professionnels du milieu permettra d'établir le portrait de la situation actuelle et des changements envisagés.

Thèmes

Part de l'architecte au sein du marché de la construction résidentielle unifamiliale

Définition d'une habitation durable en contexte québécois

Lenteur des changements dans le domaine de la construction résidentielle

Résistance aux changements

3 CERTIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES/OUTILS D'ÉVALUATION

Étant donné l'impact environnemental important de la construction résidentielle, plusieurs initiatives émergent au Québec et au Canada dans l'optique d'une diminution de cet impact lié à la construction et à l'exploitation des habitations. Elles constituent un premier pas vers la maison durable en contexte québécois. Le présent chapitre passe en revue les principaux programmes et initiatives visant une meilleure performance environnementale en vigueur au Québec soit : Novoclimat, R-2000, LEED pour les habitations, *Passive House*, Équilibre/énergie nette zéro et Bâti-Flex. Mis à part le dernier, davantage d'ordre social, ces programmes visent comme objectif premier une diminution notable de la consommation énergétique de la résidence principalement par une isolation accrue, une bonne étanchéité à l'air et une ventilation mécanique efficace. Pour chacun des programmes où l'information disponible permettait une étude de cas pertinente, celle-ci se trouve à la suite des informations recensées en lien avec le programme.

L'adoption du *Règlement modifiant le code de construction pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments (partie 11)*, le 30 août 2012, élève les critères énergétiques liés à la construction de résidences unifamiliales jusqu'à atteindre, dans certains cas, les critères du programme volontaire Novoclimat qui devrait également rehausser ses propres critères dans un avenir rapproché. Ainsi, le niveau d'isolation exigé est augmenté, une superficie maximale brute d'ouverture est également fixée à 30 % de la surface des murs extérieurs hors sol, sauf dans certains cas. L'impact de ces changements récents sur certains programmes d'évaluation est ainsi à prévoir.

3.1 Novoclimat

Novoclimat est un outil développé par l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec (AEE), devenue le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (BEIE), dans l'optique d'une amélioration de la qualité des nouvelles constructions résidentielles unifamiliales, usinées ou plex. Mis en place en 2000, il vise une application large en plus de contribuer à l'amélioration des techniques constructives usuelles de l'industrie de la construction résidentielle (Québec. Ressources naturelles, 2011b). Plus de 1500 entrepreneurs et 110 professionnels sont accrédités Novoclimat (Québec. Ressources naturelles, 2011e). En 2010, 4125 habitations ont été certifiées au Québec. C'est environ le quart des constructions résidentielles érigées cette année (Dussault, 2011).

Le programme vise actuellement une économie minimale de 25 % sur les coûts de chauffage par rapport à une résidence standard et se concentre principalement sur des principes simples d'efficacité énergétique tels que l'isolation, l'étanchéité à l'air et la ventilation (Québec. Ressources naturelles, 2011b). Parmi les spécifications de Novoclimat, la pose d'un isolant performant continu des fondations jusqu'à la toiture, des ouvertures à haut rendement énergétique et l'exigence d'un système de chauffage performant. Une fois la construction achevée, chaque habitation est

inspectée gratuitement par un spécialiste indépendant. Un test d'infiltrométrie valide également l'étanchéité et le rendement énergétique de la résidence (Québec. Ressources naturelles, 2011d).

« Les exigences techniques [...] sont inspirées du Code modèle national de l'énergie pour les habitations Canada 1997 publié par le Conseil national de recherche du Canada (CNRC), du Code national du bâtiment 1995 et de certains aspects des exigences du programme R-2000 (Québec. Ressources naturelles, 2011b). » Pour faire suite à la modification du Code de construction du gouvernement provincial entrée en vigueur le 30 août 2012 et visant à renforcer les critères d'efficacité énergétique, le programme Novoclimat subira bientôt une refonte afin d'en renforcer les critères (Québec. Ressources naturelles, 2011c).

Le programme offre une mesure incitative économique de l'ordre de 2000 \$ à la certification que la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) bonifie d'une remise de 10 % sur la prime d'assurance à l'achat (économie de l'ordre de 550 \$ sur un prêt de 200 000 \$) (Québec. Ressources naturelles, 2011 b/Québec. Ressources naturelles, 2011a). Une analyse détaillée des coûts engendrés par les exigences du programme démontre qu'un surcoût de construction de l'ordre de 3000 à 5000 \$ est à prévoir dans le cas d'une résidence unifamiliale (Québec. Ressources naturelles, s.d.). Ce surcoût est compensé par des économies annuelles de chauffage estimées à 350 \$ pour un retour sur l'investissement d'entre 8,5 et 14,3 ans (Dussault, 2011).

Une série de détails techniques est disponible sur le site internet de Ressources naturelles Québec afin d'aider concepteurs et autoconstructeurs à atteindre les exigences requises par le programme Novoclimat. La figure 5 en montre un exemple.

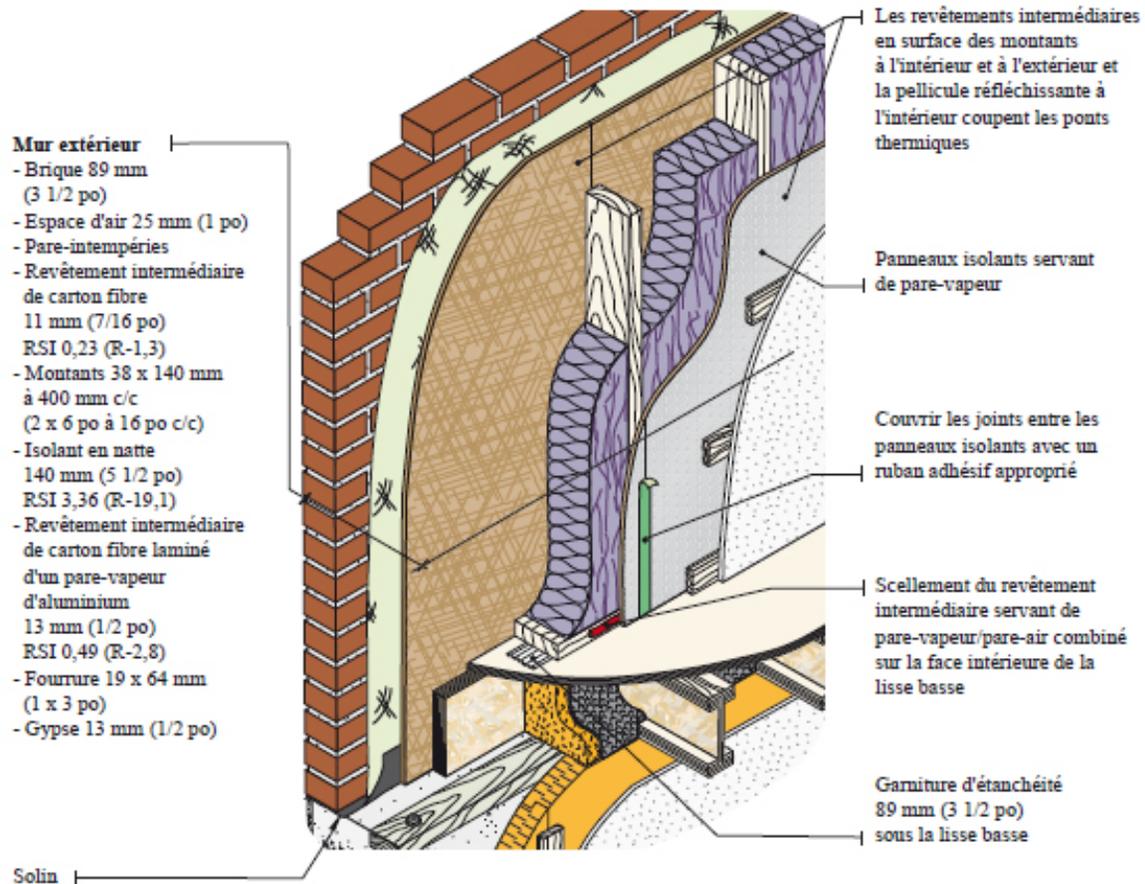


FIGURE 3.1 : DÉTAIL DE L'ISOLATION D'UN MUR EXTÉRIEUR NOVOCLIMAT AVEC ISOLANT EN NATTE, REVÊTEMENT INTERMÉDIAIRE DE CARTON FIBRE PAR L'EXTÉRIEUR ET CARTON FIBRE LAMINÉ D'UN PARE-VAPEUR D'ALUMINIUM À L'INTÉRIEUR
TIRE DE : (QUÉBEC. RESSOURCES NATURELLES, 2011B), AVEC L'AUTORISATION DU MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES

3.2 R-2000

La norme volontaire R-2000 a été lancée par le gouvernement du Canada en 1982 en réaction à la crise pétrolière des années 1970. À une époque où l'isolation des murs et des greniers était chose rare, elle était considérée comme très avant-gardiste (Holmes, 2011). Élaborée en partenariat avec les chercheurs, manufacturiers, constructeurs de résidences unifamiliales et autres acteurs du domaine de la construction résidentielle, R-2000 est administrée par l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada (RNCAN) et est mise à jour régulièrement. Son objectif est de favoriser les méthodes et technologies à la fois éconergétiques et avantageuses économiquement (Canada. Office de l'efficacité énergétique, 2010c). Chaque résidence visant la certification R-2000 doit être construite par un entrepreneur agréé R-2000. Ces derniers obtiennent cette accréditation à la suite d'un atelier de formation de deux jours couronné d'un examen et après avoir construit une maison de démonstration certifiée R-2000. Par la suite, ils doivent également assister à un atelier de perfectionnement tous les deux ans (Canada. Office de l'efficacité énergétique, 2010b). En 2010, la norme R-2000 cumulait près de 13 000 résidences certifiées ainsi que 900 constructeurs accrédités (Canada. Office de l'efficacité énergétique, 2010).

Les résidences certifiées R-2000 affichent une consommation énergétique environ 30 % inférieure aux nouvelles résidences respectant la réglementation standard. La norme demande davantage d'isolant, des spécifications précises concernant le type d'ouvertures à utiliser, la nécessité de l'installation d'un système de chauffage à haut rendement, d'un système de ventilation à l'air frais, d'appareils consommateurs d'eau à faible débit et comporte également une liste d'éléments environnementaux où le constructeur doit sélectionner un minimum d'éléments visant à préserver la qualité de l'air intérieur (QAI) et l'environnement (Canada. Ressources naturelles, 2009).

La procédure d'évaluation de la conformité à R-2000 comprend l'évaluation des plans, l'inspection par un technicien indépendant, un test d'infiltrométrie et finalement la délivrance du certificat de conformité (Canada. Office de l'efficacité énergétique, 2012/Canada. Ressources naturelles, 2009).

Pour faire suite à la dernière mise à niveau datant de 2005 et en lien avec la nouvelle réglementation provinciale, une version 2012 est disponible depuis juillet à des fins d'évaluation et deviendra la norme à compter de 2014 (Le Blanc, 2012). L'amélioration la plus significative est en lien avec l'objectif annuel de consommation d'énergie qui doit dorénavant être deux fois plus exigeant que le résultat du calcul avec la plus récente version du logiciel HOT2000 (Canada. Office de l'efficacité énergétique, 2012/Canada. Office de l'efficacité énergétique, 2005). Les exigences en matière d'efficacité énergétique sont donc augmentées de 50 %, atteignant une cote Énerguides de 86 (Le Blanc, 2012). Les coûts supplémentaires prévus pour l'atteinte du nouveau standard R-2000 oscillent entre 10 000 \$ et 20 000 \$. Aucune subvention n'est accordée par le gouvernement fédéral. Cependant, au Québec, il est possible de profiter des subventions de la norme Novoclimat en effectuant également cette démarche de certification compatible avec R-2000 (Le Blanc, 2012).

3.3 LEED pour les habitations

La certification environnementale LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) est, à l'origine, gérée par le *U.S. Green Building Council* (USGBC). Adaptée de la version originale américaine au contexte canadien par le Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa), la récente version du programme LEED Canada pour les habitations est en vigueur au Canada depuis 2009. Au Québec, elle est principalement gérée par Écohabitation. Comportant 4 niveaux de certification (bronze, argent, or, platine) atteignable par une échelle de points établie, certains étant obligatoires, et dont le graphique de la figure 6 montre la répartition au sein des huit différentes catégories (BL Écoconstruction, s.d.).

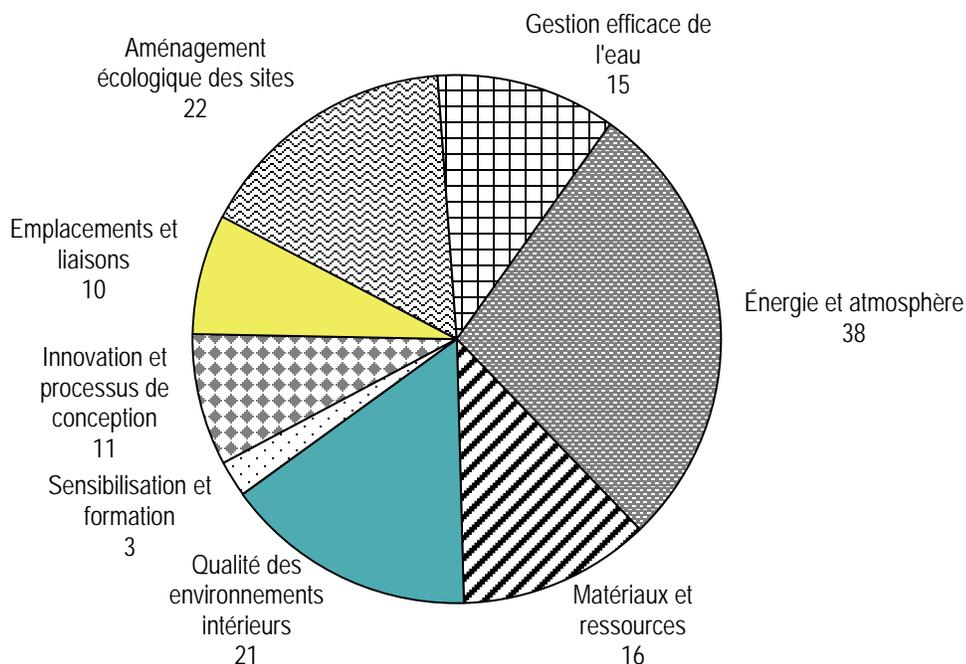


FIGURE 3.2 : PROPORTION DES DIFFÉRENTES CATÉGORIES DE POINTAGE DU PROGRAMME LEED POUR LES HABITATIONS (ÉCOHABITATION, S.D.)

Un ajustement du nombre de points à atteindre pour chacun des niveaux de certification encourage les habitations de petite taille (Le Blanc, 2012/CBDCA, 2009). LEED est la certification la plus complète disponible au Québec au point de vue du développement durable puisqu'elle s'intéresse aux dimensions sociales et économiques en plus des considérations environnementales qui dépassent largement l'efficacité énergétique (Lecomte, 2009). L'obtention de la certification promet des réductions de l'ordre de 30 à 70 % pour ce qui est de la consommation énergétique, 40 à 50 % pour la consommation d'eau et 50 % pour les polluants de l'air intérieur (Le Blanc, 2012).

LEED Canada pour les habitations a été adapté aux projets résidentiels en ce sens qu'il été grandement simplifié du point de vue administratif par rapport à ses autres versions. L'évaluateur complète le dossier de candidature, les vérifications s'effectuent quant à elles, directement sur le chantier. En ce sens, la procédure est similaire à celle de Novoclimat (BL Écoconstruction, s.d.). À l'heure actuelle, 169 projets résidentiels sont inscrits au CBDCA (Écohabitation, 2012a). Selon Emmanuel Cosgrove, directeur d'Écohabitation, 0,5 % des constructions neuves aspirent à la certification LEED pour les habitations (Le Blanc, 2012).

Écohabitation a tenté une démonstration du surcoût de la certification LEED de base pour une résidence unifamiliale au coût initial de 250 000 \$. Au total, c'est environ 2 % de plus, incluant les frais d'inscription et de certification auprès du CBDCA (535 \$), les frais d'évaluation par Écohabitation de l'ordre de 2500 \$ et les frais estimés liés aux conditions préalables et aux mesures obligatoires (environ 1850 \$) (Écohabitation, 2012b). Quant à eux, *Jay Hall Associates* ont analysé, en 2009, le coût global de 100 mesures de LEED Canada pour les habitations. Le coût

initial d'une mesure est ajouté à l'hypothèque de base tandis que les économies réalisées mensuellement grâce à celle-ci sont déduites. Il en ressort que l'atteinte du niveau Or est possible sans surcoûts par rapport à un chantier traditionnel (Lecomte, 2010).

3.3.1 Étude de cas : Résidence LEED Or à St-Colomban

Résidence à St-Colomban	« une maison LEED Or sans surcoûts/au coût d'une Novoclimat »	
Patrick Côté	St-Colomban, Basses-Laurentides	
Conception	Dessins Drummond	
Construction	Autoconstruction	
Superficie	1500 pi ² (+650pi ² — bigénérationnelle)	
Superficie du terrain	s.o.	
famille/nombre de chambres	5 + 1 occupants (bigénérationnelle)	
Nombre d'étages	2	
Prix	195 000 \$ (sans le terrain)	
\$ chauffage	s.o.	
Aménagement extérieur	Utilisation de couvre-sol et de plantes à faible besoin en arrosage	
Intention stylistique	Maison standard, qui se fond dans son contexte	
Conception pour l'évolution	Bigénérationnelle	
Structure	Éléments de bois préfabriqués	
Parement	Revêtement extérieur en vinyle (PVC), le bois étant trop coûteux	
Finition intérieure	Cuisine sans produits chimiques, sans composés organiques volatils (COV). Provenance du bois hors Québec, sans certification FSC	
Isolation murale	Isolant de polystyrène expansé	
Étanchéité à l'air	Irréprochable selon le constructeur	
Préfabrication	Utilisation d'éléments préfabriqués	
Recyclage et réutilisation	Retaillies de planches de pin utilisées pour la construction des placards, moulures converties en cimaises, restes de matériaux utilisés dans la construction du cabanon de jardin	
Réduction des déchets chantier	75 % moins de déchets que sur un chantier traditionnel	
Gestion de l'eau	Économie de 33 % (avec installation de barils d'eau de pluie pour l'irrigation de l'aménagement paysager), et éléments (toilettes, lavabos, douche) à haute efficacité	
Économies d'énergie	Économie d'énergie de 30 % (incluant un système de récupération de chaleur des eaux grises)	
Commentaires	M. Côté pose que suivre une formation LEED, avec l'objectif de maîtriser l'ensemble du processus, permet de faire les bons choix et d'aller chercher les points LEED les moins dispendieux. « Mon plus gros défi a été de trouver les matériaux les moins dispendieux possible. » Un projet modeste donc, mais une certification exemplaire.	
Sources	(Écohabitation, 2012b) et (Anonyme, 2011)	



3.3.2 Étude de cas : Résidence LEED Platine Caron-Descôteaux

Caron-Descôteaux	LEED Platine
Nathalie Caron	Éco-village des Côteaux du Lac, Orford
Conception	Nathalie Caron, designer
Construction	Entrepreneur général agréé Novoclimat et autoconstruction
Superficie	1480 pi ² ou 1670 pi ² selon source
Superficie du terrain	2,5 acres
Famille/nombre de chambres	3 chambres/5-6 occupants
Nombre d'étages	2 (avec le rez-de-jardin)
Prix	estimé à 220 000 \$ pour la construction seule (132 \$/pi ²)/350 000 \$ (incluant le terrain, le puits artésien, la fosse septique et le chemin)
\$ chauffage	700 \$/an
Milieu d'implantation	Charte écologique : pas de véhicule à moteur, pas de tondeuse, sentiers et quai commun, proximité du Mont-Orford et du mont Chauve
Aménagement extérieur	Trèfle et plantes indigènes
Orientation solaire	Plein sud
Tirer parti du solaire passif	Très efficace (36' de façade plein sud)
Utilisation de masse thermique	Dalle de béton du plancher
Finition intérieure	Peinture sans COV, armoires sans formaldéhyde, portes d'armoire en bambou, bois certifié FSC, murs de gypse, matériaux durables (garantie minimale 25 ans)
Isolation murale	Supérieure : murs rdc en laine de roche double épaisseur : R-40 et coeurs de portes
Isolation des planchers	Coeurs de portes sous les semelles et sous la dalle
Isolation du toit	R-50
Recyclage et réutilisation	Isolation des fondations avec des coeurs de portes d'acier récupérées hautement isolantes
Réduction des déchets chantier	Gestion des déchets par les autoconstructeurs
Gestion de l'eau	Robinets <i>Water Sense</i> ou à débit réduit, citernes de récupération des eaux pluviales
Système de chauffage	Dalle de béton radiante aux 2 étages et poêle à bois certifié EPA
Systèmes actifs	Installation « prêt pour le solaire » et prêt pour la géothermie
Appareils ménagers efficaces	Certifiés <i>Energy Star</i>
Éclairage écoénergétique	Lampes DEL ou <i>Energy Star</i>
Économies d'énergie	Conduites d'eau isolées
Commentaires	« La maison se chauffe toute seule » « Le thermostat est à 15 degrés durant la semaine et quand nous arrivons le vendredi soir, il fait 22 degrés ! » - Nathalie Caron Par ailleurs, les propriétaires ont déboursé environ 4000 \$ dans le processus de certification LEED et ont reçu 2000 \$ en subvention du programme Novoclimat « Si c'était à refaire, dit Nathalie, je laisserais tomber les planchers radiants, puisque notre maison est véritablement solaire passive. Même quand il fait -18 °C, ils n'entrent pas en action. La masse thermique du béton et le soleil font le travail. »
Sources	(Écohabitation, 2011), (Thibaudeau, 2012d) et (Thibaudeau, 2012a)



3.4 Passive House

Le standard canadien *Passive House* est adapté de la certification allemande *Passivhaus*, développée en climat nordique en 1988. Au dire des tenants de cette certification, il s'agit du

standard de performance le plus rigoureux, le plus vérifié et le plus avancé au monde. Les bâtiments certifiés incorporent un haut niveau d'isolation et d'étanchéité à l'air en plus d'un système efficace de récupération de chaleur et atteignent ainsi une demande énergétique très faible. Répandue à partir de 2000 à travers l'Europe par le programme CEPHEUS (*Cost Efficient Passive Houses as European Standard*), on compte aujourd'hui plus de 40 000 bâtiments passifs mondialement (CanPHI, s.d. c/Langlois, 2011). Au Canada, la norme est gérée par le *Canadian Passive House Institute* (CanPHI) dirigé par Malcolm Isaacs qui tente de démontrer qu'une résidence peut atteindre la certification Maison Passive pour un surcoût maximal de 10 % par rapport à une résidence standard. « La maison passive est abordable pour la classe moyenne, elle est même tout indiquée pour les logements sociaux (Thibaudeau, 2012c). » Avec l'objectif d'atteindre une économie d'énergie de 80 à 90 % comparé aux standards canadiens, six principes guident la certification :

- performance thermique exceptionnelle de l'enveloppe (murs entre R-40 et R-60, plafond entre R-50 et R-90 et entre R-30 et R-50 sous la dalle) ;
- ponts thermiques minimaux
- étanchéité à l'air optimale ;
- ventilation très efficace avec récupération de chaleur ;
- gains solaires passifs ;
- consommation minimale des luminaires et électroménagers (Langlois, 2011/CanPHI, s.d.c).

Un outil de calcul avancé nommé *Passive House Planning Package* (PHPP) permet de valider la performance énergétique globale pendant le processus de conception en prenant compte les ponts thermiques, les fenêtres ainsi que leur cadre. Le nombre de critères est minimal et vise à permettre une certaine souplesse décisionnelle. Toutefois, les trois critères d'évaluation sont basés sur des données quantifiables précises et rendent la certification très contraignante :

- besoins en énergie de chauffage < 15 kWh/m² par an ;
- étanchéité à l'air : résultat du test d'infiltrométrie de < 0,6 CAH à 50 Pa ;
- consommation totale d'énergie < 120 kWh/m² par an (Langlois, 2011/A. Legault, 2011).

Ces valeurs sont les mêmes, peu importe la zone climatique où le projet est implanté. En effet, plutôt que de miser sur un objectif de réduction, la norme vise à créer un climat intérieur confortable par le biais d'une enveloppe très performante. Elle a l'objectif de minimiser au maximum les pertes thermiques de l'enveloppe au point que les gains internes et les gains solaires potentiels rendent possible l'atteinte de l'équilibre thermique avec un minimum d'apport extérieur (Anonyme, 2009).

Les ponts thermiques à la jonction des murs, des planchers et de la toiture ainsi qu'autour des ouvertures doivent être limités au maximum soit à < 0.01 W/mK spécialement en climat froid puisque leur impact sur la performance énergétique globale du bâtiment est loin d'être négligeable. Les concepteurs de maisons passives ont développé un nombre élevé de détails de constructions

sans ponts thermiques. Ceux-ci sont présentés lors de la formation dispensée par CanPHI (CanPHI, s.d.c). De plus, le logiciel PHPP permet l'intégration du calcul de ces ponts thermiques dans le modèle énergétique et produit ainsi un estimé de la consommation énergétique annuelle fort précis (CanPHI, s.d.b).

Point le plus thermiquement faible de l'enveloppe, la fenêtre est un élément critique. Sa qualité est déterminée par la température hivernale de conception selon le climat spécifique. La valeur U est choisie en considérant le confort de l'occupant et afin que la température de la surface interne de la fenêtre demeure dans une zone de température fixée, les jours les plus froids, dans l'optique d'éliminer la convection devant cette dernière et, de la même manière, les éléments de chauffage ponctuels sous celle-ci. Cela s'avère un plus grand défi en climat froid (Anonyme, 2009/Rosenbaum et White, 2010). Grâce à cela, l'énergie de chauffage peut ainsi être amenée à n'importe quel point de l'espace, minimisant la longueur des conduits de distribution (Rosenbaum et White, 2010). Pour l'ensemble du climat canadien, des fenêtres à triple vitrage aux cavités emplies de gaz argon et comportant deux revêtements à faible émissivité et intercalaires isolés sont alors essentielles. La performance minimale exigée est de R-7 (0.8 Wm²K), ce qui est grandement supérieur aux fenêtres habituellement installées au Québec (R-2 à R-3) (CanPHI, s.d.b). Des fenêtres répondant à ces caractéristiques sont toutefois actuellement très difficiles à obtenir des grands manufacturiers sur les marchés de l'Amérique du Nord (Rosenbaum et White, 2010).

Le standard *Passive House* demande une étanchéité à l'air exemplaire (0.6 CAH @ 50 Pa). Cela permet, entre autres, d'éviter la condensation interstitielle liée aux fuites d'air de l'enveloppe et pouvant endommager la structure (Anonyme, 2009). L'optimisation de l'étanchéité à l'air rend l'apport d'air frais entièrement dépendant du système de ventilation. Afin d'assurer une QAI exceptionnelle, *Passive House* en requiert d'ailleurs une performance équivalant aux plus hauts standards de la norme ASHRAE (Anonyme, 2009). En réponse à l'un des principes central de la philosophie *Passive House* soit l'économie des composants par l'optimisation de ceux pouvant être utilisés pour plus d'un usage, l'objectif serait d'utiliser le système de ventilation pour combler les besoins somme toute minimaux en chauffage, climatisation et en déshumidification (Rosenbaum et White, 2009/Anonyme, 2009). En climat froid, dans presque tous les cas, un système de chauffage d'appoint est nécessaire. Il se retrouve sous la forme d'un radiateur ou d'un plancher radiant localisé dans les zones où le besoin d'élever la température rapidement se fait le plus sentir (comme dans la salle de bain par exemple) (Anonyme, 2009).

La superisolation des *Passive House* implique une performance de 3 à 7 fois plus élevée que le commande le Code national du bâtiment (CNB) 2005. Le niveau d'isolation requis est déterminé par la modélisation avec le logiciel PHPP combiné aux données climatiques propres au site (CanPHI, s.d.b). Puisque les maisons *Passive House* sont réputées être aussi étanches qu'une construction peut-être, le seul paramètre pouvant être augmenté pour atteindre les niveaux exigés

est l'isolation. L'épaisseur de l'isolant est ainsi augmentée dans le PHPP jusqu'à l'atteinte du niveau requis (Holladay, 2009). Le logiciel n'a cependant pas la capacité de mesurer l'importance du coût supplémentaire d'une telle augmentation (Holladay, 2009). Le processus de certification est rigoureux et implique l'analyse poussée de l'ensemble des dessins d'exécution, des détails techniques, du devis, des analyses PHPP et des photos du site. La certification peut être émise une fois la construction complétée et la performance de l'enveloppe confirmée par le test d'infiltrométrie indépendant (CanPHI, s.d.).

Le coût d'une maison passive est estimé 10 % supérieur à celui d'une construction classique, en contexte ontarien. L'accompagnement par un spécialiste demeure toutefois nécessaire. La maison passive construite de matériaux nord-américains demeure sensiblement plus abordable que celle suivant le *Passivhaus* allemand et nécessitant l'importation de certains matériaux coûteux originaires de ce pays. L'importance de l'utilisation de matériaux et d'équipement disponibles localement et de performance similaire est donc prioritaire (Paradis Bolduc, 2012/Straube, 2009b).

3.4.1 Étude de cas : Maison *Passive House* de Montebello

La maison de Montebello	Passive House
Rachel Thibeault	Montebello
Conception	John Abboub
Construction	Luc Beauchamp, entrepreneur
Superficie	1550 pi ²
Superficie du terrain	
Famille/nombre de chambres	2 chambres
Nombre d'étages	1 étage
Prix	
\$ chauffage	150 \$/an (réduction de 90 %)
Aménagement extérieur	Utilisation de vigne sur la façade (ombre et fraîcheur estivale)
Accessibilité universelle	Accessible aux personnes en fauteuil roulant et considération pour les personnes à mobilité réduite
Orientation solaire	Optimale
Tirer parti du solaire passif	Fenestration abondante au sud
Utilisation de masse thermique	Oui
Fondations	Fondations coulées dans des coffrages de polystyrène : cave de service, dallée, mais non chauffée
Structure	Double ossature (2x6" extérieur, espace d'air de 5", 2x4" intérieur)
Finition intérieure	Bois local couvert d'huile non toxique (Brio)
Composition murale	R-65 (16" laine de roche), double ossature évitant les ponts thermiques, pare-vapeur à diffusion/résistance variable (ProClima Intello)
Isolation des planchers	R-65
Isolation du toit	R-82 (21" laine minérale et cavité de ventilation de 12")
Étanchéité à l'air	0,36 CAH à 50 Pa
Ouvertures	Fenêtres triple vitrage (Thermotech) à haute transmittance, cadre isolé de fibre de verre
Système de chauffage	Planchers radiants : 3 kilowatts livrés par une mini fournaise électrique
Systèmes actifs	Système géothermique passif à faible coût avec circulation d'eau préchauffant le



	système de ventilation
Économies d'énergie	Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) 2010, 3 ^e génération, très efficace
Commentaires	La superisolation et l'étanchéité extrême de la résidence couplée à l'utilisation de l'énergie solaire passive font en sorte qu'il est à peu près impossible que la température interne s'abaisse en dessous de 0°C, même sans chauffage.
Sources	(Thibaudeau, 2012b), (Isaacs, 2012), (Karmouche, 2012) et (Anonyme, 2012)

3.5 Équilibre/énergie nette zéro

Équilibre est une initiative du gouvernement canadien, par l'entremise de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), visant à faire la démonstration de résidences exemplaires du point de vue environnemental par l'atteinte de l'énergie nette zéro, c'est-à-dire une habitation produisant une quantité d'énergie renouvelable équivalant à sa consommation annuelle.

En 2006, la SCHL a lancé une invitation aux constructeurs et développeurs d'avant-garde du Canada à soumettre leur proposition pour la démonstration d'une résidence EQUilibrium. À la suite du processus de sélection, 12 équipes sur les 72 entrées ont été retenues pour effectuer la construction et la démonstration de leur projet. En 2008, 3 nouvelles propositions se sont greffées aux premières. Ces maisons modèles, qui intègrent chacune un nombre important de stratégies et de technologies visant à réduire au maximum leur impact environnemental, ont chacune été ouvertes au public pour une période minimale de 6 mois à la suite de laquelle elles ont été vendues, occupées et monitorées pour une période minimale d'une année. Les 15 habitations prenant part au programme sont ainsi fortement documentées (SCHL, 2012). Puisqu'il ne s'agit pas d'un système de certification, il n'existe pas de liste de critères à respecter. *L'ÉnerGuide pour les maisons neuves*, développé par Ressources naturelles Canada peut toutefois être utilisé comme guide pour le concepteur. En effet, selon le système de pointage de ce guide, une cote de 100 signifie que la maison produit autant d'énergie que ce qu'elle consomme (Ampas, s.d.).

En plus des principes de chauffage et de climatisation passifs, de l'utilisation de méthodes et matériaux de construction efficaces, d'appareils électroménagers et luminaires à faible consommation, elles comprennent généralement des éléments tels un système produisant de l'énergie renouvelable sur le site (panneaux photovoltaïques, capteurs solaires thermiques, géothermie, etc.). Les habitations sont raccordées au réseau électrique afin d'échanger l'électricité excédentaire produite et d'en retirer en fonction des besoins (SCHL, 2012). Cela évite également le stockage peu écologique de l'énergie dans un système de piles aux constituants forts néfastes (Paradis Bolduc, 2012). En général, ces maisons profiteront de l'énergie du réseau pendant la saison de chauffage et en produiront l'équivalent durant la saison chaude (Proskiw, 2010).

Les maisons EQUilibrium ont prouvé la faisabilité technique de l'atteinte de l'énergie nette zéro. Par contre, jusqu'à maintenant, ces projets ont utilisé des systèmes mécaniques, électriques et de

production d'énergie renouvelable avancé, de compréhension complexe, et à l'ingénierie personnalisée (Carver et autres, 2012). Les coûts engendrés par de tels systèmes font en sorte que les surcoûts liés à la maison à énergie zéro sont souvent de l'ordre de 90 000 à 120 000 \$, ce qui demeure un frein au développement de ce type d'habitation (Paradis Bolduc, 2012). À ce sujet, un sondage mené par le *Canadian Net-Zero Energy Home Coalition* a permis de déterminer les barrières les plus notables à l'adoption élargie de résidences à énergie nette zéro. Ces barrières sont illustrées graphiquement à la figure 7.

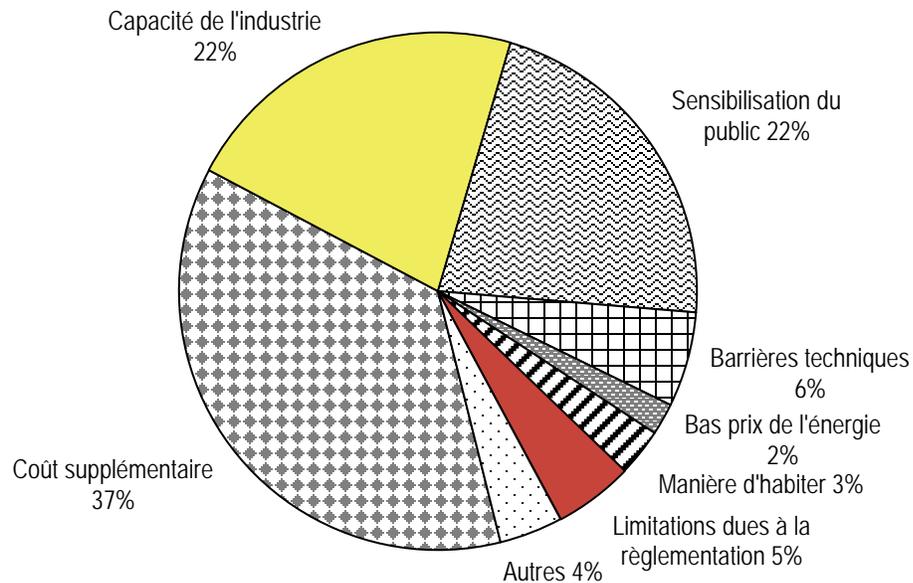


FIGURE 3.3 : BARRIÈRES À L'ADOPTION D'UNE RÉSIDENCE À ÉNERGIE NETTE ZÉRO (CARVER ET AUTRES, 2012, P.217/CARVER ET FERGUSON, 2012)

Les concepteurs de résidences ÉQuilibrium se sont également butés à la difficulté de l'évaluation de la performance par simulation énergétique des stratégies et systèmes sophistiqués qu'ils tentaient de mettre en place. Ils ont fait appel aux plus grands experts en modélisation énergétique au Canada pour qui cette commande a représenté un défi complexe (Kesik et Stern, 2008). Les outils de simulation et leur compréhension par les concepteurs ont ainsi prouvé leurs limites. L'impact des ponts thermiques au sein d'un système mural évolué, la performance d'une masse thermique, d'un système mécanique avancé et des systèmes de production énergétique sur le site sont tous des éléments qui demeurent difficiles à évaluer avant la construction (Carver et autres, 2012).

Une seule résidence unifamiliale EQuilibrium se trouve en contexte québécois. Il s'agit de la maison ÉcoTerra située à Eastman dans les Cantons de l'Est. Le triplex Abondance le Soleil, situé à Montréal, en est un autre exemple (SCHL, 2012).

3.5.1 Étude de cas : Résidence Équilibre ÉcoTerra

ÉcoTerra	Équilibre
<i>Alouettes Homes</i>	Eastman, Cantons de l'Est
Conception	
Construction	Les industries Ste-Anne de la Rochelle Inc. <i>Alouette Homes</i>
Superficie	1517 pi ²
Superficie du terrain	2,7 acres
Famille/nombre de chambres	2 chambres
Nombre d'étages	2 + s.s.
Prix	350 000 \$
\$ chauffage	17 % d'une maison canadienne moyenne
Milieu d'implantation	Milieu boisé
Aménagement extérieur	Système de ruisseaux et d'étangs pour la gestion des eaux pluviales et le contrôle de l'érosion. Captage et entreposage des eaux pluviales atténuant le ruissellement sur le site
Assainissement	Système EnviroSeptic
Conception pour l'évolution	Conception pour des espaces flexibles et adaptables. Les espaces de l'étage sont équipés de partitions intérieures mobiles pour accommoder les besoins changeants des occupants sans besoin de rénovation. Des modifications du sous-sol et de la terrasse peuvent créer des espaces de vie supplémentaires.
Orientation solaire	Optimale
Tirer parti du solaire passif	Ouvertures au sud : 8,6 % de la superficie de plancher ou 33 % de la façade sud, arbres du site sélectionnés en fonction l'ombre projetée
Évite la surchauffe	Larges débords de toit calculés pour bloquer la radiation solaire estivale
Utilisation de masse thermique	Plancher de béton au rdc (15 cm épaisseur) couvert de céramique, demi-murs du séjour (épaisseur 0,3 m (1 pi) x 1 m (3,3 pieds) hauteur), dalle de béton et murs du sous-sol
Ventilation naturelle	Toutes les fenêtres s'ouvrent afin de permettre la ventilation naturelle
Fondations	Sous-sol : Isolation à la mousse de polyuréthane à cellules fermées : 76 mm (3") R 18 (RSI-3.2) à l'extérieur et R-6 (RSI-1) à l'intérieur Hors-sol : Panneaux PSE Neopor 25 mm (1") R 4 (RSI 0,7) à l'extérieur et 76 mm (3") R18 (RSI-3.2) de mousse de polyuréthane à cellules fermées à l'intérieur
Structure	Ossature de bois de 38 mm x 152 mm (2x6") espacés de 610 mm (24") c.c. et de 406 mm (16") sous les fenêtres
Finition intérieure	Plusieurs matériaux de finition appliqués en usine pour réduire la pollution de l'air sur le site et augmenter la QAI, matériaux sélectionnés pour minimiser les polluants intérieurs et les COVs
Isolation murale	R-35 hors-sol (parement, fourrures verticales, mousse de polyuréthane à cellules fermées (pare-air) 25 mm, R-6 (RSI-1), fourrures horizontales, panneaux de polystyrène expansible Neopor 25 mm, R-4 (RSI-0,7), ossature de bois, mousse de polyuréthane à cellules ouvertes 50 mm, R-14 (RSI 2.5), mousse de polyuréthane à cellules fermées (pare-vapeur) 50 mm, R-12 (RSI 2.1), et gypse intérieur; R-24 sous-sol (extérieur giclé à l'uréthane) : l'ensemble serait 38 % plus efficace énergétiquement que les murs standards et 22 % plus efficace que les murs respectant la norme Novoclimat. Coûts additionnels de 4 500 \$.
Isolation des planchers	Dalle du sous-sol : R-7,5
Isolation du toit	Entre R-52 et R-62
Étanchéité à l'air	0,88 CAH à 50 Pa
Ouvertures	Fenêtres de vinyle à triple vitrage, 2 enduits à faible émissivité, gaz argon, intercalaires isolés. Résistance thermique effective : R4,4 (RSI 0,77), et SHGC : 0,5.
Préfabrication	Maison fabriquée en usine utilisant des sections modulaires maximisant l'utilisation des matériaux et réduisant les pertes. Le bois provient de sources locales.



Réduction des déchets chantier	Grande réduction par la préfabrication en usine
Système de chauffage	Gains solaires, géothermie avec élément électrique auxiliaire, photovoltaïque
Systèmes actifs	Pompe à chaleur géothermique, récupération de chaleur intégrée au dos des panneaux photovoltaïques <i>Uni-Solar</i> de 3 kW, pour un coût total de 100 000 \$
Simulation à l'aide d'un logiciel	Hot 2000, Mathcad
Économies d'énergie	Ventilateur récupérateur de chaleur, Récupérateur de chaleur des eaux usées
Commentaires	Intention claire d'optimiser l'apport de lumière naturelle profondément dans les espaces de la maison Caractéristiques ayant augmenté les coûts de construction : volets motorisés, fenêtres très performantes (9 000 \$ de plus que double vitrage), dalle de béton du sous-sol hybride (passive/active), masse thermique du séjour, espacement rapproché des éléments d'ossature Respect des critères R-2000 et Novoclimat
Sources	(SCHL, 2013a), (SCHL, 2013b) et (Paradis Bolduc, 2012)

3.6 Bâti-Flex

Développé par la SCHL, le concept Bâti-Flex combine les principes d'adaptabilité du bâti, de l'accessibilité universelle, de l'abordabilité et de la maison saine. Il en résulte une habitation où les modifications s'effectuent simplement et qui accommode donc aisément un ménage au gré des circonstances de la vie et de l'évolution de ses besoins (Canada. SCHL, 2013c). Conçu en anticipant les occupations postérieures possibles, l'espace prévu pour être transformé ou agrandi peut être aménagé et réaménagé suivant les besoins sans nécessiter d'onéreux travaux grâce au précâblage et à la plomberie déjà en place (Canada. SCHL, 2013c). Par exemple, une chambre peut être divisée ou transformée en bureau, les combles peuvent devenir habitables, le sous-sol converti en logement locatif, la maison évoluer en bigénérationnelle, etc. (Canada. SCHL, 2013b). Parmi les autres caractéristiques d'une résidence Bâti-Flex, en voici quelques-unes :

- Réduction maximale du nombre de portes et largeur minimale de 34" (865 mm) ;
- Poignées en bec-de-cane ;
- Seuils minimaux ;
- Largeur minimale des escaliers : 43" (1000 mm), giron d'au plus 11" (280 mm) et contremarches d'au maximum 7" (180 mm) ;
- Renforcement des murs permettant l'installation ultérieure de barres d'appui ;
- Revêtements de sol antidérapants et faciles d'entretien ;
- Murs déplaçables au système de fixation par emboîtement sans clous ;
- Armoires de cuisine modulaires réglables et comptoirs à tirettes, etc. (Canada. SCHL, 2000)

Les résidences Bâti-Flex, par leur grande flexibilité et leur capacité d'adaptation au mode de vie de ses occupants, favorisent la stabilité des quartiers ainsi que l'accession à la propriété des jeunes ménages par la possibilité de l'inclusion d'un logement locatif temporaire à l'habitation (Canada. SCHL, 2013a).

Bâti-Flex considère également les éléments davantage de l'ordre du développement durable et intègre ainsi une amélioration de l'isolation thermique, un système de chauffage à haute efficacité,

des fenêtres éconergétiques, un ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) et l'utilisation de matériaux à faible émission (Canada. SCHL, 2000).

Les coûts supplémentaires liés à l'inclusion de caractéristiques permettant la transformation ultérieure ont été évalués par la SCHL en 1996. Ils étaient alors de l'ordre de 10 500 \$ à 24 000 \$. Quant à lui, le coût de la reconstitution du logement locatif avec l'unité principale en une seule unité résidentielle représente des travaux aux coûts somme toute faibles évalués à entre 2000 \$ et 2500 \$ (Canada. SCHL, 2013b). L'investissement initial est donc compensé à long terme par les économies engendrées lors des réfections ultérieures de l'habitation.

3.6.1 Étude de cas : Résidence Bâti-Flex du Boisé Marie-Victorin à Saint-Nicolas

La maison de Saint-Nicolas	Bâti-Flex	1996	
	Boisé Marie-Victorin, Saint-Nicolas (Lévis)		
Conception	Avi Friedman		
Construction			
Superficie	largeur : 6,1 m x profondeur : 9,75 m = 640pi ² au sol		
Superficie du terrain			
Famille/nombre de chambres			
Nombre d'étages	3 étages, pas de sous-sol		
Prix			
\$ chauffage			
Milieu d'implantation	Boisé Marie-Victorin : rues étroites intégrées à la topographie du site et empruntant généralement les anciens tracés, services (électricité et autres) entièrement souterrains		
Aménagement extérieur	Aucun aménagement paysager n'est permis, le sol doit demeurer tel quel, absence de gazon, dynamite et bulldozers interdits		
Conception pour l'évolution	Possibilité d'aménager un 2e logement sur les planchers supérieurs, conception à partir d'un catalogue incluant des options postoccupationnelles, regroupement des espaces servants de manière à faciliter la transformation des espaces		
Accessibilité universelle	Respecte les dégagements requis par un fauteuil roulant, prévision structurale et espace pour un ascenseur et l'ajout de barres d'appui		
Tire parti du solaire passif	Maximum de fenêtres sur les façades sud et est		
Gestion de l'eau	Absence de gouttières et de drainage des fondations, pas de sous-sol. Le niveau de la nappe phréatique est préservé et l'eau s'y infiltre naturellement. Économies d'eau de l'ordre de 60 % dans les salles de bains		
Commentaires	Les combles habitables offrent un espace sans humidité et avec une meilleure qualité d'air que les sous-sols		
Sources	(Angers, s.d.), (Allard, s.d.), (Friedman et Côté, 2003)		

3.7 Discussion sur les certifications

Les programmes Novoclimat et R-2000, aux critères peu nombreux et parmi les moins contraignants, visent l'amélioration de la pratique courante et une application à un large public. Novoclimat est d'ailleurs le seul à profiter d'une mesure incitative d'ordre financier de la part des instances gouvernementales. Quant à la certification LEED pour les habitations, elle couvre davantage l'ensemble des sphères du développement durable avec entre autres, des

considérations environnementales liées au site sur lequel le projet est implanté et au contexte plus large de sa situation au sein d'une communauté viable. La certification *Passive House* diffère également des autres initiatives avec son nombre de critères minimal et sa préoccupation de conservation extrême de l'énergie. À l'opposé de l'initiative suivante, *Passive House* ne permet pas l'utilisation de technologies actives de production d'énergie sur le site pour atteindre les objectifs énergétiques exigés. *EQuilibrium*, exempte de liste de critères, vise l'ambitieuse atteinte de l'énergie nette zéro, mais laisse le choix des solutions pour y arriver libre au concepteur. Pour l'heure, les onéreux moyens consentis afin d'y arriver rendent ces maisons modèles hors d'atteinte pour la majorité de la population québécoise. Finalement, dans une optique de durabilité et principalement comme réponse à la question de l'usage à long terme, *Bâti-Flex* pourrait avantageusement être combiné à l'ensemble des autres initiatives présentées.

Bien que les niveaux demandés soient forts différents, la majorité des programmes présentés mettent la question de l'efficacité énergétique en premier plan. Comme le mentionne Brown : « While energy use is not the only measure of sustainability, it is a good indicator of our ability to design sustainable buildings. Energy use is a complex interwoven web that touches almost all aspects of building design (Brown, 2009, p.231). » Par contre, d'autres considérations d'ordre social et environnemental s'en trouvent négligées. En effet, malgré l'accent sur la conservation de l'énergie de la période occupationnelle, force est de constater que mis à part LEED pour les habitations et *Bâti-Flex*, l'utilisation de matériaux écologiques n'est imposée pour aucun des programmes, ce qui à terme, pourrait entraîner un impact environnemental plus grand d'un point de vue du cycle de vie (Hemsath et autres, 2012). LEED est également le seul à prôner des choix responsables en matière de transport en commun, d'écologie du site, de diminution de l'empreinte au sol, etc. La réduction de la consommation d'eau n'est pas incluse dans les objectifs de *Passive House* ou d'*EQuilibrium*. *Novoclimat*, et *Passive House* font d'ailleurs fi, dans leur liste de critères, de l'ensemble des autres questions d'ordre environnemental.

Il est important de noter que ces initiatives ne sont pas en concurrence les unes par rapport aux autres et peuvent être utilisées en complémentarité. Certaines sources rapportent en effet l'intérêt de jumeler le programme *Novoclimat* avec LEED pour les habitations et d'autres recommandent que la certification *Passive House* devrait devenir un préalable à la maison à énergie nette zéro (BL Écoconstruction, s.d.). Malcolm Isaacs, cofondateur de CanPHI, croit même qu'une version de LEED intégrant les critères de *Passive House* serait possible dans le futur (A. Legault, 2011). Il prône également que : « La seule manière de construire une véritable nette zéro, c'est d'y intégrer beaucoup de principes passifs avant d'ajouter les sources d'énergies renouvelables, l'un passe par l'autre (Paradis Bolduc, 2012). »

Du point de vue énergétique, les résultats de l'étude de Hamelin et Zmeureanu démontrent qu'un niveau d'isolation supérieur à la réglementation actuelle et à la norme *Novoclimat* est avantageux

autant du point de vue des coûts que de l'énergie consommée sur l'ensemble du cycle de vie de la résidence (Hamelin et Zmeureanu, 2012). Quant à lui, l'exigeant *Passive House* demande l'atteinte de la cible de consommation d'énergie primaire antérieurement à toute utilisation d'énergie renouvelable. En ce sens, il apparaît comme très insistant sur la conservation de l'énergie par rapport à la possibilité de sa génération (Straube, 2009b). En effet, puisque l'impact d'une plus grande épaisseur d'isolant est inversement proportionnel à l'effet de l'isolation en place, un degré d'isolation excessif n'apporte qu'un faible retour sur l'investissement (Dutil et Rousse, 2012). Plusieurs constructions ont atteint le 120 kWh/m²/an exigé par *Passive House* en s'aidant d'une production d'énergie renouvelable sur le site, ce qui n'est pas permis selon la norme (Straube, 2009b). Certaines critiques posent qu'il devient injustifié d'augmenter l'isolation à un niveau extrême, de s'appuyer sur une étanchéité maximale et la performance de fenêtres coûteuses et difficilement disponibles lorsque de l'utilisation de sources de production d'énergie renouvelable sur le site (photovoltaïques, etc.) devient plus économique (Straube, 2009b). Sachant que la philosophie originale de la norme *Passivhaus* était de viser la plus petite consommation énergétique possible sur l'ensemble du cycle de vie de la résidence, le 120 kWh/m²/an pourrait être réévalué considérant la source d'approvisionnement en électricité au Québec et afin d'assurer que l'impact de l'énergie intrinsèque des matériaux constituant l'enveloppe ne dépasse pas celle de la consommation énergétique supplémentaire de la période occupationnelle (Dutil et Rousse, 2012). D'un autre côté, l'expérience européenne montre que puisque le marché et l'industrie de la construction évoluent, des produits peuvent ainsi être développés et les solutions techniques, intégrées à la pratique (Langlois, 2011). À l'heure actuelle et en raison du manque de produits rencontrant les exigences de la certification *Passive House* sur le marché, les critères concernant la valeur U maximale des fenêtres ainsi que l'efficacité minimale du récupérateur de chaleur ont dû être relâchés en Amérique du Nord. Il reste à espérer que suivant l'exemple allemand, l'effet d'entraînement créé par une certification amènera le développement de produits innovants afin de répondre à la demande (Rosenbaum et White, 2010).

L'expérience acquise au cours des dernières années avec la conception et la construction de résidences à énergie nette zéro pour la zone climatique du Canada et du Nord des États-Unis a mené à un consensus sur les priorités à mettre de l'avant dans l'optique de favoriser leur adoption plus large et de diminuer de façon significative les coûts reliés :

- utiliser des appareils d'éclairage et des électroménagers efficaces ;
- réduire de façon maximale les pertes thermiques à travers un design architectural efficace (minimiser les ponts thermiques, opter pour une superisolation et assurer l'étanchéité à l'air de la construction) ;
- maximiser les gains solaires passifs en limitant les ouvertures au sud à 6 % de la superficie de plancher ;
- sélectionner des systèmes mécaniques efficaces et correctement dimensionnés ;
- utiliser des systèmes d'énergie renouvelable afin de combler la demande énergétique (Proskiw, 2010).

À travers cet éventail de programmes et d'initiatives, qu'est-il réaliste d'envisager au Québec? D'un point de vue strictement énergétique, chaque maison devrait générer autant d'énergie que ce qu'elle consomme. Par contre, le coût important des systèmes de production d'énergie sur le site et la disponibilité d'une énergie hydro-électrique renouvelable à peu de frais rend la construction passive souvent plus judicieuse. Plus largement, dans l'optique de durabilité recherchée, les critères de la certification LEED, bien que moins sévères au point de vue de l'énergie, touchent davantage l'ensemble des considérations d'ordre environnemental et social. Également, force est de constater que LEED est la seule certification encourageant une plus petite superficie bâtie et l'implantation au sein d'une communauté viable, critères premiers dans l'atteinte d'une véritable durabilité (Rosenbaum et White, 2010/CBDCa, 2009). Le danger avec cette certification, comme les autres programmes à système de pointage, est de tomber dans le piège d'une approche de type « liste d'épicerie ». Puisque le placage d'une série de composantes écologiques (panneaux photovoltaïques, brise-soleils, appareils à très faible consommation d'eau, etc.) dans l'optique de gagner quelques points n'est pas gage de véritable durabilité, il importe d'entreprendre la démarche de manière plus globale et que chaque décision soit prise en relation avec les autres éléments du projet. Dans ce cas et dans ce cas seulement, cette approche est très utile et assure de toucher à une vaste gamme de critères (Desmarais et autres, 2010/Meyer Baoke, 2009).

Plusieurs sources mentionnent que les programmes d'évaluation constituent l'une des méthodes les plus efficaces pour l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur résidentiel (Kordjamshidi, 2011). Les défis amenés par la question des changements climatiques demandent une rapide réduction de la consommation énergétique globale. Dans ce contexte, la rigidité du cadre imposé par les programmes et certifications amène-t-elle une plus grande avancée du point de vue environnemental et durable ou si, d'un point de vue social et économique et tel que Marc Rosenbaum et David White l'exposent : « We'll progress fastest if we share our knowledge and experience without attachment to any one particular way of doing things? (Rosenbaum et White, 2010). »

Thèmes

Place et impact des certifications au sein de la pratique

Développement du marché et disponibilité des matériaux et systèmes

4 ÉLÉMENTS COMPLÉMENTAIRES POUR UNE HABITATION DURABLE

Tel que mentionné précédemment, le développement durable présuppose de considérer simultanément les dimensions économique, sociale et environnementale. Ainsi, au-delà d'une participation volontaire à l'un des programmes de certification recensé au chapitre précédent, il importe de repérer le maximum de facteurs faisant en sorte qu'une résidence puisse être considérée comme durable.

« Is it using only all “natural” materials (e.g., straw bale walls)? Integrating some complex and fancy high-tech gadgets to an otherwise conventional building? Installing a green roof? Also, do green buildings need to have a specific look, which would lead the designer to base important decisions solely on aesthetic criteria? It is hard to find an absolute and definitive definition that everyone will agree with. » (Desmarais et autres, 2010, p.2)

Ce chapitre vise donc à identifier des éléments complémentaires au contenu des programmes étudiés. Au même titre que le chapitre précédent, il documente les notions qui seront ultimement abordées dans le cadre des entrevues avec les professionnels.

4.1 Implantation et aménagement

Comme il a été mentionné en introduction, bien que la question de l'intégration au sein d'un milieu de vie durable soit essentielle, la dimension urbaine/territoriale déborde du cadre de cet essai. Néanmoins, certaines considérations d'importance méritent d'être mentionnées.

Bien que l'essai porte sur la maison unifamiliale, il ne prône en aucun cas l'étalement urbain. Au-delà de chaque bâtiment en soi, l'étalement engendre une dépendance à l'automobile, des temps accrus de déplacement, une usure prématurée des réseaux de transport, la perte de terres agricoles, une fragmentation des habitats, pour en nommer que quelques-uns (Commission de coopération environnementale, 2008). Ainsi, l'implantation au sein d'une communauté viable, milieu urbain ou noyau villageois, peut contribuer à diminuer largement les déplacements liés à la voiture. Le choix du site d'implantation à proximité d'une mixité de fonctions et de services quotidiens limite les déplacements et encourage les petites entreprises et l'économie locale. Le choix de s'établir au sein d'une collectivité compacte et identitaire où les aménagements favorisent les transports actifs et le transport en commun est également à favoriser. Au niveau du ménage et au-delà des impacts liés aux déplacements, le choix d'intégrer un bureau à la résidence, d'avoir son lieu d'emploi à proximité, ou de planifier vivre à long terme au même endroit contribue à forger un esprit de communauté.

Sans vouloir s'attarder à l'ensemble des considérations environnementales touchant la complexe question de la maison au Québec, l'essai propose de prendre en compte les éléments suivants et autant que possible, de les intégrer aux discussions qui structureront les entrevues :

- Perturbation du site minimale/impact limité sur les milieux naturels

- Préservation des arbres
- Éviter l'implantation sur un terrain écosensible
- Participer à la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain
- Contrôle de l'érosion
- Perméabilité du site
- Réduction des besoins en eau potable liés à l'irrigation
- Utilisation de plantes indigènes, non envahissantes et tolérantes à la sécheresse
- Gestion des eaux de ruissellement
- Assainissement : encourager l'implantation au sein de milieux desservis par une infrastructure d'assainissement ou avoir recours à un système d'assainissement autonome écologique
- Collecte et utilisation des eaux pluviales

Ces considérations sont traitées dans la documentation de LEED pour les habitations disponible en ligne. Le lecteur pourra aisément s'y référer pour davantage d'informations.

4.2 Pérennité par la question stylistique

Au Québec, les nouvelles constructions résidentielles arborent généralement une expression stylistique fort similaire à celle des constructions d'il y a 20 ou même 30 ans (White, 2008). Tel que le mentionne Jacques White dans sa parution *Maisons modulaires contemporaines*, les designs purement contemporains ne font que rarement consensus auprès de la population (White, 2008).

Un aspect de la maison durable qui semble à priori superficiel, mais d'une importance non négligeable, est l'apparence physique de cette dernière. En effet, une habitation ayant la prétention d'être durable devrait arborer une neutralité stylistique qui lui permettra d'éviter le piège des modes passagères et ainsi, passer l'épreuve du temps. La question du style doit être mentionnée, mais puisque celle-ci est fort subjective, il est difficile de cibler une approche préférentielle.

Le respect de la culture constructive locale lie la construction neuve au patrimoine bâti régional. Le projet de résidence a d'ailleurs tout à gagner à s'inspirer de l'architecture vernaculaire d'une région. En effet, selon la pensée de l'architecte Glenn Murcutt : « L'architecture vernaculaire n'est pas [...] une tradition à copier, mais la manifestation en actes d'une forme de savoir acquis d'expérience [...] (Fromonot, 2003, p.36). » De même que décrit au premier chapitre, les bâtiments issus de la tradition vernaculaire évoluent au fil du temps. Les nouvelles constructions s'inspirent du meilleur de l'existant, conservant leur simplicité, elles augmentent en perfectionnement jusqu'à l'atteinte d'une harmonie complète avec le climat et la culture locale (Brand, 1994). Visant le rapport effort/effet le plus efficace, l'architecture vernaculaire est toujours prudente dans ses choix matériels et stylistiques. De cette manière, elle dicte une grammaire constructive économique en lien avec le milieu d'implantation et garantit la disponibilité d'une main-d'œuvre locale qualifiée (Brand, 1994). Une poignée d'architectes canadiens, comme Brian MacKay Lyons en Nouvelle-Écosse, semblent avoir réussi à cerner l'expression d'une maison répondant aux conditions

climatiques et matérielles du lieu tout en développant une approche mettant à l'avant-plan les forces culturelles et régionales (Quantrill, 2005).

Selon Proskiw (2010), de l'expérience des premières résidences R-2000, au design unique et novateur, il est à retenir que les maisons visant une haute performance devraient plutôt être peu discernable des constructions classiques dans l'optique de réduire les coûts d'une part et d'en faciliter la vente d'autre part. Le niveau d'innovation stylistique devant être mis de l'avant lors de la conception de résidences durables visant une longévité maximale semble donc à vérifier dans le cadre des entrevues.

4.3 Abordabilité – pour une maison durable accessible

Le coût initial de certaines résidences dites écologiques semble un obstacle à l'adoption de ces principes à grande échelle. Ainsi, pour qu'une telle maison se diffuse à travers le territoire québécois, elle se doit avant tout d'être accessible à la majorité des ménages de sa population. Il est également compris que les stratégies menant à une économie monétaire motivent souvent davantage les clients que les mesures visant strictement à protéger l'environnement (Cadima, 2009).

4.3.1 Compacité et efficacité de la forme

La première stratégie applicable afin de réduire substantiellement les coûts est la réduction des dimensions bâties au minimum et de façon équivalente, l'investissement initial. De plus, cette diminution du volume construit cumule les économies (chauffage, rafraîchissement, entretien) sur l'ensemble du cycle de vie de la propriété. Comme le dit si bien le professeur André Potvin (2011) : « le meilleur mètre carré est celui que l'on ne construit pas. » Également, comme l'expose le professeur Avi Friedman, la simplification du volume réduit la quantité de matériaux, le temps nécessaire à la construction ainsi que le périmètre exposé aux intempéries et aux pertes thermiques (Friedman et Côté, 2003). En effet, pour une même surface de plancher, le ratio aire de plancher/superficie des murs ou encore le ratio surface/volume montre l'efficacité de la forme. Dans la figure 8, la superficie des murs de la forme circulaire est ainsi 40 % plus petite que celle du plan en « H » (Friedman et Côté, 2003/Anonyme, 2009). Une forme et des lignes de toitures simples ont également l'avantage de minimiser les jonctions, endroits les plus propices aux pertes thermiques et aux infiltrations d'air (Straube, 2009a).

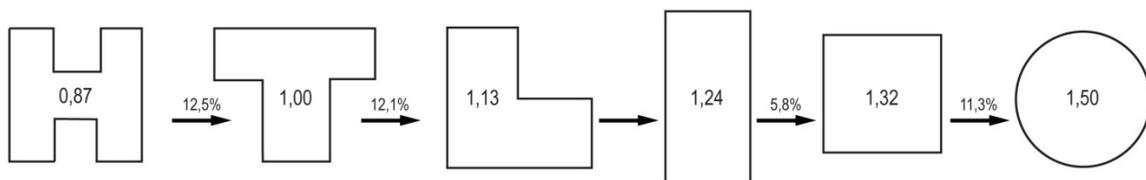


FIGURE 4.1 : INCIDENCE DE LA CONFIGURATION SUR LE PÉRIMÈTRE ET EFFICACITÉ DE LA FORME, À PARTIR DE FRIEDMAN ET CÔTÉ (2003, P.44)

À l'intérieur, un plan ouvert, libéré des cloisons internes, demande un minimum de matériaux et de main-d'œuvre. Plus encore, il permet une réduction des besoins en chauffage par la libre circulation de l'air. Partant du constat que l'espace de vie principal peut-être constitué de la cuisine, de la salle à manger ainsi que du salon, la combinaison de ces espaces en un seul, contribue à la réduction de la superficie globale tout en créant une impression d'ouverture (Drouin, 2012). Selon Friedman et Côté (2003), une distribution verticale des espaces permet nombre d'avantages : une empreinte au sol réduite, une densité accrue, en plus d'une économie de matériaux et de moyens grâce aux fondations et à la toiture qui servent d'assise et de protection pour plus d'un étage bâti.

De bonnes décisions, prises à l'étape de la conception, n'engendrent souvent pas de coûts supplémentaires. Ainsi, dans *La pièce annexe réinventée*, Jacques White ajoute aux stratégies mentionnées ci-haut une construction pensée par modularité et l'industrialisation des composantes (White, 2005). Pourrait y être ajoutées la planification d'un réseau de plomberie compacte qui évite tuyauterie et gaspillage d'eau chaude, la réduction des déchets de chantier par l'utilisation maximale des retailles, etc. (Lecomte, 2010).

4.4 Adaptabilité, flexibilité et expansibilité en réponse au mode de vie d'aujourd'hui

Les critères permettant d'assurer la pérennité d'une résidence sont nombreux. Pour assurer une véritable durabilité temporelle et maximiser l'utilisation des ressources, adaptabilité, flexibilité et expansibilité doivent être conjuguées.

L'utilisation d'une méthode constructive standard, connue des constructeurs locaux, facilite les éventuelles additions. Prévues lors de la conception initiale, ces dernières seront réalisées plus rapidement, de façon plus économique et nécessiteront moins de matériaux. Évitant la désuétude précoce de la construction, les questions de l'adaptabilité et de la flexibilité des espaces contribuent grandement à la durabilité temporelle d'une résidence surtout si l'on considère un gabarit réduit. En effet, les changements d'usage et d'aménagement d'une pièce au fil des ans, l'adjonction ou la division des espaces, etc. rendent possible une variété de modifications ultérieures compatibles avec l'évolution des ménages et la vie d'aujourd'hui (Schneider et Till, 2007). Il est possible de prévoir, dans un scénario à long terme, un espace transformable en bureau à domicile ou en petit appartement et même une résidence devenant bigénérationnelle. Dans la même optique, les considérations d'accessibilité universelle et de prévention des risques sont essentielles à l'accommodation d'une population vieillissante. Une fois de plus, les espaces ouverts permettent la modification de l'usage sans que des travaux soient nécessaires. Par leur longue portée, les structures de types poteaux-poutres libèrent de grands espaces de planchers pouvant être ultérieurement aménagés par l'occupant selon ses besoins propres. Des parois coulissantes ou amovibles peuvent également être utilisées pour la division temporaire de l'espace (Fleury, 2012).

Afin de conserver un coût initial bas, certains espaces peuvent être mis à niveau ultérieurement. Les sous-sols et combles aménagés (conception des fermes de toit en conséquence) en sont de bons exemples.

4.4.1 Potentiel de la construction modulaire et préfabrication

La construction modulaire ainsi que la préfabrication offrent un potentiel de diminution des impacts environnementaux grandement sous-exploité au niveau résidentiel en contexte québécois. L'assemblage de composantes en usine permet nombre d'avantages en plus de diminuer les coûts relatifs à une main d'œuvre d'emblée moins coûteuse et œuvrant dans un environnement contrôlé où l'ensemble des outils et matériaux sont à portée de main. Le temps nécessaire à l'érection de la résidence est fortement diminué et encore davantage s'il s'agit d'une construction en modules plutôt qu'en panneaux. Le contrôle de la qualité du produit sortant est également plus facilement réalisé, la perte de matériaux est sensiblement moindre et le niveau d'étanchéité atteint peut aisément être supérieur au niveau obtenu en chantier conventionnel (White, 2005). Pour ces raisons, la plupart des manufacturiers offrent un produit s'approchant des critères de performance de la certification Novoclimat (White, 2005). Par le choix du niveau de finition des composantes livrées sur le site, ce système constructif s'allie aisément à l'autoconstruction (White, 2005). Bien que l'industrie ne tire actuellement pas profit de la modularité comme expression stylistique résolument contemporaine, cette avenue pourrait facilement être exploitée (White, 2005). En effet, la majorité des modèles proposés par les compagnies québécoises, ancrées dans la tradition, arborent des formes moins compatibles avec la standardisation dans l'optique de plaire à une clientèle élargie. Par exemple, bien que les manufacturiers posent que des modèles d'habitations à toitures plates facilitent grandement le transport des modules vers le site de construction, la demande pour ce type de toiture est à peu près nulle (White, 2005).

4.5 Tirer profit d'un climat rude et changeant

Comme le secteur du bâtiment est responsable d'une forte part de la consommation énergétique globale, une réduction de la portion du secteur du bâti est l'un des plus grands défi environnemental en pays nordique. Les programmes incitatifs sont d'ailleurs axés sur la question de la performance énergétique et la réduction des émissions de GES associés.

Caractérisé par des saisons marquées, chauds étés et rudes hivers et un fort degré d'ensoleillement, le Québec possède un climat largement contrasté. Il possède d'ailleurs un plus grand potentiel solaire que les pays d'Europe du Nord, les gains solaires passifs et les stratégies solaires actives s'en trouvent avantagés (Brown et DeKay, 2001). Ainsi, il importe de cerner les stratégies les plus adaptées au climat particulier du Québec. Chaque construction devrait être conçue en fonction du climat spécifique du site sur lequel elle est érigée et des ressources disponibles à proximité du lieu. Ainsi, si l'objectif est d'initier un projet aux visées

environnementales, c'est à partir d'un site donné que doit découler l'orientation du bâtiment, sa forme et sa matérialité.

4.5.1 Mouvements du soleil

Les conflits de performance potentiels entre le besoin de grandes ouvertures visant à fournir un intérieur baigné de lumière naturelle et les problèmes qui leur sont associés amènent pour le concepteur la nécessité d'une grande maîtrise des notions bioclimatiques. En effet, des ouvertures mal positionnées ou en surnombre peuvent être la cause d'éblouissement inconfortable ou d'une augmentation des charges de chauffage en hiver et de refroidissement en période estivale (Brown, 2009). La maîtrise du comportement du rayonnement solaire et de son exploitation dans le bâtiment n'est pas chose simple. Une compréhension du mouvement apparent du soleil dans le ciel et au fil des saisons (variation de l'orientation cardinale et de l'angle d'incidence) en plus de l'effet du temps (potentiel inconstant, luminosité changeante) est nécessaire. De façon générale, pour ce qui est de l'implantation d'une résidence ou l'orientation des ouvertures, la quantité d'énergie solaire captée demeure sensiblement la même de plein sud jusqu'à 30° de part ou d'autre (Lavergne, 2009).

Quant à eux, les besoins du bâtiment sont également variables selon les saisons. Alors que les gains solaires sont bienvenus en hiver, ils doivent être évités en été pendant que les stratégies actives (production d'eau chaude et d'électricité), doivent être adaptées selon la période de l'année pour un captage maximal (Gagnon, 2012). Ainsi, la réalisation d'une architecture solaire de qualité demande une compréhension et une rigueur technique particulière au concepteur et alourdit donc le processus de conception d'une résidence.

4.5.2 Forme : utilisation de pièces annexes/espaces tampons

Un plan compact et économique se prête également à l'adjonction d'espaces annexes au potentiel thermique intéressant. Ceux-ci servent alors de tampon efficace contre les températures extrêmes tout en permettant les échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur (White, 2005). Sans que cela constitue la seule solution possible, la maison québécoise adaptée à son climat pourrait être constituée d'un volume central, hautement isolé, où viendraient s'accoler peu à peu des espaces annexes. En climats extrêmes, cela permet à l'occupant de se protéger des éléments, de s'adapter progressivement à son environnement et de prolonger sa période d'interaction avec l'extérieur. Modulables selon la période de l'année (perméables en été, fermés en hiver), l'adaptabilité de ces espaces les rend d'autant plus attrayants (Lavergne, 2009). La pièce annexe peut également devenir un élément clé dans l'élaboration de stratégies passives de captage de l'énergie solaire (Lavergne, 2009). Tel que l'a illustré Lavergne (2009) à la figure 9, les quatre principes du chauffage solaire passif (capter, stocker, distribuer et conserver) peuvent être exploités aisément à

travers l'espace d'une pièce annexe. Leur conception doit toutefois être réfléchi afin de ne pas nuire à l'apport de lumière naturelle au sein du volume central.

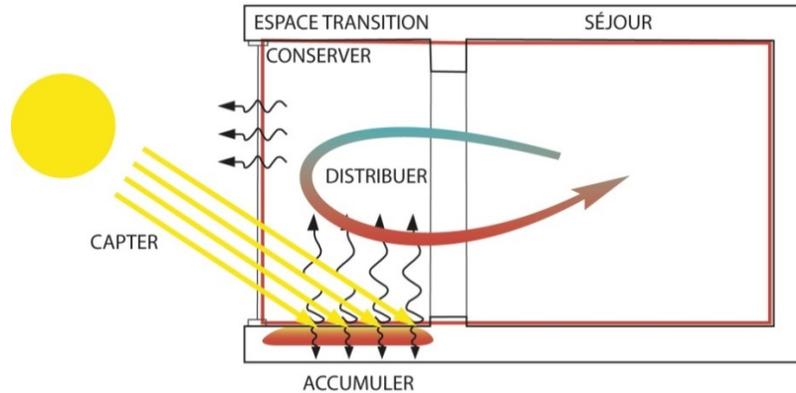


FIGURE 4.2 : LES QUATRE GRANDS PRINCIPES DU CHAUFFAGE SOLAIRE PASSIF, À PARTIR DE GAGNON (2012, P.33) ET DE LAVERGNE (2009, P.2)

Ainsi, les pièces annexes et espaces tampons combinés à un cœur d'habitation isolé tels que retrouvés dans l'architecture vernaculaire québécoise forment des éléments simples pouvant contribuer à contrer la rigueur du climat (White, 2005). De cette manière, les espaces entre-deux sont tempérés par le climat extérieur et la température interne de l'habitation. Selon leur principe de fonctionnement propre, leur niveau d'énergie est variable et dicte différents usages pour une occupation de l'espace opportuniste et optimale pouvant varier dans le temps. Thomas Herzog a tenté une schématisation de ces différents usages comme le montre la figure 10.

Principe de fonctionnement	Type		
	Collecteur à air	Tampon thermique	Sas
Utilisation			
Temporaire	JARDIN D'HIVER	ZONE DE JEUX	CUISINE D'ÉTÉ
Permanent	SERRE	REMISE	VESTIAIRE
Sporadique	ÉTENDAGE	PETIT GARAGE	PORCHE

FIGURE 4.3 : CLASSIFICATION DES PIÈCES ANNEXES EN FONCTION DE L'ÉNERGIE ET DE LEUR UTILISATION, À PARTIR DE HERZOG (1984, P.48)

4.5.3 Masse thermique

L'utilisation de masse thermique permet le stockage de l'énergie solaire accumulée pendant la période d'ensoleillement et sa libération graduelle ultérieure. Elle permet la réduction de la période et de l'amplitude de la surchauffe en plus de redistribuer la chaleur emmagasinée lorsque la température interne est plus basse, la nuit par exemple (Lavergne, 2009). Idéalement positionnée de manière à recevoir directement l'énergie solaire, elle devient importante lorsque la portion de vitrage orienté au sud excède 6 % de la surface de plancher (Carver et autres, 2012). La distribution de l'énergie emmagasinée peut s'effectuer de manière mécanique ou de façon passive à l'aide des principes de convection et de rayonnement (Lavergne, 2009). Le défi réside dans la prédiction de la capacité de stockage et de son efficacité (Carver et autres, 2012). Au Québec, toute construction à ossature légère demande une masse thermique d'une surface 5 à 6 fois plus grande que celle du vitrage capteur (Lavergne, 2009). Parmi les stratégies typiques permettant d'ajouter de la masse thermique à une construction, l'ajout de panneaux de gypse supplémentaires, les planchers de béton ainsi que les murs, planchers ou comptoirs de maçonnerie (Carver et autres, 2012). Ainsi, selon l'étude de Kesik et O'Brien (2012), l'optimisation de l'orientation solaire, la concentration des ouvertures au sud et l'ajout de masse thermique aux zones de gains directs amènent une diminution de la consommation d'énergie de chauffage de l'ordre de 10 % pour des coûts supplémentaires initiaux minimes voire nuls.

4.5.4 Décisions préliminaires et outils

Le professeur Terri Meyer Baoke pose que lorsque 7 % du budget de conception d'un projet a été dépensé, 85 % des coûts sur l'ensemble du cycle de vie ont été projetés. Les toutes premières décisions de conception sont donc celles qui ont le plus d'impact sur un projet, même à long terme (Meyer Baoke, 2009). L'impact relatif d'une décision sur la vie utile d'une construction est illustré à la figure 11.

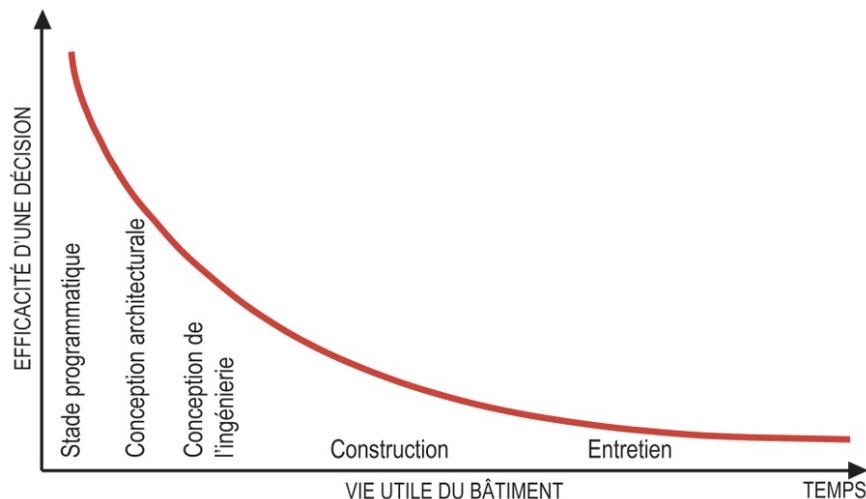


FIGURE 4.4 : EFFICACITÉ D'UNE DÉCISION ET SON IMPACT SUR LA VIE D'UN BÂTIMENT, À PARTIR DE LECHNER (2009, P.XVI)

De la même manière, les décisions concernant l'architecture solaire doivent se prendre au tout début du processus de conception. Par le gabarit réduit d'un projet résidentiel unifamilial, il est possible que la validation des principes s'effectue par l'utilisation de règles du pouce simples ou même par l'intuition du concepteur. Certains outils de conception informatique peuvent toutefois faciliter cette tâche avec l'objectif d'assurer la justesse de leur intégration. La fonction première des simulations énergétiques au stade préliminaire de conception est de prédire la performance énergétique et économique d'une combinaison d'éléments variant à l'intérieur d'une série de contraintes déterminées par le client et le concepteur. Elles permettent d'identifier quel élément du bâtiment influence son comportement thermique et de quelle façon et participent ainsi au processus décisionnel en aidant à : repérer les opportunités, éviter les incompatibilités et vérifier certains facteurs d'importance telle que l'abordabilité (Kesik et O'Brien, 2012). Le défi du concepteur est d'une part, de maîtriser ces outils, d'autre part d'avoir la capacité d'en tirer rapidement des résultats à la fois concrets et évocateurs permettant d'appuyer une décision de design (Gagnon, 2012).

4.6 Philosophie de conception

La gestion d'un projet d'habitation s'effectue traditionnellement de manière linéaire, mais peut également avoir lieu de manière intégrée. Cela implique alors des rencontres entre le concepteur, le client, l'ingénieur et l'entrepreneur à chacune des étapes du projet dans l'optique de valider les décisions et de tirer un plus grand profit des opportunités de design. Son avantage principal réside dans l'évitement de conflits potentiels pouvant résulter d'un processus linéaire où par exemple les ingénieurs sont aux prises avec des décisions formelles arrêtées (Desmarais et autres, 2010). Ainsi, les concepteurs doivent collaborer le plus tôt possible avec les ingénieurs en mécanique, afin de valider la performance anticipée de stratégies passives contribuant à l'efficacité énergétique de la construction (Boivin, 2007). Par sa plus grande cohérence d'ensemble, seul un processus de conception intégrée permet l'atteinte de performances environnementales exceptionnelles (Desmarais et autres, 2010)

4.7 Le bon matériau à la bonne place

Dans un esprit de durabilité, la qualité de la construction ainsi que la durée de vie de ses composantes sont certainement cruciales. Dans l'optique cycle de vie, certains points, lorsque considérés comme un investissement sur le long terme, deviennent économiques. Il importe cependant de garder un équilibre entre le coût initial et l'économie sur l'ensemble du cycle de vie. Par exemple, un investissement sur une isolation accrue a un impact direct sur les frais de chauffage et de rafraîchissement et dure généralement toute la vie utile de la construction. Dans le même ordre d'idées, l'emploi de matériaux de qualité supérieure constitue souvent un choix rentable sur le long terme, évite un entretien obligatoire plus fréquent tout en participant du même coup à la durabilité de la construction. Par exemple, le choix d'un recouvrement de toiture en acier

inoxydable au surcoût initial de 30 à 50 % par rapport au bardeau d'asphalte offre une durabilité trois fois supérieure à ce dernier (Lecomte, 2010).

4.7.1 Enveloppe en tant que système

L'enveloppe, considérée comme un système, couplée à une attention particulière portée à la compatibilité des composantes, assure une meilleure durabilité de la construction en minimisant au maximum la possibilité de défaillances prématurées. Ces défaillances forcent le remplacement hâtif de composantes par des matériaux neufs au coût monétaire et environnemental (extraction, production, transport, opération et démolition) souvent considérable (Lucuik, 2007/Desmarais et autres, 2010). Ainsi, chaque matériau devrait être considéré selon sa relation avec les autres composantes de l'assemblage et selon leurs conditions d'exposition. Un matériau seul, aux caractéristiques aussi environnementales soient-elles, ne devrait jamais être utilisé avant que ses spécifications techniques et son impact à l'intérieur de l'assemblage aient été vérifiés. La compréhension réelle par le concepteur du comportement et du vieillissement des matériaux nécessaire à l'utilisation de composants nouvellement introduits sur le marché est donc un gage de qualité de la construction en résultant (Desmarais et autres, 2010).

Les matériaux utilisés dans la construction d'une résidence sont nombreux et leur choix peut être dicté par des considérations économiques, écoénergétiques, esthétiques, voire même culturelles ou philosophiques. Devant l'ampleur des possibilités, la division des matériaux en deux grandes sous-catégories soit les éléments composant l'enveloppe du bâtiment (matériaux souvent non visibles une fois la construction terminée) et ceux qui concernent l'apparat (parement, finition, etc.) aide à y voir plus clair.

4.7.2 Matériaux d'apparat

Jacques White explore le caractère symbolique des matériaux d'apparat en fonction de leur emplacement au sein de la construction et du sens recherché (permanence, noblesse, prestige et visibilité sociale, aspect temporaire ou saisonnier, légèreté, subordination par rapport au corps de logis principal, etc.). Il croit au potentiel de l'expression des systèmes constructifs en tant qu'éléments visibles d'une composition spatiale porteuse de sens vrai. Ainsi, comme cela était usuel autrefois, l'exposition des structures ou de matériaux d'enveloppe constitue certainement une voie plus riche de sens que les finis uniformisés d'aujourd'hui et que l'utilisation d'ornements purement décoratifs (White, 2005). Puiser dans le passé, à la recherche de repères culturels oubliés, certaines logiques et certains critères valables, mais dorénavant sous-représentés afin de guider l'utilisation de matériaux dont les usages demeurent sensiblement les mêmes qu'autrefois paraît une voie fiable pour une mise à jour contemporaine d'un langage authentique (White, 2005).

Jacques White croit également que par une utilisation créative de matériaux usuels et peu coûteux, il est possible d'en arriver à des effets intéressants : « La fabrication n'émerge pas de la conception des systèmes innovateurs, mais de la stratification non conventionnelle de systèmes usuels : exposition du dissimulé ; répétition et variation ; peau et structure en interaction (White, 2005, p.138). » Il est cependant impératif de cesser ou du moins de limiter l'utilisation de matériaux qui font appels à une fausse représentation de matériaux nobles, ces faux-semblants vieillissent en effet souvent mal dans la culture populaire.

« Voici exactement ce qui nous intéresse : se servir de formes et de matériaux connus, mais d'une façon nouvelle qui les fasse redevenir vivants. Nous voudrions faire un bâtiment qui fasse dire aux gens : "Bien! Ceci ressemble à une vieille maison traditionnelle, mais en même temps possède quelque chose de complètement nouveau". Personne n'a encore véritablement réussi cela dans l'architecture contemporaine. Une architecture qui semble familière, que vous n'êtes pas obligés de regarder, qui est quasiment normale – mais qui, en même temps, a une autre dimension, une dimension de nouveauté, quelque chose d'inattendu, d'intrigant et même de perturbant. » Citation de Jacques Herzog au sujet d'une maison de sa conception (White, 2005, p.139).

4.7.3 Enveloppe et risques reliés

L'enveloppe, à la fois opaque et transparente, forme la limite où ont lieu les transferts thermiques entre l'intérieur et l'extérieur. Constituée de diverses composantes, son ennemi principal est l'humidité et les éventuels problèmes reliés, ce qui amène une considération pour la compatibilité des éléments la constituant (Fleury, 2012). Ainsi, la conception d'une résidence durable passe par l'optimisation des éléments entrant dans la composition du mur d'enveloppe afin qu'ils soient à la fois efficaces, sains et économiques. Même si les clients sont en général moins prompts à vouloir investir dans des mesures qui ne peuvent être appréciées visuellement, les choix concernant l'enveloppe sont importants, car celle-ci a fort peu de chances d'être modifiée au cours de la vie utile de la résidence (Kesik et O'Brien, 2012).

Comme l'écrit André Fauteux, éditeur en chef du magazine *La maison du 21^e siècle* : « Autrefois, les murs mouillés séchaient plus rapidement, car c'étaient de vraies passoires : le vent d'hiver balayait leurs cavités peu étanches et peu ou pas isolées (Fauteux, 2009, p.3). » Toutefois, à l'heure des matériaux de construction non perméables à base de colle et de dérivés du pétrole, il est nécessaire de considérer la question de l'humidité à travers l'enveloppe. Il est à prévoir qu'au cours de sa vie utile, presque l'ensemble des constructions résidentielles subira une infiltration d'eau, qu'elle soit causée par la pénétration de la pluie, un barrage de glace ou par une fuite du réseau de plomberie (Fauteux, 2011). Elles sont souvent causées par des détails déficients ou mal exécutés et des solins mal réalisés (Fauteux, 2000). Ces infiltrations incontrôlées, la pénétration d'humidité et la condensation forment, à long terme, les menaces les plus courantes à l'intégrité structurale et à la performance de l'enveloppe (Desmarais et autres, 2010). Afin de prévenir sa dégradation hâtive, elle doit donc être conçue de manière à éviter d'emprisonner l'humidité dans les

murs et à favoriser l'assèchement rapide de l'ossature de bois et des autres matériaux putrescibles (Fauteux, 2009). L'air intérieur humide se condense lorsqu'il rencontre un matériau dont la température correspond à son point de rosée. L'eau passe alors de l'état gazeux à l'état liquide (Fauteux, 2009). Plus l'enveloppe est performante, plus le risque de condensation et à la longue de développement de moisissures est important si les murs n'ont pas la capacité de diffuser la vapeur correctement (Fauteux, 2011). Les conséquences d'un usage inapproprié des matériaux isolants et de leur mauvaise localisation au sein de l'assemblage mural peuvent donc amener des résultats désastreux (Roos et Gorgolewski, 2011).

Après les considérations strictement énergétiques, l'importance de l'étanchéité à l'air est une nouvelle fois cruciale dans l'optique d'éviter l'infiltration d'un haut degré d'humidité dans les cavités murales (Fauteux, 2011). Une étanchéité déficiente peut être source de problèmes de condensation dans l'enveloppe. Selon l'ingénieur et expert en science du bâtiment Jim White : « La majorité des problèmes d'humidité dans les murs sont causés par les fuites d'air. Dans les maisons les mieux isolées, ces fuites peuvent représenter les principales pertes de chaleur, même supérieures aux pertes thermiques par conduction à travers les matériaux (Fauteux, 2011). » Les problèmes surviennent souvent lorsque le taux d'humidité de la maison est élevé combiné à une étanchéité inégale (fuites d'air localisées et infiltrations d'eau). D'où l'importance du test d'infiltrométrie, prôné par plusieurs experts et qui demeure absent de la nouvelle réglementation (Fauteux, 2011). Bien qu'il ne garantisse pas l'étanchéité à long terme du pare-vapeur, le test d'infiltrométrie incite l'entrepreneur et ses sous-traitants à un travail consciencieux et à une attention particulière envers l'étanchéité (Fauteux, 2011). Bien que non-recommandée, une étanchéité de 4 à 5 CAH @ 50 Pa ne serait pas problématique en elle-même lorsque bien répartie (Fauteux, 2011). Une étanchéité optimale permet l'évitement de la condensation interstitielle dont trop de résidences superisolées ont souffert par le passé. Une étanchéité de 1,5 CAH @ 50 Pa peut être atteinte moyennant un effort de conception de détails efficaces et par l'inspection de la construction couplée à un test d'infiltrométrie (Straube, 2009a). Un des plus grands obstacles à l'atteinte d'une étanchéité optimale réside dans les constructions de forme complexe (Straube, 2009b). Il est toutefois nécessaire de mentionner que la pourriture peut réussir à s'installer à un taux aussi bas que 0,6CAH@50Pa lorsqu'une double ossature est utilisée. La vigilance est donc toujours de mise (Straube, 2009b).

Pour leur part, les ponts thermiques de l'enveloppe peuvent causer jusqu'à 50 % d'augmentation de la transmission thermique des murs (Roos et Gorgolewski, 2011). Lorsque cela est possible, l'espacement des éléments d'ossature à 24" (610mm) au lieu de 16" (406 mm) permet une réduction de ces pertes thermiques (Canada. SCHL, 2009). L'isolation additionnelle à l'extérieur de l'ossature coupe efficacement les ponts thermiques liés aux colombages ou autres éléments structuraux. Faite d'un matériau étanche, elle aide à protéger le mur de la pluie tout au long de

l'année (Fauteux, 2011). La sélection du matériau isolant au moindre impact environnemental est également importante puisque le temps requis pour balancer le potentiel de réchauffement planétaire de certains types d'isolant peut approcher une centaine d'années (Roos et Gorgolewski, 2011).

4.7.4 Éviter de jeter l'argent par les fenêtres

Essentielle au captage de l'énergie solaire, la fenêtre est également la cause d'une grande part de la déperdition thermique de l'enveloppe. Selon Lavergne (2009), elle est responsable de jusqu'à 35 % des pertes de chaleur d'une résidence standard. Les fenêtres de vinyles au cadre non isolé utilisées couramment dans les résidences atteignent la faible performance de R-2 ou R-3 (CanPHI, s.d.b). Les pertes thermiques par rayonnement sont particulièrement élevées lors des nuits froides au ciel dégagé alors que les fenêtres irradient la chaleur vers cet air à basse température. L'utilisation d'isolation nocturne peut contribuer à contrer cette déperdition thermique, mais il importe surtout de faire la part entre gains solaires diurnes et pertes thermiques nocturnes (Brown et DeKay, 2001/Lavergne, 2009).

Proskiw (2010) rapporte que la sélection des ouvertures est l'un des aspects les plus problématiques de la conception d'une résidence visant l'atteinte de l'énergie nette zéro. En effet, choisir la meilleure fenêtre est plus complexe que la sélection du meilleur système d'enveloppe. La performance de l'ouverture dépend de deux variables fonctionnant de façon inverse soit sa résistance thermique et son coefficient de l'apport par rayonnement solaire (*Solar Heat Gain Coefficient* : SHGC). Ainsi, les fenêtres au haut SHGC sont plus efficaces au sud alors que celles comportant une meilleure résistance thermique sont appropriées aux autres orientations cardinales (Proskiw, 2010). Cet aspect est souvent négligé lors du choix des ouvertures, la plupart des concepteurs spécifiant des vitrages hautement performants pour l'ensemble de la construction (Carver et autres, 2012). Il est également à prévoir que les gains solaires attendus peuvent être limités par l'ombre projetée par les bâtiments voisins, la végétation, etc., un impact qui demeure difficile à quantifier et qui peut amener à modifier la sélection du vitrage pour qu'il demeure optimal (Carver et autres, 2012).

Si certains gains solaires peuvent être moins importants que prévu, une fenestration abondante, spécialement au sud, peut également mener à des problèmes de surchauffe en période estivale. C'est ainsi que Proskiw (2010) en vient à la règle du 6 %, comme guide limitant la superficie de vitrage orienté sud à un maximum 6 % de la superficie de plancher.

Ainsi, la performance de la fenêtre est liée à plusieurs de ses composantes. Pour une performance satisfaisante en contexte québécois, le cadre doit être non conducteur (vinyle, bois, fibre de verre), les intercalaires isolés, le vitrage double ou idéalement triple, avec enduit à faible émissivité et

l'espace rempli d'un gaz inerte (argon) (Straube, 2009a). Celles-ci forment un élément très coûteux de la construction et doivent, de plus, être remplacées environ toutes les 25 années. Cela devient éloquent lorsqu'est comparé le coût d'une superficie murale d'un mètre carré de mur isolé dit standard soit 311,26 \$ à une fenêtre triple vitrage de la même superficie dont le coût atteint 1687,49 \$ selon la récente étude de Hamelin et Zmeureanu (2012). Il s'agit donc typiquement de 3 à 7 fois plus qu'une surface opaque de superficie équivalente (Proskiw, 2010). Ce coût important rend le rapport coût/efficacité des fenêtres ultraperformantes moins intéressant que certaines autres options de conservation de l'énergie (Carver et autres, 2012). De plus, elles sont très difficiles à se procurer sur le marché du Québec. Lorsqu'importées, les fenêtres remplissant les spécifications de la certification *Passive House* coûtent environ le double (90-100 \$/pi²) comparativement aux fenêtres à triple vitrage de fibre de verre offertes ici (R6 à 50 \$/pi²) (Straube, 2009a). Ainsi, bien que la performance des fenêtres se soit grandement améliorée dans le temps, l'innovation de l'industrie et la disponibilité sur le marché conditionnent d'éventuelles baisses de coûts et du même coup, l'augmentation de la performance des résidences (Straube, 2009b).

4.7.5 Choix des matériaux

Le choix des matériaux pris individuellement doit être dicté par leur capacité à passer l'épreuve du temps que ce soit par leur longévité prouvée dans le contexte climatique local ou par leur noblesse et leur capacité à survivre aux modes passagers. L'utilisation de matériaux nouvellement introduits sur le marché demande, comme mentionné plus haut, une connaissance pointue de leurs propriétés et de leur comportement prévu à long terme. L'utilisation de matériaux d'origine naturels ou de source renouvelable permet de grandement diminuer l'impact environnemental de leur utilisation. Au Québec particulièrement, la ressource en bois est spécialement à exploiter. Il s'agit en effet d'une ressource locale abondante, renouvelable et d'origine naturelle, recyclable et contribuant de plus, à la séquestration de carbone dans la construction. L'utilisation de matériaux de construction extraits, produits ou recyclés localement comporte de nombreux avantages. En premier lieu, le transport sur des distances plus courtes en diminue l'impact environnemental. Ensuite, la production ou la transformation des produits dans le pays d'utilisation apporte l'assurance du respect des normes sanitaires et environnementales en vigueur et souvent plus strictes que, par exemple, dans certains pays en voie de développement. L'impact des procédés de transformation sur les milieux naturels est également assuré selon la réglementation en vigueur. Lorsque désuets, les matériaux ou composants nécessaires seront retrouvés plus facilement s'il s'agit d'un approvisionnement local. Finalement, point d'importance majeure, l'utilisation de matériaux locaux favorise l'essor de cette économie ainsi que le développement des connaissances (Pronovost, 2012). Les matériaux à faibles émissions sont également à privilégier, spécialement pour accommoder les personnes hypersensibles puisqu'une relation claire a été établie entre le taux de pollution de l'air intérieur par les composés organiques volatils (COVs) et la

santé humaine. Ces COVs sont utilisés dans le processus de fabrication d'innombrables matériaux, mais également de plusieurs autres produits d'utilisation courante retrouvés dans les espaces intérieurs d'une résidence (Hemsath et autres, 2012). Finalement, l'utilisation de matériaux récupérés minimise de façon maximale l'impact de ces derniers en allongeant leur durée de vie utile. À défaut de ceux-ci, les matériaux contenant un fort pourcentage de matières recyclées évitent l'extraction de nouvelles ressources et diminuent l'utilisation d'énergie liée au processus de transformation, ce qui en diminue fortement l'impact environnemental (Simard, 2009/Jolliet et autres, 2005).

L'analyse du choix des matériaux a fait l'objet d'un essai de la maîtrise en environnement par Élisabeth Simard en 2009. Ce dernier est intitulé : *Les matériaux de construction résidentielle dans une perspective de développement durable : analyse comparative* est disponible sur le site internet du programme de Maîtrise en environnement de l'Université de Sherbrooke (Simard, 2009).

4.7.6 Utilisation de matériaux de seconde vie

Un des aspects fondamentaux du design durable est de maximiser l'utilisation des ressources investies. Les déchets de construction et de démolition de l'ensemble du secteur de la construction comptent pour 35 % du flot de rebuts total au Canada, l'étape de la fin de vie utile pose de multiples défis (Gorgolewski, 2009). La réutilisation permet de donner une seconde vie aux matériaux et ainsi de conserver l'énergie intrinsèque préalablement investie lors de la transformation/assemblage de la composante. À priori, elle semble une voie tout indiquée dans l'objectif de réduire les coûts monétaires et environnementaux de la construction d'une résidence (Gorgolewski, 2009). Elle apporte cependant plusieurs défis au projet, ce qui peut en partie expliquer son recours marginal. Selon le docteur Gorgolewski, de plus en plus d'architectes tentent tout de même d'intégrer des composantes de seconde vie (poutres, colonnes, parement, briques, etc.) à leurs projets (Gorgolewski, 2009).

Par leur faible disponibilité, l'intégration de composantes usagées augmente la complexité du processus de design. Afin d'éviter les modifications de dernière minute, celui-ci doit alors s'amorcer par un inventaire des matériaux et composantes réutilisables disponibles afin de s'assurer de la coordination entre l'offre et la demande. De cette manière, la conception s'effectue avec comme contrainte, les dimensions et quantités disponibles. Bien que le coût des éléments de seconde vie soit attrayant, le temps accordé à leur recherche, à l'estimation de leurs spécifications techniques et à leur installation doit être pris en compte. Ces difficultés peuvent décourager clients et concepteurs (Gorgolewski, 2009). Une fois de plus, la loi de l'offre et de la demande est à considérer. Dans l'éventualité où un véritable marché de matériaux de seconde vie serait créé, davantage d'éléments pourraient être offerts à un prix inférieur aux matériaux neufs (Fleury, 2012).

Le problème lié aux spécifications techniques des composantes demeure cependant entier. Comment s'assurer de la performance de composantes majeures telles que des fenêtres ou des éléments structuraux? Une utilisation ingénieuse ou alternative de ces composantes peut alors être la meilleure solution. Afin d'éviter que les pertes énergétiques soient plus importantes que le coût de l'investissement dans un élément neuf, les fenêtres de seconde vie peuvent être installées dans une pièce annexe. Quant à eux, les éléments structuraux dont la portance n'a pas été validée par un ingénieur devront eux aussi être mutés en un autre usage. Autre défi, où la démontabilité joue un rôle clé, la durée de vie résiduelle d'une composante usagée peut-être plus courte que celle de l'assemblage dont elle est partie intégrante. Il est donc important d'en tenir compte et d'en faciliter le remplacement ultérieur. Employée comme principe sous-jacent à la conception de la structure, la démontabilité permet la réutilisation directe de composantes, sans transformation préalable. Les assemblages doivent alors être boulonnés plutôt que cloués ou soudés et les adhésifs doivent être proscrits. Toutefois, puisque ces principes sont plus aisément applicables aux structures en bois d'ingénierie ou en acier qui occasionnent des coûts supplémentaires par rapport à une construction à ossature de bois conventionnelle, ils ne visent que rarement les constructions unifamiliales (Fleury, 2012/Gagné, 2010).

4.7.7 Cycle de vie et période occupationnelle

Bien que l'impact de la consommation énergétique liée aux besoins de chauffage, de refroidissement et d'éclairage de la période occupationnelle soit important, plus l'enveloppe de la construction est efficace, plus l'épaisseur d'isolant s'y cumule, plus l'énergie intrinsèque qui y est investie augmente pendant que de l'autre côté, les besoins énergétiques de la période occupationnelle s'en trouvent réduits (Hamelin et Zmeureanu, 2012). Dans l'optique d'un impact environnemental moindre sur l'ensemble du cycle de vie et d'une construction abordable, où se situe la limite entre efficacité de l'enveloppe et consommation énergétique de la période occupationnelle? Une étude récente vise l'optimisation par l'analyse du cycle de vie en énergie primaire et en coûts d'une résidence unifamiliale située en contexte québécois. À la suite de l'étude, il apparaît que la différence la plus importante entre l'analyse du plus faible coût et celle de la consommation énergétique la plus basse pour la totalité de la période étudiée est la résistance thermique des murs extérieurs. En effet, même en utilisant les données du « *grid-mix* » québécois, où l'énergie est bon marché, l'analyse des coûts conclut à une épaisseur d'isolant considérablement réduite par rapport aux résultats de l'analyse de la consommation d'énergie primaire qui elle prône une épaisseur maximale (Hamelin et Zmeureanu, 2012). Autres points intéressants, dans les deux cas, les planchers de béton performant mieux que les planchers de bois et les petites ouvertures davantage que les grandes (Hamelin et Zmeureanu, 2012).

Puisque les systèmes muraux utilisés dans la pratique courante (ossature de 2' x 6', 3,52 RSI (R-20)) comportent une isolation de base relativement bonne, l'impact énergétique d'une isolation

accrue en rapport avec son surcoût (de 20-70 \$/m² ou 2-7 \$ pi² de superficie murale) peut être plus modeste qu'escompté. (Hamelin et Zmeureanu, 2012). Pour un même objectif de consommation énergétique, passé une certaine résistance thermique de l'enveloppe, le retour sur l'investissement peut être plus intéressant si ce dernier est consacré à des stratégies énergétiques distinctes plutôt que d'augmenter davantage l'épaisseur de l'isolant (Hamelin et Zmeureanu, 2012). Par contre, une enveloppe hautement isolée accompagnée d'une bonne masse thermique a la capacité de soutenir des températures intérieures beaucoup plus longtemps qu'une résidence standard. Cela peut s'avérer un avantage en cas d'interruption du réseau électrique par exemple (Kesik et O'Brien, 2012). De plus, l'entretien et le remplacement de composantes d'une enveloppe efficiente ne sont que très rarement nécessaires contrairement du cas des technologies actives (Holladay, 2009).

4.8 Perspective du client/occupant

Tel que l'exprime clairement Brown : « Buildings don't use energy, people do » (Boivin, 2007). Ainsi, le confort ressenti par l'occupant et les choix liés au mode de vie dictent les réglages des systèmes de contrôle et les dépenses énergétiques associées. Bien que le confort doit être à la fois thermique, visuel et acoustique et sans nier l'importance des deux derniers, il sera ici principalement traité du confort thermique.

4.8.1 Confort et perspective de l'occupant

La consommation énergétique d'une résidence unifamiliale dépend à la fois de facteurs environnementaux et humains. Ces derniers sont reliés au nombre d'occupants, au temps d'occupation, au type d'activité, au niveau de confort choisi et aux différents besoins thermiques (variables selon l'âge, le sexe, le niveau d'habillement, etc.) (Cadima, 2009/Olgyay, 1963). Une étude réalisée au Royaume-Uni montre que le comportement d'usagers de résidences dites durables compte pour 15 % de la variation dans l'utilisation du chauffage, 37 % de l'électricité et 11 % de la consommation en eau (Lappegard Hauge et autres, 2011). La manière d'habiter a donc un impact direct considérable sur la consommation énergétique et il importe que les occupants le reconnaissent (Cadima, 2009). En effet, ces derniers n'ont souvent qu'une vague idée de la quantité d'énergie qu'ils utilisent et ne peuvent imaginer quelle différence pourrait résulter d'un changement de comportement ou encore de l'investissement dans une mesure d'efficacité sur la consommation énergétique totale de leur résidence (Cadima, 2009). Faute de sensibilisation à cet égard, ils tendent à imaginer un confort automatiquement plus grand lorsqu'ils occupent une résidence à haut rendement énergétique. Il en résulte un relâchement dans l'attention vis-à-vis des mesures de base d'efficacité énergétique comme le réglage du thermostat et comme résultat, des résidences ne performant pas toujours de manière optimale ou escomptée (Kordjamshidi, 2011). La température réglée sur le thermostat est d'ailleurs l'élément le plus déterminant de l'utilisation

énergétique de la résidence et le moins dispendieux à modifier dans l'optique d'une amélioration de la performance (Brown, 2009).

L'objectif principal de tout bâtiment énergétiquement efficace est d'atteindre une consommation minimale sans sacrifier le confort thermique de l'occupant (Kordjamshidi, 2011). Il est connu que l'homme peut éprouver une sensation de confort dans un environnement intérieur sur une vaste gamme de températures ambiantes. Comme mentionné précédemment, ce confort ressenti diffère selon les préférences individuelles, la disponibilité des systèmes de contrôle, l'utilisation de la pièce, etc. (Cadima, 2009). Selon Olgay, les variables climatiques principales influant sur le confort sont : la température ambiante, l'humidité relative, le mouvement de l'air et le rayonnement solaire. Elles définissent la zone de confort et peuvent être illustrées par le diagramme de la figure 12 (Olgay, 1963).

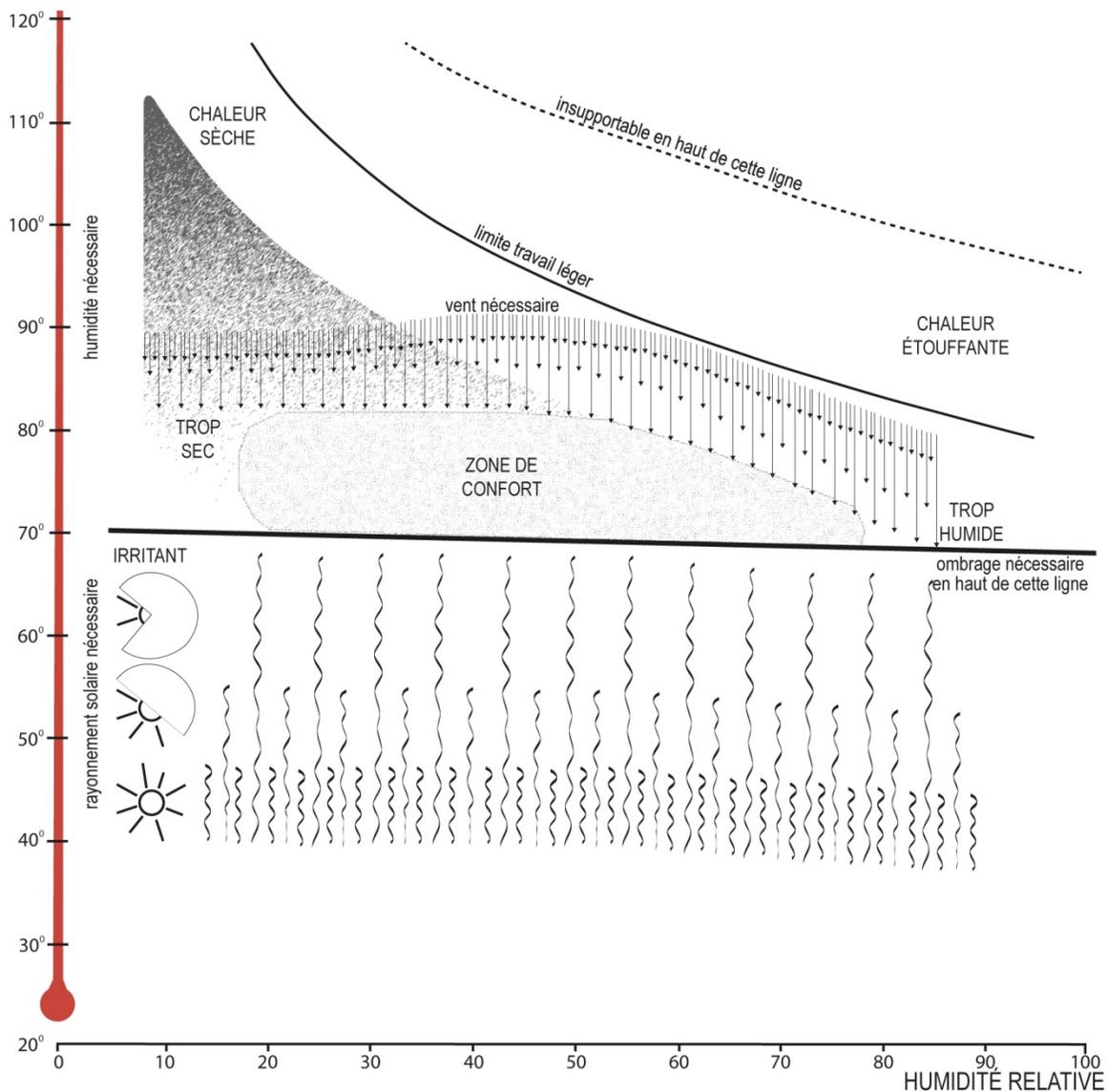


FIGURE 4.5 : DIAGRAMME BIOCLIMATIQUE SCHÉMATIQUE, À PARTIR DE OLGAY (1963, P.17).

La « zone de confort » est normalement définie comme une plage de température allant de 19 à 27°C (67°F à 81°F), le tout dépendant de l'humidité relative (Olgay recommande entre 30 et 65 % alors que la norme ASHRAE standard 55 (ANSI/ASHRAE 2004) dicte entre 20 et 80 %) (Olgay, 1963,/Hemsath et autres, 2012). Elle peut cependant être élargie à une température plus élevée lorsque accompagnée d'un mouvement de l'air plus important et à une température plus basse combinée à un champ radiant plus chaud tel le rayonnement solaire (Brown, 2009). Le principe de l'adaptation thermique se base sur la biologie humaine : lorsqu'un changement de conditions climatiques menant à un inconfort a lieu, la personne réagit dans l'optique de restaurer ce confort (Demers et autres, 2009/Lavergne, 2009).

La réaction de l'homme à un stimulus sensoriel est modifiée lorsque la personne a un contrôle sur ce stimulus (Boivin, 2007). Le niveau de confort et de satisfaction est ainsi fortement lié à la perception de la capacité de contrôle de l'environnement intérieur, que le système soit passif ou mécanique (Velikov et Bartram, 2009). L'utilisateur étant rarement passif vis-à-vis de son environnement, la capacité de contrôle de l'environnement intérieur, nommée « opportunité d'adaptation », assure généralement une plus grande tolérance aux variations de conditions thermiques et un plus grand niveau de confort perçu. Ainsi, lorsqu'une modification des conditions climatiques crée un inconfort, l'occupant réagit de manière à rétablir ce confort. Que ce soit pour le contrôle des ouvrants permettant la ventilation naturelle, le déplacement de l'isolation nocturne ou simplement le réglage du degré de chauffage et de climatisation, la simplicité d'opération et de compréhension du système de contrôle est primordiale (Velikov et Bartram, 2009/Lavergne, 2009/Boivin, 2007). Lorsque l'interface de ces systèmes semble au premier abord trop avancée, il demeure en général non utilisé ou alors pas entièrement compris (Lappegard Hauge et autres, 2011). De la même manière, le manque d'instructions à propos de l'utilisation adéquate des systèmes de contrôle est une raison typique de leur mauvaise utilisation. Ainsi, plusieurs désagréments peuvent être évités en assurant la compréhension de l'opération du système de ventilation, le besoin et la fréquence du remplacement des filtres, etc. (Lappegard Hauge et autres, 2011). Pour ces raisons, l'utilisation de technologies simples, intuitives et conviviales que l'on pourrait nommer de type *low-tech* est donc recommandée.

4.9 Systèmes mécaniques

La conception du bâtiment ainsi que son occupation déterminent les besoins de la construction en matière de chauffage, de climatisation, de ventilation et d'éclairage. Une faible consommation d'énergie n'indique pas nécessairement une conception efficace. Elle peut résulter d'une faible occupation de l'espace ou par l'utilisation d'appareils ménagers très efficaces, ceux-ci consommant une proportion significative de l'énergie utilisée dans une résidence (Kordjamshidi, 2011). L'augmentation de l'efficacité des systèmes mécaniques et électriques a été la première réponse au besoin de diminuer l'utilisation de l'énergie. Cependant, et tel qu'illustré à la figure 13, la

réduction directe des charges, par une conception plus soignée du bâtiment et une occupation conséquente, permet en premier lieu de diminuer la capacité des systèmes. Les coûts ainsi épargnés peuvent alors être investis dans l'augmentation de leur efficacité (Brown, 2009).

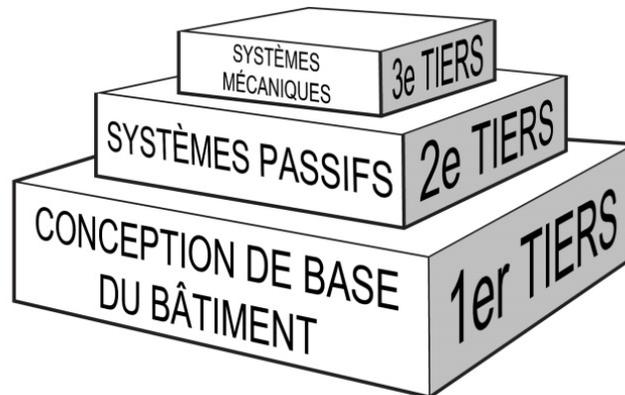


FIGURE 4.6 : APPROCHE DES TROIS TIERS, À PARTIR DE LECHNER (2001, P.8)

Ainsi, le choix des systèmes mécaniques requis pour le bon fonctionnement d'une résidence est fortement lié à l'ensemble des choix préalables : forme, volume, orientation et efficacité de l'enveloppe de la résidence. Les systèmes offerts sur le marché sont également très nombreux. L'expérience des résidences visant l'atteinte de l'énergie nette zéro au Canada rend possible la formulation de critères appuyant le choix des technologies employées. Ainsi, l'accessibilité financière, la fiabilité, la facilité d'installation et la capacité d'opération des systèmes par un non-expert (usager) ressortent comme éléments non négligeables (Proskiw, 2010). L'étude de Proskiw (2010) conclut également à l'importance de la disponibilité des technologies et systèmes sur le marché afin d'assurer la disponibilité d'un personnel d'entretien ainsi que de pièces de rechange dans l'éventualité d'un bris du système.

4.9.1 Importance de la ventilation

Avec l'amélioration de l'étanchéité des résidences, un taux plus élevé de pollution de l'air intérieur est susceptible de se concentrer dans les espaces de la maison. Dans les résidences très étanches, une faible ventilation peut causer une accumulation de dioxyde de carbone, de radon ou de composés organiques volatils (COV) (Hemsath et autres, 2012). L'amélioration de l'efficacité énergétique amène ainsi une plus grande importance du système de ventilation afin de conserver une qualité de l'air intérieur optimale et de la même manière, assurer la santé des occupants (Hemsath et autres, 2012)

4.9.2 Systèmes actifs de production d'énergie renouvelable sur le site

Le coût des systèmes de production d'énergie renouvelable (photovoltaïque, chauffe-eau solaire, géothermie, éolienne, etc.) augmente de façon significative le coût initial d'une résidence et constitue un élément dissuasif à leur implémentation (Kesik et O'Brien, 2012). Cependant, même

en portant un regard global, certaines mesures environnementales ont un coût initial qui demeure nettement supérieur à l'économie qu'elles engendrent. Dans le contexte du Québec, le faible coût de l'hydro-électricité rend la rentabilité de ces systèmes très difficile à atteindre. De plus, l'absence de subventions ou de système de rachat de l'énergie autoproduite (comme c'est le cas en Ontario et à travers l'Europe) porte le retour sur l'investissement initial jusqu'à plusieurs décennies (Paradis Bolduc, 2012). Il est également important de considérer le coût environnemental de ces systèmes sur l'ensemble de leur cycle de vie. Les panneaux photovoltaïques, par exemple, demandent une quantité d'énergie et de matériaux impressionnante pour leur fabrication. Cela doit être pris en compte dans l'évaluation de leur rendement final (Rosenbaum et White, 2009).

Les systèmes de production d'énergie renouvelable sur le site se développent toutefois rapidement. L'histoire récente suggère que le coût de ces technologies diminuera de façon considérable avec le temps et l'augmentation de la demande. Selon Straube (2009b), pour ce qui est des systèmes solaires actifs, cette réduction des coûts pourrait aller jusqu'à 50 % d'ici 5 à 10 ans. Il est ainsi plausible de croire que ces technologies deviendront rapidement avantageuses financièrement. D'ici là, il est possible de construire des résidences intégrant la conception « prêt pour le solaire » permettant une installation différée de ces technologies. Le coût de l'installation supplémentaire d'un simple conduit facilitant la pose des tubulures et du filage requis est infime et permet des coûts et un dérangement minimaux lors de cette installation ultérieure (Kesik et O'Brien, 2012). De cette manière, l'investissement initial par le client lors de la construction peut être concentré sur des stratégies passives et une enveloppe efficace, éléments pouvant représenter une diminution allant jusqu'à 90 % de la consommation énergétique (et ne pouvant que difficilement être modifiés par la suite) tout en permettant l'investissement ultérieur dans les stratégies actives (Kesik et O'Brien, 2012/Rosenbaum et White, 2009/Proskiw, 2010).

4.10 Étude de cas : Rebut Global, Baie St-Paul

Rebut Global 2007

2007

Les compagnons du Rebut Global	Baie St-Paul, Charlevoix	
Conception		
Construction		
Superficie		
Famille/nombre de chambres		
Prix	77 000 \$	
Assainissement	Système Roseau Épurateur	
Tire parti du solaire passif	Fenestration abondante au sud	
Éviter la surchauffe	Utilisation de brises-soleils	
Utilisation de masse thermique	Planchers de béton sur structure de bois	
Ventilation naturelle	Escalier décloisonné favorisant les mouvements de l'air	
Fondations	Sur pilotis (réduction de l'empreinte)	
Parement	Épinette torréfiée et bardeau d'épinette	

Finition intérieure	Murs en ballots de paille recouverts d'argile grise locale
Isolation murale	Isolation en ballots de paille, méthode « <i>Ironhill</i> » ou isolant de coton <i>Innotherm</i>
Isolation des planchers	Cellulose et laine de mouton
Isolation du toit	Contribution de la toiture végétalisée
Recyclage et réutilisation	Bois de structure recyclé ou recueilli écologiquement, clous et vis : don de la communauté, fenêtres récupérées, plancher de bois (don) : bois de grange récupéré, capteurs solaires thermiques usagés
Système de chauffage	Foyer de masse
Systèmes actifs	Capteurs solaires thermiques usagés, panneaux photovoltaïques, éolienne
Sources	(Anonyme, 2006)

Ce chapitre met en lumière plusieurs éléments d'importance intervenant dans le processus de conception d'une résidence. Conséquemment, il soulève plusieurs interrogations auxquelles les professionnels rencontrés ont pu apporter leur point de vue. De concert avec la recension des divers programmes et certifications environnementales, il a également permis l'élaboration du tableau 1 qui vise à réunir de façon concise l'ensemble des éléments relevés pouvant mener à une habitation véritablement durable. La classification des critères en grands thèmes a été élaborée en prenant compte les éléments de chaque certification étudiée bonifiés de la discussion ci-dessus. La liste n'est donc pas exhaustive, mais présente une première étape dans la recherche d'une définition d'une habitation durable en contexte québécois.

Thèmes

Enjeux collectifs et maison unifamiliale

Perception des projets « verts » et innovation stylistique

Coût abordable : stratégies visant à rationaliser les coûts

Culture constructive et vision d'avenir : avenue de la préfabrication

Longévité par une habitation capable d'évolution

Intégration des connaissances par le concepteur

Stratégies incontournables en contexte québécois

Gestion intégrée : gage de qualité

Risques liés à l'utilisation de nouveaux matériaux

Rapport coût-efficacité quant au dimensionnement, à la position et aux caractéristiques physiques des ouvertures

Client et impact du mode de vie

Opération des systèmes de contrôle de l'environnement

Possibilité de génération d'énergie renouvelable sur le site

TABLEAU 4.1 : CLASSIFICATION SOMMAIRE DES INITIATIVES, PROGRAMMES DE CERTIFICATIONS ET D'UNE RÉSIDENCE DITE DURABLE, EN 100 CRITÈRES

	NOVO CLIMAT	R-2000	LEED	PASSIVE HOUSE	NET-ZERO	BÂTI-FLEX	DURABLE
Contribution à un milieu de vie sain – Implantation au sein d'une communauté viable							
1 Implantation au sein d'une communauté viable				liste pointage			
2 Favoriser la diversité bâtie : services/emplois/types résidentiels							
3 Favoriser la densification et limiter l'étalement du bâti							
4 Favoriser le maintien des personnes dans un environnement connu							
5 Favoriser l'économie locale : main d'oeuvre et petites entreprises							
Préservation des terres et habitats naturels							
6 Perturbation du site minimale/impact limité sur les milieux naturels							
7 Éviter l'implantation sur un terrain écosensible							
8 Participer à la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain							
Aménagement du site							
9 Contrôle de l'érosion							
10 Perméabilité du site							
11 Réduction des besoins en eau potable liés à l'irrigation							
12 Utilisation de plantes indigènes, non envahissantes et tolérantes à la sécheresse							
13 Gestion du ruissellement							
14 Assainissement : encourager l'implantation au sein de milieux desservis par une infrastructure d'assainissement ou système d'assainissement autonome écologique							
15 Collecte et utilisation des eaux pluviales							

	NOVO CLIMAT	R-2000	LEED	PASSIVE HOUSE	NET-ZERO	BÂTI-FLEX	DURABLE
Intemporalité – pérennité par la question stylistique							
16 Création d'espaces de qualité							
17 <i>Abondance de lumière naturelle</i>							
18 Culture locale : intégration au contexte bâti							
19 Emploi de matériaux d'apparat nobles en fonction du sens recherché							
Abordabilité – pour une maison durable accessible							
20 Réduction de la superficie bâtie au minimum/compacité du plan				liste pointage			
21 Simplification du volume construit				liste pointage			
22 Plan ouvert, libéré des cloisons internes							
23 Distribution verticale des espaces							
24 Construction pensée par modularité et industrialisation des composantes							
Adaptabilité, flexibilité et expansibilité en réponse au mode de vie d'aujourd'hui (caractère évolutif)							
25 Choix d'une technique constructive standard							
26 Prévision d'éventuelles additions							
27 Souplesse de l'organisation spatiale et adaptabilité/flexibilité des espaces : prévision des changements d'usages et d'aménagements (faciliter la mise à jour du logis)							
28 Possibilité d'adjonction ou division d'espaces							
29 Possibilité de mise à niveau de certains espaces combles/sous-sol (<i>upgradable space</i>)							
30 Accessibilité universelle							
31 Prévention des risques et sécurité des usagers							

	NOVO CLIMAT	R-2000	LEED	PASSIVE HOUSE	NET-ZERO	BÂTI-FLEX	DURABLE
Tirer profit d'un climat rude et changeant							
32 Orientation en fonction de la course du Soleil (est-ouest)				liste pointage			
33 Limiter les déperditions thermiques liées aux ouvertures : surface limitée (règle du 6 %)				liste pointage			
34 Ouvertures positionnées afin de tirer profit des gains solaires passifs				liste pointage			
35 Stratégies permettant d'éviter la surchauffe estivale							
36 Utilisation de pièces annexes/espaces tampons tempérés							
37 Utilisation de masse thermique							
38 Utilisation d'une ventilation naturelle transversale							
39 Validation de la conception par une simulation numérique		HOT2000		PHPP			
40 Gestion de projet intégrée			Préalable	liste pointage			
Mettre le bon matériau à la bonne place							
41 Enveloppe pensée en tant que système (éviter les défaillances prématurées par la compatibilité des composantes)							
42 Plan de gestion de la durabilité			Préalable	liste pointage			
43 Expression des logiques constructives comme ornementation							
44 Utilisation inventive de matériaux peu coûteux							
45 Utilisation de matériaux à haute durabilité/réduire les charges récurrentes liées à l'entretien							
46 Utilisation de matériaux d'origine naturels – renouvelables							
47 Utilisation de matériaux offerts et produits localement							
48 Utilisation de matériaux à fort contenu recyclé							
49 Utilisation de matériaux à faible émission							

	NOVO CLIMAT	R-2000	LEED	PASSIVE HOUSE	NET-ZERO	BÂTI-FLEX	DURABLE
Utilisation du bois/utilisation de bois issus de forêts gérées 50 écologiquement (certifié FSC)			Préalable				
51 Réutilisation de composantes/utilisation de matériaux de seconde vie							
Conception en fonction d'une éventuelle 52 déconstruction/désassemblage en fin de vie							
53 Réduction des déchets de chantier (utilisation maximale des retailles)			Préalable				
Gestion des déchets de construction (détournement des sites 54 d'enfouissement)			Préalable				
L'enveloppe :							
55 Isolation continue des semelles et des murs de fondations				liste pointage			
56 Isolation murale performante			Préalable	liste pointage			
57 Étanchéité à l'air maximale							
58 Test d'infiltrométrie							
Perméabilité à la vapeur/limiter le risque de condensation dans 59 l'enveloppe/utilisation de matériaux diffusants							
60 Réduction des ponts thermiques				liste pointage			
61 Détails éprouvés dans le contexte climatique local							
Optimisation de la structure/utilisation efficiente des matériaux de 62 charpente							
63 Éviter les percements à travers l'enveloppe				liste pointage			
64 Isolation efficace de la toiture/planchers exposés				liste pointage			
Les ouvertures :			Préalable				
65 Choix du vitrage et du SHGC en fonction de l'orientation solaire							
66 Cadre non conducteur (vinyle*, bois, fibre de verre)				liste pointage			
67 Intercalaires isolants				liste pointage			

	NOVO CLIMAT	R-2000	LEED	PASSIVE HOUSE	NET-ZERO	BÂTI-FLEX	DURABLE
68 Vitrage double ou triple				liste pointage			
69 Cavités emplies d'un gaz inerte				liste pointage			
70 Enduit à faible émissivité				liste pointage			
71 Utilisation d'isolation nocturne							
72 Pensée cycle de vie tout au long du projet							
Confort et santé de l'occupant							
73 Confort visuel/éviter l'éblouissement inconfortable							
74 <i>Vues vers l'extérieur</i>							
75 Confort thermique				liste pointage			
76 <i>Contrôle de l'humidité</i>							
77 Confort acoustique							
78 Sensibilisation de l'occupant et adaptation du mode de vie			Préalable				
79 Simplicité de compréhension et d'opération des systèmes de contrôle de l'environnement							
80 <i>Contrôle des contaminants pendant la construction et avant l'occupation</i>				liste pointage			
81 <i>Protection contre les émanations de gaz nocifs</i>			Préalable				
Systèmes mécaniques et composants écoénergétiques							
82 Dimensionnement adéquat des systèmes de CVC			Préalable				
83 Performance des systèmes de CVC							
84 <i>Chauffage de l'eau efficace</i>							
85 Minimiser les pertes liées à la distribution : isolation de la tuyauterie/réseau de distribution compacte				liste pointage			
Assurer la qualité de l'air intérieur							
86 Système de ventilation à l'air frais efficace			Préalable	liste pointage			
87 Ventilateur récupérateur de chaleur				liste pointage			

	NOVO CLIMAT	R-2000	LEED	PASSIVE HOUSE	NET-ZERO	BÂTI-FLEX	DURABLE
88 Filtration de l'air			Préalable				
89 Ventilation indépendante des systèmes à combustibles							
90 Extraction localisée			Préalable				
91 Tenir compte de la disponibilité des technologies sur le marché local							
92 Fournis de l'énergie propre/renouvelable							
93 Prévion de l'installation différée de systèmes actifs de production d'énergie (<i>solar ready</i>)							
94 Mesures pour un éclairage écoénergétique			Préalable				
95 Utilisation d'électroménagers efficaces				liste pointage			
96 Éviter les charges fantômes							
97 Utiliser des équipements sanitaires à faible consommation d'eau			Préalable	liste pointage			
98 Réutilisation des eaux grises							
99 Élément de conception innovant							
100 Objectif annuel de faible consommation énergétique							

(Canada. Office de l'efficacité énergétique, 2012), (Canada. Ressources naturelles, 2009), (CanPHI, s.d.c), (CanPHI, s.d.d), (CBDCa, 2009), (Passive House Institute, 2011), (Québec. Ressources naturelles et faune, 2011), (Thibaudeau, 2012 e), (Voir Vert, s.d.)

Sources

Les cases colorées représentent les éléments demandés par les différentes certifications.

Tel qu'il est indiqué, les différents niveaux exigés ne sont pas représentés dans le tableau. Par exemple, le niveau d'étanchéité à l'air demandé varie considérablement entre la norme R-2000 (1,5 CAH à 50 Pa) et Passive House (0,6 CAH à 50 Pa) bien que toutes deux représentent une amélioration de la pratique courante.

En rouge : Élément non touchés dans le texte.

5 DIAGNOSTIC DE LA MAISON DURABLE

Tel qu'il est mentionné au chapitre de la méthodologie, la rencontre, sous forme d'entrevue semi-dirigée, de 12 professionnels en architecture et le dépouillement de l'information ainsi recueillie représente le cœur de cet essai. Les opinions, tirées de l'expérience pratique de ces professionnels, ont permis d'établir un diagnostic modeste, mais très actuel, de la maison québécoise unifamiliale dans la voie du développement durable. Pour une meilleure structure, les thèmes relevés aux chapitres de la mise en contexte, des « certifications environnementales/outils d'évaluation » et des « éléments complémentaires pour une habitation durable » forment les sous-titres de ce chapitre bonifiés de l'ajout de la toute première section portant sur les réactions en lien avec l'introduction de la nouvelle réglementation en matière d'efficacité énergétique dans les petites constructions.

Afin de situer l'expérience de ces professionnels, le tableau 2 montre le nombre de projets unifamiliaux réalisés à l'actif de chacun. Dans la même optique et en lien avec leur connaissance des principes guidant une architecture bioclimatique, les professionnels se sont accordé une note, sur une échelle de zéro à 10 (0 étant nulles, 10 étant parfaites) afin de situer leur maîtrise des principes. Les notes varient de 4 à 9 avec une moyenne de 7,3/10, ce qui démontre de la part des professionnels, une bonne confiance en leurs moyens.

TABLEAU 5.1 : NOMBRE DE PROJETS DE RÉSIDENCES UNIFAMILIALES CONÇUS PAR LES PROFESSIONNELS RENCONTRÉS

Nombre de projets	Nombre de professionnels
0 à 9	2
10 à 19	1
20 à 29	1
30 à 39	2
40 à 49	1
50 à 99	3
100 et +	2

5.1 Réactions en lien avec l'introduction de la nouvelle réglementation

Une grande majorité (11/12) des professionnels rencontrés sont aux faits par rapport à la nouvelle réglementation en matière d'efficacité énergétique entrée en vigueur le 30 août 2012. Par rapport aux nouvelles exigences en matière d'isolation, plus de la moitié de ces professionnels jugent qu'ils étaient déjà conformes dans leurs spécifications. Certains architectes posent que les instances gouvernementales auraient eu avantage à profiter de l'occasion pour augmenter davantage les exigences en matière d'isolation et d'étanchéité à l'air.

« C'est un minimum, ça fait longtemps que cela aurait dû être fait. Je ne peux pas dire que c'est contraignant, mais il faut le mettre en application [...] et ça va changer les habitudes de construction, spécialement l'isolant extérieur pour les ponts thermiques et l'isolation sous la dalle. C'est un pas qui n'avait pas été franchi encore. On resserre les exigences, et c'est le temps, c'est très le temps... Cela aurait pu aller plus loin, mais disons que c'est un minimum. » (Boulianne, 2012)

Mathieu Choinière (2012) signale que l'arrivée de cette réglementation oblige dorénavant les clients à respecter les exigences inscrites aux plans et devis. Pour une question d'économie de moyens, certains pouvaient antérieurement prendre la décision d'omettre par exemple, l'isolant extérieur lors de l'étape de la construction, ce qui ne devrait plus être possible.

En contre-partie, la superficie maximale de 30 % d'ouverture brute par rapport à la superficie des murs hors-sol que permet la nouvelle réglementation est généralement contestée par les professionnels rencontrés. Ils y voient une sorte d'aberration destinée à éviter les erreurs fondamentales de conception, mais surtout, limitant de façon importante les possibilités de design et de conception solaire passive. En effet, aucune mention de l'orientation solaire n'est présente dans la nouvelle réglementation. Cela amène donc la possibilité de situer l'ensemble des ouvertures sur la façade nord et empêche l'utilisation de plus grandes superficies vitrées comme gain solaire thermique du côté sud (White/Thibault, 2012). « En fait, ce n'est pas destiné aux architectes ces trucs-là, c'est destiné à ceux qui ne connaissent pas l'architecture (White, 2012). » La réglementation permet de déroger de cette règle, lorsqu'appuyée d'une démonstration par simulation énergétique. Peu d'architectes sont à l'aise avec ces simulations dans le cadre de projets résidentiels unifamiliaux (4/12 le font). Pour certains, la validation du projet par un ingénieur ou un spécialiste en efficacité énergétique constitue une étape supplémentaire de trop. « Ce que je trouve dangereux dans ces normes très strictes, très chiffrées ou quantitatives, c'est que parfois on pourrait atteindre des résultats aussi intéressants d'une autre manière et là, ce n'est plus possible (Vallières, 2012). »

« On essaie de mettre en place des mécanismes qui vont garantir que personne ne va faire de gaffes. [...] C'est comme si l'on m'enlevait moi, comme professionnel, cette capacité de choisir ce qui était le plus pertinent. [...] Donc, en principe je trouve que c'est bien qu'il y ait certaines balises qui empêchent certaines personnes de faire des conneries, mais quand cela nous empêche de faire de la bonne architecture... » (White, 2012)

Quant à lui, Jean-François Lepage (2012) croit littéralement que :

« On recule dans ce temps-là. Parce que là, ça a été adopté, il va falloir qu'il y ait une forme de représentation technique pour aller convaincre... [...] On est en 2012, tu ne peux pas comme société te permettre d'arriver avec un code de pratique qui est aussi rigide et très difficile à mettre à jour pour tenir en compte l'évolution hyper accélérée des connaissances. Qui plus est, il faut être capable de les intégrer après les connaissances... »

En comparant la partie 3 du Code national du bâtiment, ouverte et faisant appel à des professionnels, à sa partie 9, très normative, Jacques White voit dans l'obligation de résultat, une piste plus intéressante que ce que propose la nouvelle réglementation. Lui et Pierre Thibault s'entendent pour émettre que : « tant mieux pour serrer la vis, mais ils ne vissent pas de la bonne façon ! (White, 2012) » Dans la même optique, Bruno Verge croit qu'il faut que cela change plus rapidement. « Ça n'a comme pas de bon sens de se contenter d'une petite partie 11 qui est 25 % plus exigeante que ce qu'il y avait avant, on est tellement en retard ! (Verge, 2012) » Il prône pour

une révision des objectifs énergétiques aux 5 ans, comme cela est déjà appliqué pour le Code national du bâtiment. Le resserrement graduel fixe des exigences permettrait une adaptation du marché et de l'industrie sans permettre l'accumulation du retard que le Québec a déjà entrepris.

5.2 La place et l'impact des certifications au sein de la pratique

Les professionnels rencontrés connaissent généralement l'existence des principaux programmes d'évaluation disponibles au Québec et recensés au deuxième chapitre. Le graphique de la figure 14 en montre les résultats.

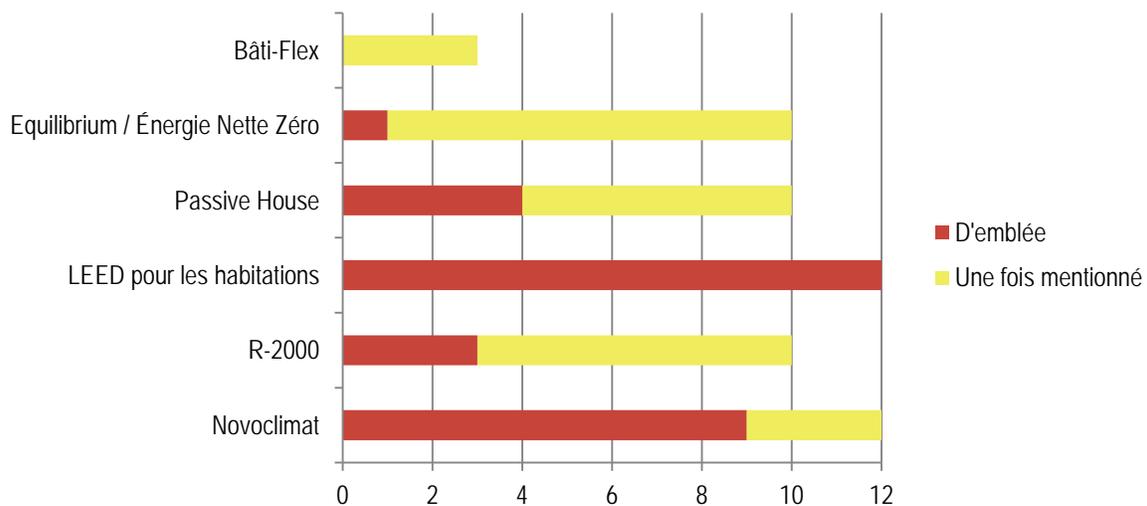


FIGURE 5.1 : CONNAISSANCE DES INITIATIVES ET PROGRAMMES PAR LES PROFESSIONNELS RENCONTRÉS

Il en ressort que la certification LEED pour les habitations est connue de manière unanime par les professionnels rencontrés. Mathieu Choinière note la publicité monstre dont LEED fait l'objet par l'entremise du Conseil du bâtiment durable du Canada (CBDCa). Selon lui, sans en connaître les détails, la plupart des Québécois auraient entendu parler de LEED et cela serait le cas pour Novoclimat également. C'est un très grand pas (Choinière, 2012). La demande pour LEED dans le domaine résidentiel ne semble cependant pas à la hauteur de sa renommée (Boulianne, 2012). Un désintérêt se fait également sentir chez certains architectes qui s'interrogent à savoir comment celle-ci pourrait bonifier leurs projets (Thibault/Vallières, 2012). « Ça semble être devenu une spécialité [...]. Cela m'intéresse plus ou moins dans le sens où oui, je m'intéresse aux questions de développement durable, je m'intéresse à l'architecture bioclimatique, mais pour moi ça ne passe pas nécessairement par ce canal là (Vallières, 2012). »

Novoclimat est la seconde initiative la plus connue des professionnels. Elle est également la plus couramment utilisée au Québec, les mesures incitatives financières n'y étant pas étrangères. Alors que certains architectes vantent sa facilité d'implémentation (Vallières, 2012), d'autres s'y opposent en clamant qu'elle ne gratte même pas la surface du problème (Kongshaug, 2012). Novoclimat est

également critiquée par rapport à sa fermeture aux nouveaux matériaux et nouvelles technologies. Certaines habitations atteignant une certification LEED de niveau Or par exemple, ne peuvent être certifiées Novoclimat puisque les systèmes utilisés ne sont pas inclus dans la liste de systèmes approuvés (Verge, 2012).

Les autres initiatives sont moins connues. Certains professionnels connaissaient la norme *PassivHaus* européenne tout en ignorant l'existence de son adaptation canadienne. Cette certification embryonnaire demeure donc généralement méconnue (White, 2012). Rune Kongshaug (2012), récemment de retour d'Europe, constate que dans ce contexte, le standard maison passive semble le plus intéressant. Plusieurs pays le rendent d'ailleurs obligatoire dès l'année prochaine visant une diminution de l'empreinte carbonique des nouvelles constructions de l'ordre de 90 %. L'information manque également au niveau de R-2000 puisque quelques-uns (Boulianne/White, 2012) la croyaient révolue ou dépassée et ignoraient sa constante mise à jour. Parmi les professionnels rencontrés, trois d'entre eux ont pris part à l'initiative EQUilibrium soit par la soumission d'un projet ou en tant qu'évaluateur. Outre EQUilibrium, le concept d'énergie nette zéro est davantage assimilé par les architectes. Sans surprise, Bâti-Flex demeure quant à lui, le programme le moins connu.

5.2.1 Accès à l'information

La moitié des architectes rencontrés jugent qu'ils manquent d'information par rapport aux certifications. « On a tellement plein d'informations partout maintenant qu'on devient presque hermétique et imperméable (White, 2012). » Face à cette abondance, il est difficile d'être constamment à jour (Vallières, 2012). Mathieu Choinière croit qu'un appui plus continu de la part des responsables des programmes de certification serait profitable. Actuellement, avec Novoclimat par exemple, une fois le professionnel accrédité, il n'y a aucune formation continue, mise à jour ou visite de représentants.

« Il n'y a personne de Novoclimat qui débarque dans les bureaux d'architectes pour dire : êtes-vous accrédité? On peut-tu regarder vos détails? Il n'y a pas de cela. LEED non plus ne font pas ça. Alors, c'est comme, venez suivre les formations ! Novoclimat, on me donne un petit certificat, voilà ton petit certificat, tu as fait une formation d'une journée, tu es un professionnel accrédité, puis va-t'en chez vous et débrouille-toi. » (Choinière, 2012)

Il semble que l'information soit toutefois disponible moyennant un intérêt, une certaine initiative et du temps de la part des professionnels (Boulianne/Miners/White/Kongshaug/Mohamed-Ahmed/Verge/Choinière, 2012). Elle serait alors facilement accessible (White/Boulianne, 2012), d'une part grâce à la formation obligatoire continue des architectes (Boulianne, 2012) et d'autre part par la disponibilité des outils, qui selon White, sont faits pour être utilisés. Il est également possible de faire appel à des techniciens ou consultants spécialisés lors de la conception d'un projet

(Kongshaug, 2012). Christian Collignon (2012) souligne finalement la motivation de la jeune génération à s'informer et à tenter de faire bouger les choses.

5.2.2 Atteinte du sceau « certifié »

Bien que plus de la moitié des professionnels rencontrés aient travaillé sur des projets visant une certification Novoclimat (7/12) ou LEED pour les habitations (8/12), certains ne peuvent comptabiliser les projets unifamiliaux certifiés à leur actif. Ils ignorent en effet si le processus de certification a été mené à terme par le client. Cela peut s'expliquer par le peu d'avantages liés à l'atteinte de la certification dans le domaine résidentiel par rapport aux coûts engendrés.

« C'est quoi l'avantage de se faire certifier LEED ? [...] Si tu ne peux pas te péter les bretelles en disant je suis LEED Or, je suis mieux que toi, c'est quoi l'avantage ? Quelqu'un qui construit sa maison peut demander les mêmes qualités, sans se certifier, sans avoir à passer à travers le processus qui coûte : des heures de travail du consultant, des heures de leur travail, etc. Pour se vanter à la fin ? Ça ne vaut pas la peine. » (Miners, 2012)

Cela revient donc à une question de coûts : le client, en fin de compte, n'est pas prêt à payer plus (Kongshaug, 2012). Les clients considèrent d'ailleurs peu le bénéfice de l'atteinte d'une certification au moment de la revente (Mohamed-Ahmed, 2012). Une maison non certifiée peut en effet être tout aussi durable qu'une autre qui elle, porte une certification (Choinière, 2012). Ainsi, selon quelques architectes rencontrés, le respect des critères sans pour autant compléter le processus semble être une voie plus réaliste. Une mesure incitative sous la forme de subventions, comme dans le cas de Novoclimat, pourrait changer cette donne et encourager davantage les autres certifications (Miners, 2012).

L'atteinte de la certification en vaudrait toutefois la chandelle dans certains cas. Lorsque le client se porte acquéreur d'une résidence construite en série par un promoteur, la certification devient synonyme de qualité (Kongshaug, 2012). Mathieu Choinière (2012) souligne également son avantage comme gage de qualité à l'étape de la construction, par exemple lorsqu'un test d'infiltrométrie est exigé. « On peut avoir les meilleures spécifications du monde, mais si c'est construit n'importe comment, il va y avoir des infiltrations d'air et d'eau, cela ne sera pas durable du tout, mais la qualité ça se paye... (Verge, 2012) » L'atteinte de la certification évite également la substitution de matériaux, à priori équivalents, mais dont les caractéristiques environnementales divergent fortement. Ces deux points peuvent cependant être compensés par une surveillance adéquate du chantier (Choinière, 2012).

5.2.3 Impact sur le travail de l'architecte

L'impact des certifications sur le travail de l'architecte semble variable selon la familiarité avec les programmes et l'engagement vis-à-vis des considérations environnementales de chacun. Certains sont plus ou moins familiarisés par rapport aux exigences de ces programmes (Vallières, 2012). Il y

aurait également un manque d'adéquation avec le travail de l'architecte. Selon Pierre Thibault (2012), les éléments de conception fondamentaux ne font pas partie des critères. Selon lui, les programmes semblent valoriser davantage le travail de l'ingénierie. Aussi, puisque le projet résidentiel comporte déjà son lot de préoccupations pour un temps et des honoraires souvent insuffisants, le temps manque pour s'investir dans cette spécialité (Boulianne/White, 2012). « Il y a tellement de chats à fouetter ! (White, 2012) » Le côté administratif de LEED rebute également (Boulianne/Thibault/Vallières/White/Faucher, 2012). Le temps devant être alloué à la production de documents et à la spécification de matériaux précis (Choinière/Mohamed-Ahmed, 2012) est une tâche supplémentaire lourde dont les professionnels doivent s'acquitter au détriment de faire de l'architecture et souvent sans honoraires additionnels (Faucher/Boulianne/White, 2012). Cette lourdeur du processus de certification (Vallières/Boulianne/Choinière, 2012) ainsi que les coûts qui y sont associés (recours à un spécialiste, honoraires professionnels, tests d'infiltrométrie, etc.) seraient les deux plus grands freins à une utilisation élargie de ces programmes. Le côté « magasinage de points » lié à LEED est également critiqué (Choinière/Vallières/Thibault, 2012). Sans nécessairement rechercher une certification, Jacques White (2012) mentionne : « je le vois moi comme un outil qui permet de tirer profit de l'expertise des autres qui ont travaillé sur le sujet avant toi et que toi tu n'es pas expert là-dedans. » Dans l'ensemble, ces professionnels (Thibault/White/Vallières, 2012) jugent l'intégration de principes passifs, d'une enveloppe performante et de l'utilisation du gros bon sens suffisants pour atteindre un degré intéressant de durabilité (White, 2012).

D'un autre côté, certains professionnels semblent avoir réellement intégré les certifications à leur pratique. Ils les voient alors comme un outil permettant de préciser leur définition d'un projet environnemental (Verge, 2012), un levier de sensibilisation (Lepage, 2012) ou un cadre à suivre parmi d'autres (Collignon, 2012). Les programmes émergents seraient dans ce cas vus comme un élément motivateur, un défi (Verge, 2012). Bref, comme le mentionne Jean-François Lepage (2012), avec l'expérience et le développement des connaissances, les exigences des certifications deviennent de moins en moins contraignantes au fur et à mesure que l'expertise se développe et que les notions incluses sont assimilées, maîtrisées et intégrées à la pratique courante.

5.2.4 Impact positif actuel

Ainsi, bien que somme toute, fort peu de résidences aient obtenu une certification environnementale au Québec, l'impact de ces dernières est bien réel. « Les formations offertes ont rendu plus accessibles et plus généralisées les connaissances et ont augmenté la conscientisation par rapport à la conception (Faucher, 2012). » Lorsqu'un projet cherche à atteindre une certification, les programmes contribuent à motiver clients et équipe de conception dans ses efforts pour atteindre les objectifs fixés (Kongshaug, 2012).

5.2.5 LEED sans le savoir

L'approche consistant à introduire un nouveau détail ou produit (à la fois performant, stable et ayant fait ses preuves), considéré plus environnemental que l'ancien standard au sein du devis type, est gagnante sur plusieurs fronts. La spécification standard de produits compatibles avec les certifications diminue l'empreinte environnementale de l'ensemble des projets de la pratique courante. Chaque projet devient candidat à un certain nombre de crédits LEED par exemple. Ainsi, lorsque l'atteinte d'une certification est visée, cela devient moins exigeant, certaines spécifications étant intégrées à la base. Pour Mathieu Choinière (2012), l'intégration des principes vise à en arriver à faire des maisons Novoclimat ou LEED pour monsieur, madame tout le monde, sans même qu'ils le sachent.

5.2.6 Pour la suite des certifications

À entendre les architectes, pour qu'une certification puisse s'étendre largement, il faudrait qu'elle soit très simple administrativement et qu'elle comporte un nombre peu élevé de critères. Pour cela, l'exemple de *Passive House*, qui vise une consommation à atteindre fixe et mesurable (15 kW/m^2), est une option intéressante. De plus, cela a l'avantage de valider en pratique l'atteinte des résultats théoriques fixés et élimine du même coup la documentation nécessaire pour fournir cette preuve (Boulianne, 2012). Rune Kongshaug (2012) croit qu'en climat québécois, la maison passive est la voie susceptible du plus grand retour sur l'investissement à court terme puisqu'elle vise une diminution entre 70 et 90 % de la consommation d'énergie. Comme les exigences amènent l'obligation d'une enveloppe ultra performante sans l'utilisation de hautes technologies, il serait possible d'impliquer les métiers de la construction dans son développement. Pour Bruno Verge (2012), la certification *Passive House* conduit à des maisons beaucoup plus performantes, mais cela n'est pas fortuit. L'exigence d'une construction de qualité supérieure (super enveloppe et infiltrations d'air minimales) amène un coût par pied carré qui peut grimper de 150 \$ jusqu'à 200-220 \$. L'accessibilité financière demeure donc un frein à ces certifications.

Rune Kongshaug (2012) pose que la certification LEED a une très forte capacité adaptative. Cette caractéristique pourrait lui permettre de graduellement s'adapter dans la voie de *Passive House* en augmentant ses critères énergétiques. D'après l'architecte, le prochain défi de LEED serait de mesurer la performance post-construction et de suivre les maisons périodiquement, afin de renouveler leur certification et ainsi assurer le maintien de leur performance. Cela pourrait éviter des résultats comme ceux de l'étude d'ASHRAE où la performance de certaines maisons dites « vertes » s'est révélée inférieure à celle d'une maison conventionnelle, leur opération n'étant pas maîtrisée des occupants (Kongshaug, 2012). D'après Jean-François Lepage (2012), l'aspect universel unique, responsable du succès de LEED, est également sa grande faiblesse. La même liste de critères, applicable pour l'ensemble des bâtiments de même catégorie et permettant la comparaison des mêmes critères d'évaluations, a d'abord été la pierre angulaire de la certification.

« Tout le monde s'est mis là-dessus. [...] Aujourd'hui, cela va avoir causé le grand ralentissement parce que là on se rend compte que ce n'est pas une bonne idée de prévoir des racks à vélo à Iqaluit (mais ça donne un point !), mais c'est une maudite bonne idée par exemple d'en prévoir dans toute densité urbaine qui est le moins articulée (pour) donner une chance aux gens de prendre une distance face à l'auto [...]. » (Lepage, 2012)

Pour les mêmes raisons, et selon un rapport technique de l'iiSBE (*International Initiative for a Sustainable Built Environment*) dont Lepage fait partie, *Passive House* nécessite une adaptation au contexte du Canada (Lepage, 2012). « C'est super pertinent de voir comment on pourrait adapter certaines stratégies, certaines mesures, mais l'importation du modèle *Passive House* pour l'Amérique du Nord n'est pas fonctionnelle (Lepage, 2012). » D'après lui, le bilan environnemental résultant des constructions *Passive House* ne tient pas la route puisque les efforts déployés au niveau de la construction ne sont pas conséquents avec notre contexte local. Selon ces conclusions, il n'est pas possible de faire un modèle universel avec des priorités universelles pour l'ensemble des projets. Le recours à des stratégies différentes et l'importante variation des impacts environnementaux selon le contexte rendent compte du besoin d'une meilleure définition des priorités. Finalement, l'introduction au Québec d'une version adaptée de la certification européenne BREEAM est à surveiller prochainement (Verge, 2012).

5.3 Développement du marché et disponibilité des matériaux et systèmes

L'offre de matériaux a une influence considérable sur les possibilités de conception. Celle-ci est invariablement dépendante de la demande du marché. Que pensent les concepteurs de cette réalité?

5.3.1 Les manufacturiers

Plusieurs discutent de l'impact qu'a eu la certification LEED sur l'offre de produits. Selon Rune Kongshaug (2012), LEED a influencé le travail de manière très positive puisqu'il y a une dizaine d'années, il était difficile de trouver des produits sains ou certifiés alors que maintenant, cela est très facile. Ce système de pointage a contribué à la création de tout un secteur de marché de produits de construction (peintures écologiques, bois certifié FSC, etc.) que concepteurs et constructeurs peuvent introduire dans leurs projets. Le marché des projets de grande envergure semble donc avoir poussé les manufacturiers à considérer les exigences d'une première certification dans leur offre de produits (Miners, 2012). La compatibilité d'un matériau ou produit avec les exigences de cette dernière devient ainsi un outil marketing. Les catalogues sont emplis de mentions des points LEED associés aux produits (Mohamed-Ahmed/Vallières/Choinière/Boulianne, 2012). Selon Yvon Boulianne (2012) :

« Ils te prémâchent l'information. Ils vont te dire qu'avec tel matériau, tu vas obtenir tant de points LEED pour telle et telle raison [...]. La tendance populaire est là, tout le monde veut être vert, alors les compagnies ont embarqué là-dedans et essaient de développer et de vendre des produits verts. »

Bien que cela facilite grandement la tâche des concepteurs (Miners, 2012), certains professionnels s'interrogent sur la tendance au *greenwashing* que cet engouement nouveau, du magasinage de points, a pu créer (Choinière, 2012). « Tout le monde est LEED, tout le monde est vert, le plastique est vert, c'est facile là hein ? (Vallières, 2012) » Sans généraliser, Christian Collignon (2012) croit que cette proportion est tout de même énorme : « La mentalité c'est : on dit qu'on est vert pour vendre, mais on n'est pas vert, ce n'est pas vrai, on n'y croit pas du tout... on ne sait même pas ce que ça veut dire... » Il n'y a par ailleurs aucun « représentant » LEED ou autre qui valide les produits prétendument LEED et qui épaulerait les professionnels dans cette voie (Choinière, 2012).

Selon Bruno Verge (2012), les manufacturiers s'adaptent à la demande du marché, il s'agit donc de leur laisser le temps de s'ajuster. Pour le moment, ils commencent à comprendre comment il est possible de positionner leurs produits par rapport à l'arrivée de LEED. Il y a par contre encore des efforts à faire, par exemple, pour certains produits équivalents se vendant au même prix sur le marché, l'un d'entre eux peut montrer des caractéristiques de loin supérieures du point de vue de l'environnement. Il y a souvent une multitude de possibilités pour un manufacturier avant d'atteindre un produit fini et cet exemple montre qu'il serait fréquemment possible de faire certains efforts supplémentaires (Verge, 2012). Pour ce qui est de l'embryonnaire *Passive House*, trouver les composantes requises sur le marché québécois est encore compliqué, mais il s'agit de laisser le temps au marché de réagir pour trouver son équilibre entre l'offre et la demande, et cela prend bien plus qu'un architecte qui spécifie un produit pour une maison ici et là (Verge, 2012) !

5.3.2 Impact sur l'ensemble du cycle de vie

L'information à propos de l'impact environnemental d'un produit sur l'ensemble de son cycle de vie serait peu (Boulianne/Faucher/Choinière, 2012) ou pas (Lepage/Collignon/Verge/Choinière, 2012) disponible auprès des fournisseurs. Bruno Verge (2012) croit d'ailleurs que c'est l'un des prochains défis pour l'industrie de la construction. Peu de professionnels sont au fait sur le sujet. Eux-mêmes connaissent certaines ressources : logiciels ou organisme gouvernemental, mais sans nier l'intérêt de la chose, ils n'effectuent pas cette recherche (Vallières/Miners/Thibault/White/Mohamed-Ahmed, 2012).

5.3.3 Choix des matériaux de parement

Outre la demande du client (Boulianne/Verge/Miners, 2012), le choix des matériaux de parement est effectué en premier lieu en fonction de la durabilité des matériaux et de leur faible entretien (Choinière/Verge, 2012). Le coût du matériau et son esthétisme sont les autres critères considérés par les professionnels. Bruno Verge (2012) mentionne que l'offre de matériaux de parement est vaste, ce qui permet d'intégrer la provenance des matériaux parmi les critères de choix. Mohamed-Ahmed (2012) prône quant à lui de plus en plus pour l'utilisation du bois. Quant à lui, Jean-François Lepage se surprend de l'énergie investie dans les matériaux extérieurs alors que les gens passent

la majorité de leur temps dans les espaces intérieurs. « C'est l'image qui est projetée qui devient plus importante (Lepage, 2012). »

Accès aux bons matériaux

Pour Bruno Verge et Jacques White (2012), l'offre de matériaux pourrait être beaucoup plus vaste. Il est difficile et très coûteux de sortir du standard. Les produits retrouvés en catalogue ne sont souvent pas disponibles, des retards sont occasionnés à la livraison, etc. (White, 2005) Pour Mathieu Choinière (2012), la disponibilité de certains matériaux dans les centres de construction est un obstacle à l'utilisation de matériaux aux caractéristiques environnementales spécifiés par l'architecte : « N'essaie pas de trouver cela chez Rona dans la cour à matériaux, c'est impossible... Le client va repartir avec un matériau ordinaire. Dans l'unifamilial, il faut trouver ça à la quincaillerie du coin ou à la cour à bois du coin » (Choinière, 2012). L'absence de produits dérivés du bois (isolants en laine et en fibre de bois) sur le marché québécois sidère Bruno Verge (2012) : « on n'est vraiment pas aussi avancés qu'en Europe et pourtant, ce n'est pas la matière première qui manque... on a la ressource là ! Pour moi, il y a un retard. » Le marché évolue pourtant. Pour Rune Kongshaug (2012) :

« il y a un développement intéressant qui se fait au niveau du bois laminé structural, permettant de construire des structures en employant du bois massif [...]. Il y a la Commission du bois du Québec et d'autres organismes qui font du lobbying auprès de Régie du bâtiment [...]. Les codes de construction sont maintenant plus flexibles en ce qui a trait aux équivalences possibles pour différents types de produits et permettent de pousser la conception dans la construction durable. Je vois beaucoup de leurs d'espoir à gauche et à droite. »

En général, les architectes semblent tout de même satisfaits de l'offre de matériaux au Québec (Thibault/Miners/Faucher/Mohamed-Ahmed/Collignon, 2012).

5.4 Risques liés à l'utilisation de nouveaux matériaux

Plusieurs architectes demeurent frileux, responsabilité professionnelle oblige, relativement à l'utilisation de matériaux nouvellement introduits sur le marché. Le sceau de l'architecte assure une qualité de construction, mais peut également faire en sorte qu'une poursuite soit intentée en cas d'erreur (Choinière/Boulianne, 2012).

« Pour moi, le bon matériau c'est celui qui ne me mettra pas dans le trouble. Je suis architecte, j'ai un sceau, je dois être conséquent de mes actes et chaque fois que je mets mon sceau, il faut que je m'assure que ce que j'envoie en construction soit viable à long terme, soit étanche, etc. Donc, moi le bon matériau, c'est le matériau qui a fait ses preuves... Le nouveau matériau, il n'a pas fait ses preuves, je ne sais pas s'il est stable, je ne sais pas comment il va réagir [...]. Les nouveaux matériaux, ça amène parfois des problèmes auxquels tu n'as pas pensé » (Choinière, 2012).

Toujours selon Mathieu Choinière (2012), le matériau le plus durable n'est pas forcément le plus environnemental. En effet, le matériau ayant passé l'épreuve du temps, pour une période de 40 ou 50 ans, est peut-être plus durable que celui qui est nouvellement introduit sur le marché et qui n'a

pas encore passé cette épreuve. Selon Yvon Boulianne (2012), dès que tu changes une recette connue et éprouvée, il y a un risque et pour cette raison, les architectes sont à la fois curieux et craintifs envers la nouveauté.

« Il y a différents avis et des avis contradictoires [...] tout ce qui est nouveau, si tu essaies plein d'affaires, c'est tous des risques que tu mets sur tes épaules parce que ça n'a pas été éprouvé. (..) Tu fais un changement dans un système, tu vas le savoir dans 10 ans et là, tu en as fait combien de ça? Autant c'est enivrant de voir qu'il y a des changements possibles, autant c'est épeurant. » (Boulianne, 2012)

Tel qu'Anne Vallières (2012) l'expose, l'observation de milieux tels que le Vieux-Québec, où des matériaux sont employés depuis des centaines d'années et durent jusqu'à aujourd'hui, couplée à l'expérience du métier d'architecte, force à réaliser que les matériaux usuels : brique, pierre, bois, tôle, etc. ont passé ce test dans notre contexte climatique. « On ne se trompe pas et il y a moyen de faire de l'architecture contemporaine intéressante avec des matériaux qui sont traditionnels. (Vallières, 2012) » Pour sa part, Pierre Thibault (2012) limite le nombre de matériaux utilisés et spécifie le cèdre de l'Est comme parement extérieur dans 95 % de ses projets : « c'est un bon matériau, qui a de bonnes qualités, on le retrouve ici et nous n'avons pas besoin de tests pour savoir que c'est imputrescible (Thibault, 2012). »

5.4.1 Matériaux de seconde vie

De manière surprenante, la majorité des professionnels rencontrés (7/11) ont déjà fait l'usage de composantes de seconde vie au sein de projets résidentiels. Ils croient somme toute que, pour faciliter le processus, l'initiative et même les matériaux à incorporer doivent venir des clients (Verge/Vallières/Choinière/Thibault, 2012). Ceux-ci doivent également être prêts à y investir de leur temps sans quoi, l'intégration de matériaux récupérés devient trop complexe et coûteuse par rapport à l'utilisation de matériaux neufs (Choinière/Miners, 2012). La plus grande contrainte semble l'approvisionnement (Verge/Miners/White, 2012). Mathieu Choinière (2012) souligne également l'absence de garantie sur ces matériaux et son impact sur la responsabilité professionnelle de l'architecte. Pour Rob Miners (2012), il est aussi nécessaire de porter attention à une contamination possible par de la peinture au plomb ou du créosote par exemple, tous deux étant autrefois employés dans les constructions. Finalement, pour Christian Collignon (2012), la période de construction devrait être grandement augmentée pour rendre plus réaliste l'intégration de ce type de matériaux.

5.5 Opération des systèmes de contrôle de l'environnement

En ce qui concerne le choix des systèmes mécaniques, bien que le choix du degré d'automatisation des systèmes de contrôle demeure très en lien avec les préférences de l'occupant et de leur conscience du rôle qu'ils ont à jouer dans le conditionnement de leur environnement (Verge, 2012), la grande majorité des professionnels rencontrés prônent pour des solutions de type *low-tech* et évitent tout ce qui pourrait tomber dans la catégorie des gadgets. Sauf exception, ils prêchent pour

l'ouverture manuelle des fenêtres permettant une ventilation naturelle et un contrôle des systèmes de CVC par l'occupant (Boulianne/Verge/Vallières/Thibault/Faucher, 2012). S'avouant un peu technophobe, Rob Miners (2012) cherche à utiliser des systèmes à la fois simples et gratuits : « On se fait vendre beaucoup de produits. L'idée c'est de choisir les choses les plus simples et intelligentes. [...] Plus cela est simple, plus c'est facile je dirais, mais ça, c'est très personnel... » Les systèmes de contrôle automatisés doivent demeurer accessibles afin que les occupants se sentent en contrôle et soient aptes à les manipuler (Vallières, 2012). Plus c'est *low-tech*, plus les occupants développent un réflexe de vivre en harmonie avec leur environnement alors que le piège des systèmes plus avancés est que plus c'est automatique, moins les occupants y pensent et plus ils se fient à la technologie (White, 2012). Mais il n'y aurait pas de meilleur ou de pire système, il se doit seulement d'être conséquent avec ses occupants.

« Quelqu'un qui ne veut rien savoir, il faut que tu lui mettes ses systèmes électroniques pour que ça soit plus performant... Quelqu'un qui est sensibilisé, tu vas perdre de l'argent et des ressources avec ça. Tu vas lui enlever, je dirais le plaisir du contrôle manuel et probablement l'efficacité aussi... C'est sûrement plus efficace un bon système manuel bien contrôlé qu'un système programmé qui fait toujours les mêmes choses de la même façon. » (White, 2012)

Certains clients peuvent également réellement s'intéresser aux systèmes automatisés et vont, dans ce cas, être soucieux de vérifier les réglages, etc. Cette voie est alors intéressante pour les gens actifs et engagés en ce sens (Vallières, 2012). Il demeure qu'il importe de garder une réserve par rapport aux maisons « vertes » hypertechnologiques où un cartable complet d'instruction est nécessaire pour assurer son bon fonctionnement (Choinière, 2012).

5.6 Possibilité de génération d'énergie renouvelable sur le site

Parmi les systèmes actifs de production d'énergie sur le site, la géothermie semble être le système le plus recommandé des professionnels. Pour l'instant, les panneaux photovoltaïques sont jugés chers et compliqués à opérer (Miners/Vallières, 2012). Pour l'ensemble des systèmes actifs, le long retour sur l'investissement et l'absence d'incitatifs financiers font en sorte qu'ils demeurent pour l'instant peu utilisés au sein de projets de gabarit unifamilial. Pour Kongshaug (2012), il est nécessaire de démontrer aux gens que ces nouvelles technologies ne sont pas risquées, qu'elles apportent un retour sur l'investissement intéressant et qu'il y a un profit à le faire. « Je sens que beaucoup de gens ici hésitent, même par rapport à la géothermie, qui est pourtant une technologie prouvée, qui est disponible, qui existe depuis très longtemps et qui est intéressante par rapport à la période de remboursement (Kongshaug, 2012). »

5.7 Résistance au changement

La difficulté de faire les choses autrement est l'un des obstacles à la conception de résidences plus durables identifiés par les professionnels. Que ce soit au niveau des concepteurs, des

constructeurs, des clients ou encore des fournisseurs de matériaux de construction, les façons de faire sont établies et la résistance au changement des habitudes est bien réelle. Évidemment, certaines raisons justifient cette tendance : tous tendent à éviter de se retrouver dans l'eau chaude (Verge, 2012).

5.7.1 Entrepreneurs/constructeurs

Règle générale, quand il s'agit des entrepreneurs et des constructeurs, les professionnels semblent s'accorder sur l'intérêt de leur attestation Novoclimat officielle (Vallières/Choinière/Faucher, 2012). Ils soulignent également l'ouverture de certains entrepreneurs, leur souci de la qualité et leur intérêt à faire les choses autrement (Verge/Miners/Vallières/Thibault/Faucher, 2012). Anne Vallières (2012) considère ceux avec qui elle a fait affaire comme des alliés. Christian Collignon (2012) abonde dans ce sens : « des constructeurs j'en connais, des gens qui travaillent très bien, qui intègrent très très bien un paquet d'affaires, des gens très solides, très responsables, j'en connais plusieurs [...] et pas que des jeunes ! » Il nuance toutefois sa réponse en précisant que cela est le cas pour « certains » entrepreneurs.

Le chantier serait facilité par la présence d'un entrepreneur général contrôlant la totalité des travaux et minimisant l'emploi de sous-traitants, où l'ensemble est plus difficile à superviser (Verge, 2012). Les architectes tentent autant que cela est possible de constituer une équipe de confiance avec laquelle ils construisent une relation d'interdépendance dans la réalisation de projets (White/Thibault/Collignon, 2012). Lorsqu'une telle relation est possible entre architecte, constructeur, installateur, fournisseur, etc., il semble possible d'en arriver à des résultats satisfaisants de manière moins complexe. Règle générale, les petits constructeurs font appel à un savoir-faire acquis d'expérience et, un peu comme dans le cas de l'architecte, sont réticents à modifier leur pratique (Faucher/Mohamed-Ahmed/Boulianne/White, 2012). « Ils sont à l'aise dans un certain créneau et puis, si les conditions de jeu changent, il y a un malaise et ça ne suit pas. Cela me semble être un empêchement au contrôle habituel du produit, ça amène de l'inconnu, ça n'embarque pas [...] (Boulianne, 2012). » Il y aurait tout de même une volonté de changement, mais puisqu'à tout changement correspond une contrepartie, la nouveauté peut mener à un temps d'ouvrage plus long, des coûts plus importants et même à la création de problèmes au niveau de l'enveloppe, ce qui refroidit grandement les entrepreneurs (Boulianne, 2012). Pour Ashraf Mohamed-Ahmed (2012), c'est également une question de coûts : « Ils ont leur administration et profits qui vont varier de 10 à 20 %, il ne faut pas qu'on touche beaucoup à ça... »

Les opinions des professionnels sont ainsi partagées, mais il semble que bien que cela demeure un faible pourcentage et que le processus est souvent difficile, un petit nombre de constructeurs seraient intéressés à une démarche alternative (Boulianne/Thibault/White, 2012). Pour les autres : « ça ne l'intéresse pas ton truc, c'est juste des problèmes parce que tu es toujours en train de

remettre les choses en question. La plupart disent, regarde on fait ça comme ça d'habitude, pourquoi tu ne fais pas ça comme tout le monde [...] (White, 2012). » Pour ce qui est de la certification LEED, Choinière (2012) souligne que peu importe l'intérêt de l'entrepreneur, l'atteinte de la certification leur apporte plusieurs complications. Mohamed-Ahmed (2012) souligne également une expérience où des sous-traitants n'étaient pas à l'aise avec la documentation requise par LEED.

D'après Rune Kongshaug (2012), la division des métiers de la construction en spécialités, où chacun a des cartes de compétence différentes, va à l'encontre d'une démarche de construction durable. Cette régulation existe dans l'optique d'un meilleur contrôle de la qualité du produit, de la sécurité et de la santé des travailleurs, mais encourage le travail isolé, en silos, qui va à l'encontre d'une méthode plus systémique visant à ce que les expertises collaborent entre elles. Ainsi, une petite équipe de constructeurs, réalisant les résidences l'une après l'autre, a généralement une bonne connaissance de tous les éléments et enjeux à intégrer au projet et devrait être privilégiée (Thibault, 2012). « Il faut plus de fluidité entre ces métiers. [...] Énormément de retards sont causés par une culture dans les métiers de la construction qui n'est pas adaptée aux exigences de la construction durable (Kongshaug, 2012). »

5.8 Culture constructive et vision d'avenir : avenue de la préfabrication

Au Québec, les résidences sont construites en ossature de bois, selon la même tradition constructive depuis des générations. Pour Rune Kongshaug (2012), il faut cesser le gaspillage résultant de cette façon de construire les maisons une à une, selon des techniques non optimisées. Pendant que les autres industries apprennent et gèrent leurs résidus d'une manière de plus en plus efficace, l'industrie de la construction n'avance guère. Il faudrait donc apprendre de ces industries manufacturières dans l'optique de diminuer le gaspillage de matériaux, de l'ordre de 30 à 40 % sur un chantier usuel. Ainsi, pour Kongshaug (2012), il faut changer la culture de la construction au Québec. L'avenue de la construction modulaire et de la préfabrication semble donc tout indiquée. Christian Collignon (2012) impose à ses clients une coquille préfabriquée qui lui garantit une qualité de construction : aucun déchet en usine, tout est récupéré, tout est impeccable, la qualité de l'isolant est excellente, perméabilité minimale, etc. L'érection de la construction sur le site s'effectue en 3 jours, une semaine en tout avant la pose des portes et fenêtres, ce qui assure également une perturbation minimale du voisinage. « Je suis du côté maintenant des systèmes industrialisés qui garantissent une qualité, qui garantissent une non-toxicité des matériaux, qui garantissent des labels [...] (Collignon, 2012). » Une nouvelle technique constructive également prometteuse réside dans l'utilisation du *Cross Laminated Timber* (CLT) nouvellement en développement au Québec et récemment testée par Bruno Verge et Ashraf Mohamed-Amed au sein de projets résidentiels qui considèrent que tout comme la préfabrication, cela pourrait s'avérer une voie d'avenir.

5.9 Gestion intégrée : gage de qualité

La moitié des professionnels rencontrés disent utiliser un processus de gestion intégrée simplifié et plus informel, adapté à l'envergure du projet unifamilial. La constitution d'une équipe privilégiée concepteurs-constructeurs serait une voie intéressante où les intervenants, à force de travailler ensemble, pourraient apprendre les uns des autres (Vallières/Collignon, 2012). Anne Vallières (2012) valorise largement les compétences et l'expérience des entrepreneurs, contremaîtres et constructeurs. En travaillant avec ces acteurs, elle tente de mettre à profit leurs connaissances et d'intégrer leurs suggestions au projet. Quant à lui, Pierre Thibault (2012) parle de l'implication des clients dans le processus de construction. Ceux-ci s'investissent énormément et peuvent se charger, par exemple, de la rencontre avec les sous-traitants. Dans son cas, les constructeurs travaillent à taux horaire, ce qui permet cette souplesse. White (2012) pose qu'un grand obstacle à une gestion plus intégrée réside lorsque les clients tardent à sélectionner l'équipe de constructeurs.

5.10 Client et impact du mode de vie

Un frein à l'enthousiasme des concepteurs dans l'élaboration d'un projet durable réside dans l'ouverture de certains clients. Les idées arrêtées et les images préconçues de modèles connus ou à atteindre sont souvent nombreuses (Boulianne, 2012).

Chaque projet est unique et implique souvent plus d'un client : couples non monolithiques et leurs enfants qui sont parfois consultés (White, 2012). Les gens priorisent majoritairement le confort et un entretien minimal (Faucher, 2012). Ils ne sont pas contre la vertu et sont bien entendu ouverts à l'intégration de caractéristiques écoresponsables, si cela ne coûte rien (Collignon/Kongshaug, 2012). Le coût, à court terme, est un élément déterminant. « Le problème est que : les rêves sont toujours plus grands que les moyens (Miners, 2012). » Les gens deviennent plus réticents lorsque leurs choix impliquent des changements au niveau de leur mode de vie (White, 2012). « Les "belles valeurs" tombent facilement lorsque le pratico-pratique et le budget entrent en considération (Faucher, 2012). » Planchers radiants partout et climatisation obligatoire sont des exemples de ce genre d'incontournables (White, 2012).

« Parfois, on propose des choses et ils comprennent que bioclimatiquement, ça serait plus intéressant, mais ce n'est pas vraiment ça qu'ils veulent. [...] C'est comme un jeu d'équilibre : les gens émettent leurs idées, nous on leur présente notre vision de leur maison et cela ne répond pas toujours complètement à la vision qu'ils avaient [...]. Il y a des ajustements, c'est normal, notre job comme architecte c'est de dessiner des maisons pour les gens, ce n'est pas de dessiner des maisons pour nous, ce n'est pas nous autres qui allons habiter dedans. S'ils choisissent d'avoir des espaces de telle ou telle manière ou des finis et qu'ils sont conscients que ce n'est pas optimal au niveau énergétique ou bioclimatique, ils ont le droit. » (Verge, 2012)

Cela est somme toute compréhensible puisque l'achat d'une maison est souvent le plus gros investissement de la vie d'une personne (Boulianne, 2012). « C'est très personnel, les gens investissent beaucoup et ils ne sont pas trop prêts à être les cobayes ou à être incertains (White,

2012). » C'est le phénomène de la résistance au changement, les habitudes sont difficiles à modifier (Collignon/White, 2012). « Même si avec la tête je dis, voyons ça n'a pas d'allure ce que je fais, tant que je n'ai pas quelque chose qui va me pousser aux fesses solidement pour m'obliger à changer, je ne le ferai pas (Collignon, 2012). »

Certains clients font consciemment ce genre de choix, mais pour des petites choses. Bruno Verge (2012) cite les douches avec valves thermostatiques permettant d'arrêter l'eau aisément. Anne Vallières (2012) croit que l'attitude positive face au changement est une condition essentielle pour un projet à caractère durable. Si cela est un objectif des clients, cela devient très facile de faire les choses autrement, ils sont très ouverts. Par contre, si cette condition n'est pas présente au départ, cela ne fonctionnera pas ! Rune Kongshaug (2012) affirme que certains clients, pour qui la priorité était vraiment l'environnement ont trouvés les moyens nécessaires à l'atteinte leurs objectifs, alors qu'assez souvent, certains éléments sont laissés derrière. « Il y en a beaucoup, on comprend qu'ils sont juste contents d'avoir fait un effort minimum, c'est bon pour leur conscience » (Verge, 2012).

5.10.1 Image en place : le voisin gonflable

« C'est quand même assez renversant de voir nos quartiers résidentiels où l'on implante les maisons n'importe comment, toujours la façade, les deux côtés et l'arrière. En fait, les 2 côtés n'existent pas [...] sauf si tu es sur le coin d'une rue, la Ville va t'obliger à avoir une fenêtre ou un matériau plus noble. C'est tout là ! [...] À l'arrière, c'est le résultat des pièces... Alors, les gens vont composer les façades avant en fonction d'une façade de représentation, de ce qu'ils ont vu, d'un modèle qu'ils vont prendre dans un catalogue ou qu'un promoteur va leur vendre. [...] Il va leur dire, regardez nous autres on a 500 modèles, c'est bon hein ? C'est 500 variations de la même affaire qui n'a pas d'allure... [...] Ça reflète tellement à quel point on est loin d'une utilisation intelligente du territoire collectivement. Parce que chacun fait sa maison à partir de ces données là, qui sont celles qui sont fournies en catalogue par des gens qui vendent des maisons toujours pareilles, des gens qui ne peuvent pas acheter autre chose parce qu'on ne leur offre pas autre chose. » (White, 2012)

Ainsi, pour plusieurs architectes, il importe de se dégager de l'image de la maison monstre, du néo-manoir ou autres modèles populaires préconisés par les clients. Miners (2012) constate également que les familles sont plus petites et les maisons plus grandes. Fixées vers 1980, les cotes énergétiques devaient améliorer les maisons, mais les maisons ont plutôt été agrandies (Miners, 2012). « La maison est devenue un gros bien de consommation et non pas quelque chose qui est là pour t'abriter. Ça a dépassé nettement les besoins réels et là, l'industrie de consommation s'est jetée dans la maison à tord-cou et les gens ont embarqué là-dedans et sont mordus là... [...] (Boulianne, 2012). » Il y aurait donc un côté très social, une volonté de performer, de faire partie de la moyenne et de posséder une belle grande maison où celle-ci devient alors symbole de réussite sociale (Boulianne, 2012).

« La plus grosse erreur que les gens font c'est de se faire des façades pour bien paraître de la rue. J'ai rarement vu quelqu'un s'asseoir dans son *driveway* et regarder

sa maison. La plupart du temps, le monde s'assied en arrière et ils veulent être privés en arrière, être bien. Quand je dessine des maisons, je mets l'argent en arrière, c'est là que tu la vois ta maison... » (Choinière, 2012)

5.10.2 Savoir parler au client

Pour certains, comme Anne Vallières (2012), le client n'a jamais été une embûche dans l'atteinte d'un projet à faible impact environnemental. Ses clients sont majoritairement sensibilisés, ils ont conscience de l'importance de l'investissement financier à venir, se projettent dans le temps et désirent un projet à la fois optimal et performant.

« C'est ça aussi le défi, la beauté, en même temps la difficulté, c'est sur qu'on intervient dans l'intimité des gens [...]. On leur demande : comment vous vivez ? Qu'est-ce que vous faites ? Comment ? Plus ils vont être ouverts et plus ils vont partager ces informations-là, plus leur projet va être riche parce qu'il va être conçu pour eux. » (Vallières, 2012)

Un obstacle récurrent demeure l'ouverture du client (Faucher/Miners/Verge, 2012) : « Si le client n'est pas intéressé, tu ne peux pas le forcer à avaler la pilule ! (Miners, 2012) » Puisque tout se joue entre le concepteur et le client, il importe d'établir une relation de confiance et de cheminer avec ce dernier : « C'est vraiment le secret [...], il faut établir une relation de complicité et je pense qu'avec ça, cela peut bien marcher [...], mais parfois, ça ne marche pas pour autant (White, 2012). » Le plus grand obstacle réside lorsqu'un client insiste sur une idée toute faite et ne déroge pas de sa propre vision du projet (Mohamed-Ahmed/Boulianne/White, 2012). Il y a alors très peu de place pour le travail de l'architecte. Collectivement, il y a une lacune au niveau de la culture architecturale au Québec (Mohamed-Ahmed/Boulianne/White). « Il y a peu de respect de l'architecte au Québec. [...] Le client se permet beaucoup de choses par rapport à l'architecte, il se permet d'intervenir beaucoup parce qu'il paie et que c'est son goût qui prime (Boulianne, 2012). » Pour Rob Miners (2012), cela ne vaut pas la peine de travailler avec ces clients qui, somme toute, n'ont pas besoin des services d'un concepteur. Ils sont alors redirigés vers un technologue.

D'après Jean-François Lepage (2012), le problème fondamental est que : « le professionnel n'est pas assez bien outillé pour arriver avec les informations qui vont permettre à la personne, dans le plus profond respect de ses valeurs et de sa personne, de poser des gestes et des décisions plus éclairées [...] ». Ainsi, selon lui, tout est dans l'explication fournie au client et lorsqu'environnement rime avec argent, les clients ne peuvent être plus ouverts. Il explique l'importance, pour les clients, d'une perspective à plus long terme et de leur mettre entre les mains des outils d'intervention leur permettant de réduire à la fois leur fardeau financier et environnemental. En discutant avec les clients d'un investissement initial quelque peu supérieur et d'un retour sur cet investissement selon un intervalle de temps pré-établi, il est possible d'aller beaucoup plus loin.

Ahsraf Mohamed-Ahmed (2012) croit que les clients ont généralement une ouverture, mais qu'ils manquent de connaissances sur le sujet. Lorsque le concepteur introduit les notions de base,

l'intérêt des clients s'évalue rapidement. « Généralement la question qui arrive directement après : combien ça coûte? En fonction de cela, on s'adapte ! (Mohamed-Ahmed, 2012) » Pour Rob Miners (2012), certaines stratégies qui n'apportent aucun surcoût ou pour lesquelles il y a un bon retour sur l'investissement sont faciles à vendre simplement parce qu'elles sont intelligentes financièrement. Quant à lui, Christian Collignon (2012) utilise les simulations énergétiques dans l'optique d'amener les clients à comprendre les enjeux énergétiques du projet. Par exemple, la simulation va permettre le calcul du coût de chauffage annuel lié à une superficie de vitrage. Les clients peuvent ainsi prendre leurs décisions de manière plus éclairée.

Pierre Thibault (2012) fait la démonstration de la qualité de vie qu'amènent des espaces bien conçus par la visite d'une résidence bien orientée où la qualité des espaces et celle de la lumière confirment au client l'importance de ces éléments. Par la suite, le travail en scénarios permet d'illustrer la nuance entre la vision préliminaire du client et celle compatible avec le site du projet. Les clients réalisent que : « cela est peut-être une contorsion un peu forte... Je veux dire, le soleil, il ne devrait pas changer de si tôt ! (Thibault, 2012) »

L'entretien est un point sensible, où les clients sont très proactifs (Choinière, 2012). Cette caractéristique, très liée à la durabilité des matériaux, peut être exploitée en ce sens afin d'offrir au client des composantes à la fois pérennes, durables et faciles d'entretien. Pour Mathieu Choinière (2012), il est primordial que cela soit simple pour le client dont la vie quotidienne est déjà assez prenante. Les concepts peuvent être extrêmement vendeurs : frais d'exploitation réduits, meilleure qualité de l'air, enfants moins malades, etc., mais le temps et les efforts devant être investis par le client pour en arriver là font en sorte que bien souvent, même si cela est gratuit, ils n'en veulent pas.

Finalement, pour Christian Collignon (2012), la difficulté ne réside pas dans la technique, mais plutôt dans ce que cela fait vivre aux clients lorsqu'ils doivent renoncer, pendant la conception, à un élément auquel ils tenaient. « Il y a donc des deuils et cela veut dire qu'il faut accompagner ces deuils-là... (Collignon, 2012) »

5.11 Perception des projets « verts » et innovation stylistique

La perception populaire des projets « verts » est qu'ils sont compliqués, chers et parfois même laids. Il est donc nécessaire d'en changer la perception (Kongshaug/Choinière, 2012). Pour cette raison, Rune Kongshaug (2012) croit que l'esthétisme des projets est d'importance primordiale. « Il faut que ça soit *packagé* selon la culture, il faut que ça soit un objet désirable ». Certains clients seraient prêts à investir davantage pour un projet de qualité supérieure. Globalement, la performance écologique devient ainsi un facteur du projet parmi d'autres.

Selon Yvon Boulianne et Christian Collignon, ces habitations devraient se démarquer de la production standard. Collignon estime qu'il faut travailler fort sur le côté distinctif de ces maisons afin qu'elles traversent le temps. « Sinon, cela sera une mode et dans 5 ans, on en parlera plus et ce n'est pas ça que l'on visait (Collignon, 2012). » Boulianne (2012) croit quant à lui, que la recette gagnante est d'associer des chiffres à l'image :

« Je pense à *Passive House* dont les coûts énergétiques sont très bas, si tu arrives à mettre sur la carte ce type d'habitation là, je pense qu'il devrait durer, ça devrait rester comme étant parmi les premières maisons du type qui se sont construites. [...] Les chiffres veaux, veaux pas... On peut juger de la beauté ou non d'un concept, mais les chiffres, ça parle à tout le monde. Une maison contemporaine, il y en a qui vont triper là-dessus, d'autres non, ça ne touchera pas tout le monde, mais une facture énergétique très faible aujourd'hui et qui resterait faible, je pense que cela aurait un effet marquant. Quand tu parles de chiffres et de coûts de chauffage et que tu arrives à vraiment vendre l'idée que tu peux avoir une maison qui ne coûtera à peu près rien... [...] Je le sens quand je parle de *Passive House* et que l'on dit aux gens que ça va coûter 2-3-400 \$ d'énergie par année. Les gens ne te croient pas... C'est vraiment très inspirant et ça allume tout le monde. Il n'y a personne qui est insensible à ça » (Boulianne, 2012).

5.11.1 Nouvelle image et publicité

Pour Mathieu Choinière (2012), il y a une image très « balle de foin » derrière la maison passive. Paul Faucher (2012) estime qu'il est nécessaire de prendre le temps d'expliquer aux clients qu'il est possible d'avoir une résidence durable sans tomber dans les clichés véhiculés par les magazines tels que *DWELL*. Puisque le produit est fourni selon la demande, il faut amener la population à vouloir autre chose (Miners, 2012). Toujours selon Rob Miners, la population aurait besoin de voir une autre manière de faire, une démonstration en images et en exemples de maisons bien construites dans une petite superficie afin que les gens s'y associent et puissent se dire qu'ils n'ont pas besoin d'aller dans cette tendance de consommation, qu'il existe une autre direction, plus écoresponsable. Pour Yvon Boulianne, une plus grande diffusion de l'information est nécessaire à tous les niveaux. « Il faut d'abord trouver des façons d'en parler globalement, de montrer des exemples, de véhiculer tous ces concepts-là dans le grand public » (Boulianne, 2012). Lui et Paul Faucher (2012) croient que des exemples comme le cahier Habitat, nettement progressiste, de *La Presse* aident à véhiculer des images et amène une plus grande ouverture de la population envers le design contemporain et écoresponsable. Ils nomment également d'autres médias de diffusion susceptibles de rejoindre la masse : reportages et émissions télévisées tel qu'au canal *Art-TV*, journaux et périodiques tels que *DécorMag*. Il faut donc des exemples et de la démonstration pour qu'au fil du temps, sur une décennie par exemple, il soit possible de viser l'élargissement de la culture architecturale au Québec. Si les gens s'intéressent à la construction écologique, ils ne voudront plus des modèles de maisons monstres ou de celles qui sont bon marché ou mal conçues et leur désir d'une meilleure qualité les amènera vers des choix conséquents en ce sens (Miners, 2012).

5.12 Position des architectes face à la question stylistique

À la recherche d'une habitation québécoise durable dans le temps correspond une image qui se doit elle aussi d'être pérenne. Les professionnels ont ainsi émis leur opinion sur l'interprétation possible d'une maison à l'identité québécoise et sur celle de l'intemporalité stylistique.

5.12.1 Identité climatique et matériaux locaux

L'idée que la maison québécoise devrait avoir une identité climatique plutôt que stylistique est répandue (Choinière/Vallières/Verge/Miners, 2012). Pour Mathieu Choinière (2012), une maison répond à des besoins et à un climat, l'identité n'a donc rien à voir avec une frontière terrestre ou géopolitique. Le Québec évolue sous un climat très froid, nécessairement, nos bâtiments peuvent être similaires à ce que l'on retrouve en Scandinavie ou dans des lieux aux climats semblables (Miners, 2012). Selon Mathieu Choinière (2012) :

« Des maisons victoriennes, tu en as partout dans le monde, c'est international une maison. Des maisons que les gens appellent contemporaines, tu en as partout dans le monde, des styles manoirs, tu en as partout [...]. Il n'y a pas de frontières, tu ne peux pas dire : ça, c'est une maison québécoise. Tu vas peut-être le dire de vieilles maisons qui datent de 1780 ou des choses comme cela, mais encore ! Ce n'est pas une maison québécoise, c'est une maison copiée et qu'ils faisaient en France à l'époque qu'ils ont traversée et qu'ils ont faite ici. »

À la fois en accord et en contradiction avec le discours de Choinière, Pierre Thibault (2012) dit de ses maisons qu'elles sont un peu dans la continuité de la maison ancestrale :

« des volumes simples, en bois, qui étaient bien orientés. Je dirais que je m'inscris plutôt dans cette continuité là [...]. Donc on explique un peu cette idée-là que la maison québécoise pour nous remonte avant l'idée de la banlieue qui elle est dans cette idée de la parcelle avec représentation. On fait une connexion plus ancienne, on essaie de montrer aux gens que c'est de là qu'on est partis. On a renoué avec cette tradition là. »

Avec l'idée de favoriser l'utilisation de matériaux locaux, synonymes de ressource et de savoir-faire local, l'utilisation du bois comme parement ou en réponse à une tradition constructive, est le deuxième élément le plus mentionné (Mohamed-Ahmed/Miners/Thibault/Vallières, 2012). Pour Ahsraf Mohamed-Ahmed (2012), l'innovation, par l'utilisation de nouveaux procédés comme la préfabrication ou des matériaux comme le CLT, est également compatible avec cette idée.

5.12.2 Intemporalité

La noblesse des matériaux utilisés serait garant d'intemporalité (Choinière/Verge/Faucher, 2012). « Peu importe le look de la maison, [...] si les matériaux sont nobles, ça va passer les années. Si tu utilises des matériaux *cheaps* ou qui vieillissent mal... [...] du bois, du béton, de l'acier, de la pierre, du marbre : ça va toujours rester, mais du vinyle, du fibrociment, du stucco... (Choinière, 2012) » Ensuite vient la sobriété du design (Thibault/Faucher, 2012), l'indépendance vis-à-vis des modes (Vallières, 2012) et une forme tirée de la compréhension du climat et du site sur lequel la maison se

pose, en altérant le site le moins possible (Thibault/Vallières). Elle doit devenir une valeur ajoutée au paysage et éviter tout artifice (Thibault, 2012).

Pour Jacques White (2012), viser l'intemporalité c'est tenir pour acquis que les choses ne vieillissent pas. Il croit, comme d'autres architectes rencontrés (Miners/Mohamed-Ahmed, 2012), que tout est toujours temporel. Une architecture intemporelle pourrait alors en être une qui vieillit bien, qui porte la marque de son époque, qui est authentique et qui n'a pas l'air d'avoir été faite n'importe quand. C'est une architecture qui porte fièrement les caractéristiques de son temps, mais où chaque chose est à sa place.

« On essaie juste de simplifier formellement, d'avoir quelque chose qui se tient et de ne pas entrer dans un effet de mode. [...] Il y a toujours un effet de mode, mais il y a des choses qui durent mieux que d'autres et c'est plus dans ce courant là, en simplifiant les formes, en ne rajoutant pas des choses importées qui n'ont aucun rapport. » (Mohamed-Ahmed, 2012) « Si tu veux être démodé, fait quelque chose à la mode. » (White, 2012)

Finalement, comme l'exprime Anne Vallières (2012) : « La mode dans le domaine du bâtiment, ça n'a pas de sens. » Pour Jacques White (2012), une maison dont les caractéristiques vont plaire dans 10, 15, 20 ou 50 ans doit être typée.

« Ce n'est pas parce qu'on veut durer qu'il faut s'empêcher de faire des choses qui sont intéressantes parce qu'elles sont différentes. S'il y a une pertinence, que l'on pense qu'elles vont durer, bien on y va là... Il y a des maisons des fois que tu dis : "voyons c'était dont bien avant-gardiste", ils ont fait quelque chose de bizarre à l'époque qui est devenu quelque chose que tout le monde veut. » (White, 2012)

Finalement, la maison peut s'inscrire dans son époque, l'intemporalité n'étant pas une caractéristique à rechercher. Il est par contre nécessaire d'éviter le piège des modes, même si au fond, on ne saura peut-être que dans 10 ans ce qui aura été une mode ou non !

5.13 Intégration des connaissances par le concepteur

La conviction profonde des professionnels et leur maîtrise des principes guidant une architecture bioclimatique sont primordiales à leur application et à l'atteinte d'une performance environnementale exceptionnelle. La figure 15 montre d'ailleurs le niveau d'application de ces stratégies par l'échantillon de professionnels rencontrés. Leurs priorités de conception ainsi que leur définition d'une habitation durable montrent de forts indices de la pratique courante de ces professionnels.

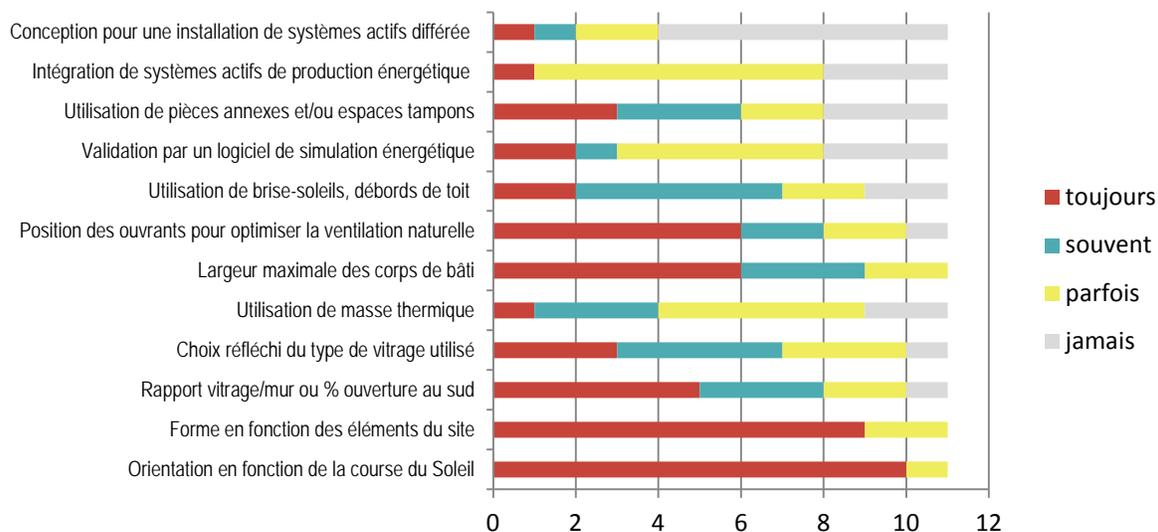


FIGURE 5.2 : APPLICATION DES STRATÉGIES PASSIVES ET ACTIVES DE BASE PAR LES PROFESSIONNELS RENCONTRÉS

5.13.1 Hiérarchie des priorités de conception

Selon l'information recueillie auprès des professionnels, les éléments prioritaires lors de la conception d'une résidence sont dans l'ordre :

- l'adéquation optimale avec les besoins/désirs du client
- l'adéquation au site
- le respect du budget de construction
- l'aménagement des espaces et l'orientation en fonction de la course du Soleil
- un design soigné
- la performance énergétique de l'enveloppe
- la qualité de la construction/choix de matériaux de qualité
- l'intégration de principes bioclimatiques
- l'intégration d'énergies actives/technologies de production d'énergie sur le site
- éviter le gaspillage
- utiliser une approche écosystémique

5.13.2 Définition d'une maison durable par les professionnels

Pour les professionnels rencontrés, et somme toute en lien avec leurs priorités de conception, une habitation durable doit d'abord arborer des matériaux de bonne qualité et durables (Choinière/Faucher, 2012). C'est donc une maison qui, au point de vue de sa constitution physique, va traverser le temps. Pour Christian Collignon, cela signifie qu'elle n'est pas un objet de consommation dont l'obsolescence est programmée à quelque 25 années.

« C'est un truc qui va avoir une histoire et il va se passer bien des choses ! Il va peut-être se transformer... [...] Les composantes doivent pouvoir être réutilisées, recyclées, etc. Cela veut dire aussi que je regarde les composantes d'où elles viennent, qui les fabriquent et dans quelles conditions [...]. » (Collignon, 2012)

Une habitation pérenne peut durer dans le temps et doit donc vivre au travers des époques (Boulianne/Choinière/Verge, 2012). Les questions de flexibilité et d'adaptabilité des espaces sont au cœur de la définition d'une habitation durable par les architectes (Verge/Choinière/Boulianne/White, 2012). En effet, les clients changent de résidence lorsque leurs besoins ne sont pas comblés (Choinière, 2012). Une bonne conception est donc synonyme d'une réponse aux besoins dans une longue période de temps (Boulianne/White, 2012). Cette prise en compte des besoins est liée à la polyvalence de l'habitation et à sa capacité d'évolution au gré des étapes de la vie passant du couple à la jeune famille, aux adolescents, aux étudiants universitaires, au retour à deux, aux petits enfants, etc. (Choinière, 2012). La résidence a la capacité d'évoluer en minimisant les modifications/démolitions et en conservant de manière permanente l'essence de la maison (Boulianne, 2012). Elle n'aura donc pas de problèmes techniques forçant le remplacement hâtif de composantes (vieillessement de matériaux, mauvaise adéquation au site, mauvaise protection de la pluie, etc.) puisque sa conception aura intégré les besoins d'un vieillissement sain. Il s'agit en fait d'une maison qui vieillit bien (White, 2012).

Mis à part l'entretien continu, il pourrait s'écouler entre 30 à 50 années, soit un cycle normal de durée de vie d'un bâtiment, avant de devoir y réaliser des interventions majeures (Vallières, 2012). En ce qui concerne l'esthétisme, la résidence doit s'intégrer à son contexte, tirer profit de son site (Vallières/Verge, 2012) et arborer un design sobre qui ne se démode pas (Faucher/Boulianne, 2012). Sur le plan de la superficie, il n'y a aucun gaspillage, chaque mètre carré et chaque mètre cube ont leur utilité (Vallières/Faucher, 2012). La gestion de l'ensemble des ressources (eau, énergie, éolienne) doit y être intégrée et performante (Verge, 2012).

À l'aide de l'exemple d'une maison ancestrale qu'il prend pour référence, Pierre Thibault (2012) explique sa définition d'une maison durable. En premier lieu, une grande harmonie avec le site par une implantation (où un minimum d'efforts est investi pour un maximum d'effet) et une orientation en fonction de la course du Soleil. Ensuite, tendre vers un minimum de matériaux, qui soient facilement recyclables et d'origine locale. Finalement, la maison doit être confortable, relativement spacieuse et toujours adaptée au style de vie. « Il y a 200 ans, les gens avec des moyens autour d'eux réussissaient à faire des maisons qui sont encore confortables aujourd'hui. C'est quand même une grande leçon (Thibault, 2012). »

5.14 Longévité par une habitation capable d'évolution

La première façon d'optimiser la flexibilité et l'adaptabilité d'une résidence est d'y imaginer le passage du temps puisque ses occupants n'auront forcément pas les mêmes comportements, envies ou aspirations lorsque la résidence aura dix années de vie, par rapport au moment de sa conception (Vallières, 2012). Imaginer également, lors de la transmission de la propriété, comment elle sera utilisée par d'autres occupants ou une organisation différente de la cellule familiale.

« C'est un exercice qui est souvent très profitable parce que justement cela permet de faire la distinction entre ce qui est de l'ordre des caprices ou des envies très superficielles ou momentanées par rapport à ce qui va être réellement utile à long terme (Vallières, 2012). »

Ensuite, et venant un peu en contradiction avec la question des coûts, vient le dimensionnement des espaces. Il est nécessaire de trouver un équilibre entre coût initial et adaptabilité à long terme. Les espaces doivent être de dimensions justes, ni trop restreintes, ni trop vastes aux bonnes proportions afin de maximiser leur flexibilité (White, 2012). La maison doit être agréable tout au long de sa vie utile, y compris lorsque les occupants se retrouvent à deux (Thibault, 2012). Diminuer les superficies dans l'optique de respecter le budget limiterait les possibilités d'adaptation. Les pièces doivent être dimensionnées en fonction des possibilités d'aménagement et doivent pouvoir accommoder différents types de mobilier, leurs différentes configurations (Choinière/White, 2012) et même différents types d'usages (Faucher, 2012). L'utilisation du même espace pour accommoder à la fois une fonction principale et une fonction secondaire peut réduire le besoin d'espace construit. Christian Collignon (2012) dit toujours utiliser cette stratégie au sein de ses projets. Par exemple, un bureau doté d'un lit escamotable sert de chambre d'invité. Les chambres, considérées comme espaces de repos, peuvent être minimalistes dans leurs dimensions (Thibault, 2012).

Les contraintes structurelles limitent évidemment le potentiel de flexibilité, d'adaptabilité et d'expansibilité des espaces. Plus l'espace intérieur peut être ouvert, plus il est facilement adaptable (Miners/Mohamed-Ahmed, 2012). L'ouverture des espaces de vie publics, ainsi que leur bonne orientation semble être une solution jugée intéressante pour maximiser la flexibilité des espaces (Thibault/Mohamed-Ahmed, 2012). Le temps dira s'il s'agit, comme le soupçonne Bruno Verge (2012), d'une mode passagère. Rob Miners (2012) prêche également pour un noyau technique fixe contenant entre autres les conduits de plomberie et le câblage électrique. De manière optimale, ce noyau ainsi que la cuisine doivent se retrouver en marge de l'espace de vie, le reste de l'espace demeurant libre d'adaptation. Quant à lui, Jacques White (2012) utilise ce qu'il appelle « le vieux truc des espaces servants/espaces servis ». Il tente d'être le plus efficace et le plus précis possible dans la conception des espaces qui ne sont pas appelés à être modifiés régulièrement, afin qu'ils durent réellement. En opposition à ces espaces, les espaces servis, susceptibles de changer, doivent pouvoir le faire facilement. Mathieu Choinière (2012) nomme également des exemples de petites décisions favorisant un minimum de transformations à long terme : une chambre principale devrait être dimensionnée en fonction des dimensions d'un lit de très grand format (*king*), au cas où les besoins évolueraient. Les portes devraient quant à elles toujours avoir une embrasure minimale de 32", dans l'éventualité où une personne à mobilité réduite viendrait à y évoluer.

Un agrandissement futur, autant dans son emplacement, dans sa conséquence sur l'organisation fonctionnelle des espaces existants, son potentiel bioclimatique et les contraintes structurelles qu'il impose, peut être esquissé dès la conception du plan de base (Verge, 2012). Éviter l'utilisation de

matériaux faits d'amalgames composites ou figés aide au désassemblage et à la réutilisation des composantes lors de travaux de rénovation. « Certains fabricants nous proposent des matériaux qui sont collés ensemble et ils disent : le carton fibre est recyclable, mais il est collé sur une membrane élastomère, il n'est donc pas recyclable (Verge, 2012). »

5.15 Coût abordable : stratégies visant à rationaliser les coûts

Les budgets limités (Collignon/Mohamed-Ahmed/Choinière/Verge/Faucher, 2012) des clients rendent les stratégies passives, au coût à peu près nul d'autant plus intéressantes (Verge, 2012). Mis à part ces dernières, quelques autres moyens visant à diminuer les coûts d'un projet sont ici présentés.

5.15.1 Réduire la superficie construite et rationaliser le programme

Avec l'objectif de rationaliser les coûts, la réduction de la superficie construite est la toute première recommandation (Thibault/Vallières/Choinière, 2012). Comme le note Pierre Thibault (2012) : « le pied carré que l'on ne construit pas, on n'a pas à l'entretenir, on n'a pas à le chauffer, on n'a pas à le climatiser et il n'y a pas de matériaux pour le faire. Je dis aux gens : vous ne payerez pas les taxes dessus, etc. » Il est donc nécessaire d'être optimum sur le plan programmatique et ainsi établir, de concert avec le client, les véritables besoins (Choinière/Thibault, 2012). La seconde étape est de réfléchir à l'aménagement de ces besoins dans un espace plus restreint. Pour Pierre Thibault (2012), il est alors utile de travailler en scénarios. « On fait un scénario plus petit et un plus grand et l'on dit regardez, je pense qu'on peut vous offrir la même qualité dans plus petit [...]. Les espaces qui vont rester sont des espaces de qualité, mais vous n'en aurez pas de superflus (Thibault, 2012). »

En lien avec le climat et inspiré de la maison ancestrale, Pierre Thibault utilise les vestibules, pièces moustiquaires et autres extensions dans 90 % de ses maisons. Construits à peu de frais, ils agissent comme extension des espaces de vie lorsque la température extérieure est clémente. Ainsi, la maison se contracte et se dilate selon les saisons, dans l'optique de minimiser l'espace intérieur chauffé. Les terrasses et débords de toits contribuent également à donner une impression de grandeur de la maison (Thibault, 2012). Vallières et White voient d'ailleurs une grande importance dans la manière dont les espaces intérieurs s'étendent vers l'extérieur et comment ces espaces peuvent s'enrichir l'un et l'autre. Même s'ils ne sont pas accessibles toute l'année, le prolongement visuel créé par les espaces extérieurs permet de réduire la portion construite de la résidence (Vallières, 2012).

5.15.2 Simplification formelle et matérielle

L'utilisation d'une volumétrie simple va également dans cette voie. La simplification, voire le dépouillement au niveau formel a une incidence sur la complexité de la toiture, des corniches, des

décrochés, etc. et par conséquent sur le temps de construction et la quantité de matériaux utilisés (Boulianne, 2012). Miners (2012), clamant que les formes simples sont faciles à construire, abonde dans ce sens. Il donne l'exemple d'un plan rectangulaire, comportant un seul type de ferme de toiture. À l'intérieur, l'efficacité des circulations et leur réduction au strict nécessaire contribuent également à l'économie et à la simplification des espaces (Miners, 2012). La réduction des cloisons internes permet d'éviter les coûts liés aux matériaux et à la main d'œuvre nécessaires pour leur réalisation (Mohamed-Ahmed, 2012).

Selon Bruno Verge (2012), le choix de matériaux les plus standards possible et le recours à la standardisation et à la préfabrication participent largement au contrôle des coûts. Une enveloppe préfabriquée, isolée et prête à assembler lors de son arrivée sur le chantier limite le temps d'érection et les possibilités d'erreurs. Certains préfabriquants acceptent même d'incorporer les produits spécifiés par le concepteur au sein de leurs murs d'enveloppe, rendant le recours à la préfabrication d'autant plus intéressant. Rob Miners (2012) ajoute que l'utilisation d'un nombre de matériaux restreints contribue également au contrôle des coûts. « Plus on fait des choses complexes, plus on mélange de plus en plus de matériaux et de corps de métier dans la construction, c'est sûr qu'on fait monter les coûts. »

5.15.3 Respect des contraintes constructives

Pour Jacques White (2012), il s'agit avant toute chose d'éviter de mettre l'argent là où rien ne paraît et donc de maîtriser l'ouvrage dans sa matérialité construite. Une structure efficace, comprenant de bonnes portées ainsi que des ouvertures situées là où elles ne blesseront pas la structure, évite les béquilles et le rafistolage ultérieur. De cette manière, il serait possible d'en arriver à des économies substantielles (jusqu'à 10 à 15 % selon White) simplement en usant d'une intelligence constructive. Tirer un meilleur profit des ouvertures en plaçant les d'ouvrants aux fenêtres de dimensions standards et en profitant du verre fixe pour celles qui sortent de l'ordinaire peut contribuer à créer un effet hors du commun à peu de frais. En bref, il faut être à l'écoute de la logique constructive (White, 2012).

La réponse est complexe, mais pour Anne Vallières (2012), il s'agit d'une question de répartition des ressources financières et matérielles de la meilleure façon possible afin d'en arriver à un projet qui va être performant à tous les égards.

5.16 Stratégies incontournables en contexte québécois

Pour la grande majorité des professionnels rencontrés, l'incontournable numéro un en contexte québécois est l'orientation solaire de la résidence (Boulianne/Verge/Miners/Mohamed-Ahmed/Thibault/White, 2012), lorsque les contraintes du site le permettent (Miners/Mohamed-Ahmed, 2012), et l'intégration de principes passifs de base dans la conception

(Verge/Miners/Faucher/Thibault/White, 2012). « Il faut vraiment travailler avec les systèmes que nos ancêtres savaient très bien utiliser (White, 2012) ». Les principaux obstacles à ces incontournables résident dans l'urbanisme et la réglementation municipale. Pierre Thibault et Christian Collignon (2012) soulignent ceux liés à la réglementation municipale, principalement en milieu urbain, et aux orientations solaires déficientes résultant de l'obligation souvent présente de placer la façade principale parallèlement à la rue. La réglementation municipale ne semble pas plus appropriée en milieu rural ou Collignon (2012) constate qu'elle peut être parfois trop lâche ou parfois carrément stupide. Comme Yvon Boulianne (2012) l'expose, cela devrait être facile d'orienter une résidence convenablement, mais comme l'urbanisme et l'orientation des rues n'est souvent pas réfléchi dans l'optique de faciliter cette implantation, cela s'avère souvent complexe. Ainsi, une orientation est-ouest des rues devrait se trouver parmi les principes urbanistiques de base des développements résidentiels.

En 2^e lieu vient l'investissement dans une meilleure enveloppe (Verge/White/Thibault/Miners, 2012). « La coupe de mur est très importante (Miners, 2012). » Les coûts en sont un peu supérieurs, mais cela fait vraiment une grosse différence, surtout si l'on porte un regard à long terme (Verge, 2012).

5.17 Lenteur des changements dans le domaine de la construction résidentielle

Bien qu'une volonté généralisée soit présente, les changements au sein de la grande industrie qu'est celle de la construction résidentielle au Québec apparaissent lents. Cela semble justifié principalement par le nombre d'entreprises touchées, une réglementation inadéquate, une faible présence des professionnels dans le milieu et un coût de l'énergie très bas.

5.17.1 Multitude de petites entreprises dans une grosse industrie

L'industrie de la construction est une très grande machine formée de milliers de petites entreprises : fabricants, distributeurs, entrepreneurs, constructeurs, sous-traitants, etc. Pour Bruno Verge, il y a tellement d'entreprises et de gens à mobiliser que les changements sont nécessairement lents étant donné la quantité astronomique d'éléments à concerter avant qu'un mouvement s'amorce dans une seule direction. Qui plus est, l'ensemble de ces entreprises travaille à la réalisation de projets souvent individuels dont les clients diffèrent constamment. Conséquemment, « tout le monde produit un peu ce qu'il pense, tout le monde trouve son propre marché, alors les gens changent un peu à leur rythme (Verge, 2012). » Une manière de favoriser ce consensus plus rapidement pourrait passer par une réglementation plus serrée venant des instances gouvernementales.

5.17.2 Donner du temps au temps

Pour Anne Vallières (2012), les dimensions du temps et de l'échelle sont importantes. Puisqu'il s'agit de petites entreprises ayant bâti expertise et compétences sur la maîtrise d'un savoir-faire acquis de longue date et qui a fait ses preuves, ces acteurs vont nécessairement être critiqués devant tout élément de nouveauté n'ayant pas passé l'épreuve des conditions réelles. Il est difficile d'aller plus vite que le temps et l'expérience, la meilleure période de test étant la réalité bien davantage que les épreuves en laboratoire. Ainsi, c'est le temps qui décidera des meilleurs procédés ou des meilleures techniques puisque seuls ceux-ci y subsisteront.

5.17.3 Priorités collectives

Jean-François Lepage s'en prend quant à lui à l'absence de priorités collectives qui évoluent : « au gré des spasmes de tout un chacun, du moment médiatique dans lequel on est (Lepage, 2012). » Il nomme la corruption, les gaz à effet de serre, les changements climatiques, etc. Il croit que c'est probablement le plus grand enjeu de l'humanité puisque chaque fois que le cercle des considérations est élargi :

« on commence à élaguer et à édulcorer cette capacité de gérer des priorités parce que souvent les groupes d'intérêt vont dire : "vous ne prenez pas en compte correctement nos priorités à nous..." et c'est là qu'on voit les politiques que l'on a : un espèce de saupoudrage pour faire un peu plaisir à tout le monde... » (Lepage, 2012)

5.17.4 Règlementation

Comme Jacques White, Yvon Boulianne (2012) croit que la réglementation joue contre l'architecte et contre le produit à atteindre (en ne limitant pas à la bonne place). Il croit que lorsque la réglementation exigera, par exemple, l'atteinte des exigences de *Passive House*, la commande n'aura d'autre choix que d'évoluer et le résultat en découlant également. À l'heure actuelle, faute d'inspection des chantiers, l'assurance de la qualité du produit fini s'effectue davantage sur une base volontaire et selon l'intérêt des clients. Par contre, si la réglementation fonctionnait sur la base d'une obligation de résultat, comme c'est le cas pour *Passive House*, avec une exigence fixe par m², les règles changeraient automatiquement. Un changement réglementaire semblable aurait un effet collatéral sur les clients. En effet, ceux-ci ne pourront que difficilement imposer une conception ne tenant pas compte des critères d'une architecture solaire passive.

« Ils vont dire : "qu'est-ce qu'on fait pour ça ?" "Regardes, il faut que tu t'orientes au sud, ça prend 20 % d'éclairage naturel sur tes surfaces de plancher pas plus, sinon tu as des problèmes, tu ne pourras pas avoir des vitres au nord, ça va être impossible..." Là, le résultat va être différent. » (Boulianne, 2012)

Yvon Boulianne (2012) estime que le resserrement des règles au niveau de l'économie d'énergie est un premier pas : « mais cela n'empêche pas de faire une tourelle et toutes sortes de décochés et de folies encore. » Par contre, il croit que lorsque sera spécifié un rapport surface de murs

extérieur sur la superficie de plancher à ne pas excéder, les volumétries seront automatiquement simplifiées.

L'augmentation des prix changerait également les habitudes. Que ce soit au niveau de l'énergie ou encore des matériaux de construction, plus le coût est élevé plus les gens seront forcés d'en faire une meilleure utilisation. Le coût environnemental des matériaux augmente, il est dorénavant nécessaire de traiter les résidus, les coûts de production s'en trouvent plus élevés. « Tranquillement pas vite, on s'en va vers quelque chose, mais entre-temps cela peut être le *FarWest* » (Boulianne, 2012).

5.18 Part de l'architecte au sein du marché de la construction résidentielle unifamiliale

L'architecte est fort peu présent dans la commande résidentielle au Québec (Miners/Faucher/White, 2012). Pourtant, les défis ne semblent pas manquer. « Qui contrôle l'architecture résidentielle ? C'est les clients qui achètent, c'est les constructeurs qui fabriquent, et souvent c'est les promoteurs qui vendent. C'est la loi entre l'offre et la demande (White, 2012). » Le nombre de projets de la commande unifamiliale conçus par les architectes représente une infime partie du marché, une petite niche très spécialisée (Vallières/Miners, 2012). « Finalement, on est peut-être en train de compenser cette absence de compétences en mettant des normes mur à mur pour tout le monde en disant : "faites ci, faites ça, faites pas ci, faites pas ça" (White, 2012). » Il y a donc une absence d'expertise sur le terrain et une absence de conscience populaire, sauf dans le domaine du développement durable, où cette dernière se développerait à vitesse « grand V », par indice que cela ne peut plus continuer de cette manière (White, 2012). Faute d'expertise, l'efficacité énergétique s'améliore lentement, grâce à des normes mal adaptées, mais qui tentent d'éviter le pire.

« Alors, c'est comme une béquille en attendant de faire mieux pour aider le patient à marcher. [...] À force de marcher sur une béquille, tu marches tout croche... Alors, j'ai l'impression qu'en architecture résidentielle, ça fait des décennies qu'on marche sur des béquilles, qu'on marche tout croche et on se trouve bien beau comme ça... bien bon... » (White, 2012)

Même si l'architecte, dans son rôle de professionnel pose des questions et tente de comprendre l'ensemble de la problématique, il n'a pas la science infuse et il demeure qu'un manque de connaissances sur les fondements d'une architecture durable se fait sentir. Selon Ashraf Mohamed-Ahmed (2012), une lacune existe également au niveau des formations offertes. L'offre de la formation continue ne répond pas vraiment à ce besoin. En somme, mis à part les bureaux ayant fait le choix clair de mettre les considérations environnementales à l'avant-plan au sein de leur pratique et à part ce qui touche directement l'ensoleillement, peu de stratégies sont effectivement mises en place au sein des projets.

5.19 Coût de l'énergie et choix de société

Plusieurs professionnels considèrent le coût de l'énergie au Québec comme un facteur limitant l'utilisation de plusieurs systèmes, dont les systèmes actifs de production d'énergie sur le site. Les retours sur l'investissement peuvent en effet facilement aller jusqu'à plus d'une décennie dans certains cas (Faucher/White/Thibault/Boulianne, 2012). Dans ce contexte, bien que l'intérêt initial soit présent, la réticence est très grande pour les technologies nécessitant un investissement initial important, comme pour la géothermie par exemple (Kongshaug/Choinière/Thibault, 2012). De plus, le faible coût de l'énergie au Québec rend l'atteinte de *Passive House* ou de l'énergie nette zéro nettement moins intéressante pour les clients (Verge, 2012). Pour Christian Collignon, dans l'optique d'un réel changement, une décision citoyenne devrait être prise concernant la hausse du prix de l'énergie au Québec.

« Cela pose vraiment une question de fond, c'est un choix de société ça [...]. Je pense que si l'on mettait les problèmes à la vraie place en disant aux gens carrément écoutez, on va faire un choix clair, on va mettre l'énergie au prix où elle doit être vendue, pour qu'elle donne une vraie rentabilité, et on va mettre de vraies mesures d'accompagnement pour l'efficacité énergétique en même temps. Autrement dit, l'argent que l'on va dégager, on va le prendre et on va vraiment subventionner l'efficacité énergétique. Ça, c'est un choix de société et c'est ça qu'on ne fait pas ! » (Collignon, 2012)

Pour Boulianne (2012), « oui, l'énergie a un coût. Collectivement, on peut être fiers d'être capables d'en produire et au lieu de la dépenser par les fenêtres, on pourrait la conserver et faire autre chose avec. » Rune Kongshaug croit que l'intérêt des programmes mentionnés ci-dessus est tout aussi important, même en considérant le prix actuel de l'énergie, il faut simplement regarder un peu plus loin :

« Cette énergie est subsidiée, elle a un prix de marché très supérieur à ce que payent les Québécois. Cette énergie [...] pourrait donc être vendue à un Ontarien, à un New-Yorkais et le fait que les Québécois utilisent cette énergie subsidiée à 0,09 sou du kilowattheure, cela fait qu'il n'y a aucune *incentive* à l'économiser et à construire de la façon dont construisent les autres... Quel est le résultat? Le Québec perd sur deux fronts. D'abord, il perd dans l'innovation et la construction, qui devient arriérée par rapport à nos voisins, et en second, le Québec perd des revenus d'énergie qu'il aurait pu avoir en vendant cette énergie plus chère ailleurs... » (Kongshaug, 2012)

Jean-François Lepage (2012) ajoute que puisque l'hypothèque environnementale des grands projets hydroélectriques d'Hydro-Québec qui sont complétés ont pratiquement été payées : « si l'on avait quelque chose d'intelligent à faire, ça serait bien plus de réduire notre consommation pour vraiment, vraiment exploiter les centrales qui sont existantes et que l'on doit maintenir à jour maintenant plutôt que d'aller en construire d'autres (Lepage, 2012). » Comme Kongshaug, Mathieu Choinière (2012) croit que l'énergie est à un juste prix. Le Québec a la chance d'avoir une ressource hydroélectrique abondante et verte, permettant ce tarif. Contrairement à Kongshaug, il croit plutôt que les efforts pourraient être investis ailleurs. Il a la conviction que le développement durable en contexte québécois doit passer par un autre canal que celui de l'économie d'énergie. Le

nombre élevé de mesures devant être mises de l'avant pour une économie peu notoire au bout d'une année constitue un faible incitatif pour les clients. Par contre, il est possible d'investir sur des matériaux à fort contenu recyclé, sans COVs, etc. dont l'impact résulte en une meilleure qualité d'air, des occupants plus en santé et une planète somme toute plus saine.

La vision à court terme du coût d'une résidence est un frein à la réalisation de maisons réellement durables où les frais d'exploitation devraient importer davantage que le coût initial (Choinière/Faucher, 2012). Les œillères des institutions financières mériteraient d'être ouvertes afin que ces dernières considèrent les systèmes mécaniques et types d'enveloppe engagés dans le projet dans l'évaluation de la capacité financière des demandants afin que celle-ci soit ajustée en conséquence. Cela permettrait d'aligner les mensualités avec les frais d'exploitation de la résidence et encouragerait du même coup d'une manière appréciable, les résidences à haute performance, apportant une contribution à l'évolution du marché (Miners, 2012).

5.20 Enjeux collectifs et résidence unifamiliale

Pour Anne Vallières (2012), l'enjeu de l'habitation dans une perspective de développement durable ne passe pas nécessairement pas la construction en tant que telle :

« Je pense que cela doit vraiment passer par des lois et règlements sur l'aménagement du territoire, beaucoup plus que sur des lois qui vont toucher la construction elle-même. Il y a un problème là, qui est fondamental. [...] Il y a des questions qui sont vraiment très très importantes par rapport à l'aménagement, l'occupation du territoire, la dépendance à la voiture, la façon de construire, de gaspiller des terres agricoles [...]. » (Vallières, 2012)

Il est d'une importance capitale de ne pas sous-estimer la question de la collectivité. « On a un petit problème avec cette notion de durabilité, on se rabat vite sur certains arguments techniques de chauffage, de performance, sans reculer pour voir l'ensemble [...] (White, 2012). » Une maison seule ne peut être considérée comme durable, à moins d'être conjuguée avec un ensemble plus grand atteignant les objectifs d'une collectivité durable. Prises individuellement, elles pourront être dites « performantes » ou « écologiques », mais elles ne peuvent être durables. Puisque comme le rappelle Jacques White : « au départ la maison unifamiliale est un problème dans le fond, au développement durable. Il y a un espèce de paradoxe de parler d'habitation durable quand on parle de maisons unifamiliales...! (White, 2012) »

5.21 Définition d'une maison durable au Québec

Cette section, qui se veut en quelque sorte la synthèse des entrevues, propose une définition globale de la maison durable telle qu'entrevue par les professionnels du milieu de l'architecture résidentielle au Québec.

5.21.1 De manière concrète

La maison unifamiliale durable est située au sein d'une communauté viable. Le site choisi devrait être situé sur une rue orientée est-ouest ou facilitant une implantation en accord avec la course du soleil. Elle vise une perturbation du site et une empreinte au sol minimale tout en exploitant ses caractéristiques dans l'optique de la création de microclimats protégés des vents froids. La forme de la résidence est donc compacte et efficace, démontrée par un ratio superficie/volume bas ce qui assure des coûts plus abordables et minimise les pertes énergétiques. Conçue en tenant compte de la compréhension des éléments du site, elle sait tirer profit du climat et comment s'en protéger. Elle utilise l'apport solaire du sud par de grandes ouvertures couplées à une masse thermique, minimise celles au nord et évite toute possibilité de surchauffe par l'utilisation de débords de toit, brises-soleil ou végétation. Son enveloppe performante diminue largement les variations de température interne et les besoins énergétiques associés (chauffage et climatisation). Elle utilise également la ventilation naturelle transversale afin d'assurer le confort thermique des occupants en tout temps. L'ensemble permet une habitation tempérée naturellement où l'ouverture manuelle des fenêtres permet d'éviter l'usage de l'échangeur d'air ou de la climatisation. Les systèmes de contrôle de l'environnement sont définis en fonction des préférences et du degré de compréhension de l'occupant.

L'habitation est réfléchi en prenant compte du passage du temps. L'utilisation des principes de flexibilité et d'adaptabilité de l'espace permet l'atteinte d'une durabilité temporelle et l'utilisation d'un nombre de matériaux minimum lors d'adaptations ultérieures. La maison restera également fonctionnelle peu importe les aléas de la situation énergétique et la fluctuation du prix de l'énergie, d'où les principes *low-tech* et l'enveloppe hautement performante.

5.21.2 Synergie des professionnels

La conception et la construction de la résidence sont réalisées de concert avec les autres professionnels et corps de métiers touchés par le projet. De manière particulière, l'entrepreneur et les constructeurs peuvent prendre part aux décisions liées à l'efficacité constructive, permettant une validation des détails de l'enveloppe, une concertation sur l'utilisation de matériaux nouveaux et une diminution des coûts de construction. Dans sa matérialité, la maison fait un usage optimal des matériaux et savoir-faire offerts localement et utilise ainsi le bois de manière prépondérante en tant que ressource locale, renouvelable ainsi que pour sa capacité de stockage du carbone. L'ensemble des matériaux utilisés est de bonne qualité et à longue durée de vie. Les matériaux d'apparat sont nobles assurant le caractère authentique et pérenne de la construction. L'expression des volumes vrais, dépouillés de toute utilisation de matériaux superflus (White, 2012) marquerait une nouvelle culture architecturale, bien de notre temps.

5.21.3 Compréhension du client

Convaincu de l'importance d'une construction de qualité au faible impact environnemental, autant par la publicité que par la réglementation, le client est conscient de la complexité du projet et fait appel à un professionnel qualifié pour la conception de son projet (ou achète d'un promoteur consciencieux). Il fait preuve d'écoute envers le professionnel qu'il a engagé, a conscience de l'impact environnemental du simple fait d'habiter (White/Collignon, 2012) et s'ouvre vers une architecture à faible empreinte environnementale, répondant à ses besoins. Les simulations énergétiques, visites de précédents, etc. contribuent à augmenter sa confiance et sa compréhension.

5.21.4 Pour y arriver

Dans la lignée de la publicité que le Conseil du bâtiment durable du Canada effectue pour LEED, une campagne de visibilité et de sensibilisation pour une maison encore plus durable, passant par une nouvelle définition de la maison de rêve allant jusqu'à influencer les idées et les concepts véhiculés par les médias (journaux et télévision). Par son omniprésence, une évolution dans les mœurs sociétales permet à la maison de retrouver sa définition d'origine où la fonction d'abri confortable « pour soi » revêt plus d'importance que l'aspect extérieur « pour les autres ». Une réglementation serrée et adéquate et l'appel aux professionnels pour la conception des résidences rendraient alors l'usage des certifications environnementales superflues puisque le Québec tout entier serait alors « certifié sans le savoir ». Devenue la norme, la performance liée aux certifications devrait être atteinte par tous et ne représenterait donc plus un travail supplémentaire pour l'architecte. De plus, la disponibilité des matériaux à l'impact environnemental moindre sur l'ensemble de leur cycle de vie s'en trouverait bonifiée.

Somme toute, l'atteinte de cet idéal nécessite de travailler ensemble sur des projets au caractère unique (en fonction du site, du climat et du client) et selon une vision à long terme. En attendant d'en être là, Pierre Thibault (2012) suggère une certification « maison durable » par l'Ordre des architectes où les critères seraient définis en fonction des éléments de réelle importance dans la conception de projets à caractère durable et qui plutôt qu'une lourde tâche, serait un véritable outil de travail pour les architectes.

6 DISCUSSION ET LIMITES DE L'ESSAI

Ce chapitre réitère la pertinence sociale de l'essai et effectue un bref retour sur l'impact des choix méthodologiques, les pistes de réflexion entrevues et les limites de cet essai.

6.1 Pertinence sociale, entrevues et répondants

La pertinence sociale et l'actualité de l'essai sont renforcées par l'adoption du *Règlement modifiant le code de construction pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments (partie 11)* touchant directement les nouvelles constructions de résidences unifamiliales. Les entrevues menées dans le cadre de l'essai ont permis de tâter le pouls des professionnels sur ce sujet d'actualité, sujet pour lequel les réactions ont d'ailleurs été vives.

Au final, le recours aux entrevues semi-dirigées comme source d'information principale permettant le diagnostic de la situation actuelle s'est avéré fort utile et pertinent, en ce sens que l'information collectée est riche et abondante. Les professionnels rencontrés ont montré une très grande ouverture et un réel intérêt à partager leur opinion et leur expérience sur le sujet. Tel qu'il était espéré, l'échange a apporté des réponses beaucoup plus nuancées et engagées qu'aurait pu le faire un sondage ou encore le recours unique aux écrits théoriques. De plus, les entrevues ont permis de colliger aisément de l'information portant sur des thématiques moins bien couvertes par les sources usuelles d'informations consultées. C'est le cas entre autres de la notion d'entretien qui, bien que fondamentale, n'avait pas été identifiée dans le cadre de la revue de la littérature.

Néanmoins, il importe de souligner que le format de l'entrevue ne convient pas à toutes les thématiques. Ainsi, certains sujets de nature plus technique tels que l'opinion des professionnels sur l'importante question de l'enveloppe considérée comme un système ainsi que le niveau d'isolation jugé optimal en regard du contexte énergétique québécois n'ont pu être couverts efficacement. Finalement, certaines recommandations des professionnels dépassant largement le simple cadre de la maison unifamiliale contribuent à augmenter le niveau d'intérêt et la richesse du diagnostic. Il est espéré que l'échange ait été fructueux de manière réciproque pour l'auteure et les professionnels, encourageant la réflexion sur la question.

De prime abord, si l'on considère la faible part de la commande résidentielle qui leur est associée, le choix de n'avoir retenu que des architectes pour les entrevues peut sembler inapproprié. Toutefois, lorsqu'est pris en compte la vision généraliste qui caractérise le travail d'un architecte ainsi que son niveau d'interaction privilégié avec l'ensemble des intervenants concernés, ce choix est mieux compris. Quant à l'échantillon d'architectes rencontrés, il est admis que l'intérêt avoué des répondants envers la question du bâtiment durable constitue un biais. À titre d'exemple, bien que l'information à propos des programmes de certifications soit aisément disponible moyennant

l'initiative d'un professionnel informé, il semble que les outils et formations de base concernant l'architecture bioclimatique manquent pour les non-initiés.

6.2 Pistes de réflexion

En lien avec le resserrement des exigences de conception et de construction des résidences, une voie alternative à celle amenée par la réglementation pourrait passer par le renforcement des exigences liées aux caractéristiques techniques de composantes primordiales contribuant à une enveloppe de qualité. Des spécifications plus contraignantes en lien avec les ouvertures, source prouvée d'importantes pertes énergétiques, iraient de pair avec l'assurance d'une meilleure performance, leur utilisation parcimonieuse, et le développement du marché de la porte et fenêtre. Parmi les thèmes identifiés à la fin des chapitres, celui du rapport coût-efficacité quant au dimensionnement, à la position et aux caractéristiques physiques des ouvertures est d'ailleurs le seul qui ne soit pas clairement ressorti en entrevues. Cela constitue un indice concernant une possible et relative aisance financière de la clientèle des professionnels rencontrés. En deuxième lieu, toujours au plan règlementaire, une restriction de l'utilisation de matériaux montrant une qualité pauvre pourrait participer à une amélioration de la durabilité et de la pérennité de la résidence. Tel que le mentionne Ashraf Mohamed-Ahmed (2012), certaines municipalités semblent avoir entamé une démarche semblable en prohibant l'utilisation du déclin de vinyle comme parement extérieur.

À la base, le sujet de cet essai a été défini en fonction du marché de l'habitation actuel en contexte québécois. Une population dont le rêve généralisé consiste en l'acquisition d'une maison neuve, synonyme de réussite sociale et le besoin imminent d'en diminuer les impacts environnementaux à long terme. Pourtant, la construction de résidences pavillonnaires est probablement la manière d'habiter la moins efficace du point de vue de son empreinte écologique. Une voie alternative vers cet objectif réside dans la rénovation ou l'adaptation d'une résidence existante, solution possible puisque théoriquement le bâti résidentiel en place au Québec suffirait à combler la demande en logement (White, 2005). En ce qui concerne les nouvelles constructions, d'autres voies, plus conséquentes avec les fondements mêmes du développement durable peuvent également être explorées. L'habitation multifamiliale et les habitations en rangées, dont le partage de murs mitoyens contribue fortement à diminuer les pertes énergétiques, en sont de bons exemples. Le développement de nouveaux concepts tels les écoquartiers et le Cohousing constitue également des voies intéressantes. Pour sa part, le Cohousing émerge en tant que mode d'habiter différent, offrant entre autres aux résidents, en plus des espaces privés de chaque ménage, des espaces à vocation particulière à partager au sein d'un ensemble d'habitation.

De manière individuelle, chaque projet est certes un pas dans la bonne direction, mais des moyens concrets restent à prendre afin que s'opèrent de véritables changements dans le domaine de

l'habitation au Québec. Le marché résidentiel est contrôlé davantage par les promoteurs immobiliers et des clients ne faisant pas affaire avec un professionnel. Dans ce contexte, la question de la vision à court terme, liée au profit, des promoteurs immobiliers qui contrôlent les développements résidentiels importants, demeure entière. Quels outils permettraient de changer cette vision vers celle d'une plus grande durabilité? Bien que cette piste vise l'ensemble du domaine de la construction résidentielle, une contribution des institutions financières, ayant tout à gagner dans l'endossement de résidences de grande qualité et à haute performance environnementale, par une évaluation conséquente de la capacité financière des clients, pourrait contribuer à défaire cette impasse.

6.3 Rétrospective

Avec le recul, le sujet entrepris s'est avéré une entreprise très vaste pour un simple essai. Pour des raisons de temps, plusieurs considérations d'importance ont volontairement été laissées de côté. Parmi les considérations dont il a fallu faire abstraction, notons celle du milieu d'implantation. Dans les faits, construire une habitation au sein d'une collectivité viable où emploi et services se trouvent dans un rayon de proximité permettant une utilisation minimale de l'automobile s'avère primordial afin d'atteindre une réelle durabilité. Le choix d'un site de propriété individuelle aux dimensions restreintes et où l'aménagement est cohérent avec l'écologie du site n'est pas non plus à négliger. Comme cela a été signalé au chapitre consacré à la méthodologie, ces considérations ont en partie été écartées en raison de la distance qu'elles prennent par rapport au métier d'architecte et conséquemment, par l'impossibilité de recueillir l'ensemble de ces informations dans le cadre d'une entrevue d'une heure. Bien que l'intérêt pour la question des changements climatiques et ses impacts sur les constructions soit grand, l'impact d'un réchauffement sur le climat du Québec et ses conséquences sur l'enveloppe des bâtiments n'a pu être pris en compte dans le présent essai. De manière similaire, la part des matériaux : leurs caractéristiques, performance, impact environnemental sur le cycle de vie et sur la santé des occupants n'ont pas pu être couverts.

Sans apporter de réponse définitive et un diagnostic complet de la maison pavillonnaire québécoise durable, l'essai est toutefois parvenu à mettre en lumière quelques pistes de réflexion. L'importance de l'adaptation des certifications environnementales à leur contexte local en est une. L'exemple de *Passive House*, où le faible nombre de critères d'évaluation, l'obligation de résultat et une éventuelle possibilité d'adéquation à LEED semblent très prometteurs, illustre bien ce point. En effet, l'étude d'Hamelin et les propos de Lepage, entre autres, amènent la pertinente réflexion de l'impact environnemental sur l'ensemble du cycle de vie de l'utilisation d'une superisolation et de l'énergie intrinsèque incluse en opposition à l'utilisation d'une énergie hydroélectrique considérée comme « verte » et renouvelable. Le point de l'étanchéité à l'air doit également être nuancé. Alors que les programmes de certifications et autres écrits semblent tous convenir de l'objectif d'une étanchéité maximale, certains professionnels d'ici et d'Europe discutent de l'incohérence liée à la

nécessité de compenser l'étanchéité par l'utilisation d'un système mécanique dans l'assurance du confort de l'occupant. Pour cette raison, ces derniers ont la conviction que cette voie ne peut être considérée comme un progrès. Cette question mériterait donc davantage d'attention.

Finalement, en ce qui concerne l'apparence, alors que Proskiw annonce, tel qu'il est relevé au chapitre « Éléments complémentaires pour une habitation durable » et en raison de l'expérience de R-2000, que les résidences innovantes ne devraient pas se distinguer de la production habituelle afin d'assurer le maintien de leur valeur marchande, parmi les professionnels rencontrés, certains montrent une opinion contraire. Ceux-ci prônent que dans l'exception se trouve un gage de plus grande pérennité. Sans prétendre répondre à ce point, l'essai expose la faible valeur architecturale d'une vaste part du bâti résidentiel contemporain et invite à une plus grande symbiose matérielle et stylistique avec le contexte climatique local.

Ainsi, malgré l'abondance des informations recensées et recueillies, cet essai doit être considéré comme la pointe d'un iceberg. Les constats et pistes relevés forment, tel qu'il était visé, un diagnostic sommaire de la situation du marché de la maison unifamiliale au Québec. Il s'agit donc d'un pas en avant dans la compréhension des enjeux touchés.

CONCLUSION

Alors qu'historiquement, l'adéquation entre climat et maison a existé au Québec, au temps où les résidences étaient plus compactes et les formes simplifiées, les avancées technologiques semblent avoir eu pour effet de faire reculer les résidences québécoises d'un cran vis-à-vis des considérations liées à l'environnement. L'image projetée depuis la rue et l'augmentation de la superficie construite ont dorénavant préséance sur les considérations climatiques. Une démographie en mouvance combinée à la poussée de la conscience écologique ainsi que développement des concepts d'architecture bioclimatique et de développement durable forcent l'amorce du redressement de cette situation. En émergence, les programmes et certifications environnementales visent une diminution de l'empreinte écologique des résidences et une réduction de la consommation énergétique liée à la période occupationnelle. La revue des principaux programmes s'adressant aux constructions unifamiliales du Québec (Novoclimat, R-2000, LEED pour les habitations, *Passive House*, Equilibrium/énergie nette zéro et Bâti-Flex) appuyées d'études de cas, a permis de mieux en saisir l'influence. Ces programmes visent généralement et à divers degrés, une diminution importante de la consommation énergétique essentiellement par une isolation accrue, une bonne étanchéité à l'air et un système de ventilation efficient. Bien que peu utilisés à ce jour, les programmes d'évaluation constituent une méthode intéressante pour l'amélioration de l'efficacité énergétique du secteur résidentiel. Avec l'objectif d'une amélioration globale rapide de l'état des choses, la perspective du développement d'une plus grande compatibilité entre les différents programmes est d'un grand intérêt. Outre les programmes d'évaluation, l'essai s'est attardé à identifier une série d'éléments complémentaires intervenant dans le processus de conception et de construction d'une résidence et soulève, par la même occasion, plusieurs interrogations abordées au cours des entrevues avec les professionnels. La recension a permis l'élaboration d'un tableau visant à réunir en 100 points les éléments pouvant mener à une habitation durable. Le dépouillement de l'information recueillie lors des rencontres avec des professionnels en architecture représente le cœur de cet essai. Les opinions recueillies, tirées d'une expérience pratique, ont permis d'établir un diagnostic très actuel du concept de maison québécoise unifamiliale durable et d'en proposer une définition. Finalement, une discussion met en relief le rôle primordial qu'ont joué les entrevues au sein de cet essai, pose certaines nuances, limites et pistes de réflexion. Elle confirme l'atteinte des objectifs visés tout en demeurant modeste : il s'agit somme toute d'un diagnostic sommaire.

L'entrée en vigueur du *Règlement modifiant le Code de construction pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments (partie 11)* témoigne de la pertinence sociale et de l'actualité de l'essai. Alors que l'avènement d'une réglementation plus contraignante est bienvenu par les professionnels, celui-ci est considéré comme étant d'un côté trop peu exigeant et de l'autre,

inadéquatement restrictif par l'inclusion de la clause limitant la superficie d'ouverture brute à 30 % de la superficie des murs extérieurs hors sols.

Sans s'y attarder, l'essai relève l'importance d'une implantation cohérente avec la volonté de diminuer l'impact environnemental de la construction. Une fois le site sélectionné, un obstacle récurrent réside dans l'orientation solaire inadéquate de la parcelle et l'obligation d'une façade principale parallèle à la rue. Une coopération avec le domaine de l'urbanisme semble la clé à la création de nouveaux lotissements propices et à une réglementation municipale appropriée.

Quant à eux, les programmes et certifications aux visées environnementales poussent à la fois les instances gouvernementales à une avancée réglementaire et les manufacturiers au développement de produits plus écoresponsables. Bien que la majorité des professionnels rencontrés considèrent comme très exigeant le processus relié à l'atteinte d'une certification, il demeure que l'accès libre à leur documentation et l'utilisation possible de leurs barèmes dans la conception de tout projet font en sorte qu'ils apportent une contribution somme toute notable à l'avancée de la maison québécoise dans la voie du développement durable. L'essai constate ainsi une influence de ces programmes d'évaluation qui va bien au-delà du nombre de projets certifiés. Les principaux freins à leur utilisation élargie résident en un coût dissuasif, l'absence de mesures incitatives d'ordre financier et le peu d'avantages concrets pour le client. Le cas de la certification *Passive House*, d'une part très intéressante pour le Québec, mais dont l'adaptation à sa conjoncture est critiquée, démontre l'importance de l'adéquation contextuelle. En somme, les professionnels recherchent un outil réellement adapté au travail de l'architecte où ressortent en priorité les considérations à la base d'une bonne conception, un côté administratif minimum et une obligation de résultat. Cette mesure de la performance une fois la construction achevée permet de valider du même coup une conception efficiente et une construction de qualité.

La responsabilité professionnelle de l'architecte le rend, en quelque sorte, dépendant des matériaux et technologies ayant réellement fait leurs preuves dans le contexte climatique du Québec. Le temps et les coûts supplémentaires couplés aux impacts méconnus à long terme de l'usage de nouveaux matériaux ou détails techniques sur la détérioration possible de l'enveloppe du bâtiment sont plutôt dissuasifs. Pour des raisons similaires, les entrepreneurs et constructeurs sont également réticents à modifier des pratiques acquises par l'expérience d'un savoir-faire éprouvé. La gestion intégrée du projet par la consultation des constructeurs semble une avenue intéressante permettant de valider certaines idées, de profiter de l'expérience de l'autre, de faire avancer les connaissances et de passer outre certaines frilosités. En lien avec les entrepreneurs et constructeurs, l'importance d'une ouverture vers de nouvelles technologies et manières de construire (préfabrication, CLT, etc.) pourrait permettre à l'industrie de la construction de véritablement entrer dans le 21^e siècle. Au sein de cette immense industrie, les changements sont somme toute nécessairement lents étant donné la multitude de petites entreprises la formant. La

résistance aux changements est bien réelle et la bataille contre l'ancrage des idées et les risques anticipés sont difficiles à contourner.

Certains professionnels rencontrés suggèrent qu'une diffusion des concepts à un public large, par la démonstration d'exemples à travers les médias, serait grandement bénéfique. Une montée de la conscience écologique combinée à une meilleure culture architecturale pourrait contribuer à l'évolution des mentalités et à l'abandon progressif de l'image de la maison de rêve synonyme de réussite sociale. En se détachant de cette image de la résidence cossue, l'une des conditions clés à l'atteinte d'un projet véritablement durable, tel que défini par l'essai, serait respectée, soit l'ouverture des clients.

Le faible coût de l'énergie en contexte québécois rend le retour sur l'investissement de certaines mesures d'efficacité énergétique démesurément long. Le rendement des systèmes actifs de production d'énergie sur le site décourage les clients de projets unifamiliaux, d'où leur faible popularité. Une conception tenant compte de leur installation différée demeure une option intéressante. La considération de ces systèmes et d'une enveloppe de qualité par les institutions financières permettrait des prêts hypothécaires aux mensualités légèrement supérieures, correspondant à l'économie d'énergie engendrée par ces systèmes. Le coût de l'énergie fait également partie des préoccupations des professionnels. Qu'il soit en définitive augmenté ou non, son utilisation efficiente où les retombées profitent à l'ensemble de la société demeure fortement souhaitable. À une réglementation plus restrictive et à l'instauration de mesures incitatives d'ordre financier pour une amélioration de l'efficacité énergétique des résidences correspond une série d'effets collatéraux où l'ensemble des Québécois se trouveraient gagnants. En somme, à l'échelle de la résidence, une vision sur l'ensemble du cycle de vie est nécessaire à l'atteinte d'une réelle durabilité. À l'échelle sociétale, une vision élargie, engagée et à long terme sont essentielles en réponse aux défis à venir.

Cet essai mise sur l'opinion de professionnels du milieu de l'architecture résidentielle en contexte québécois. Ainsi, le même exercice de la série d'entrevues mené avec les professionnels du milieu de l'architecture devrait être répété pour tous les intervenants du domaine de la construction résidentielle : ingénieurs, entrepreneurs, autoconstructeurs et occupants dans l'objectif d'obtenir un portrait plus large et complet de la situation.

RÉFÉRENCES

- A. Legault, L. (2011). Des maisons "nette zéro" à l'horizon. *In* APCHQ. *Québechabitation*. http://pdf.crealink.ca/doc/lmg-communication-apchq/6531sept-oct2011_22sept/2011092201/39.html#38 (Page consultée le 15 septembre 2012).
- Allard, D. (s.d.). Forêt de Marie-Victorin, Une dot de calibre mondial pour Lévis. *In* Anonyme. *Actualité*. <http://www.commercemonde.com/022/sommaire/s6.html> (Page consultée le 8 octobre 2012).
- Ampas, L. (s.d.). Why Net Zero ? *In* OAA. *Ontario Association of Architects*. <http://www.oaa.on.ca/professional%20resources/sustainable%20design/why%20net%20zero?> (Page consultée le 7 juin 2012).
- Angers, G. (s.d.). Le projet immobilier Forêt Marie-Victorin compromis ? *In* La Presse. *La Presse.ca*. <http://maison.lapresse.ca/habitation/200512/16/01-868394-le-projet-immobilier-foret-marie-victorin-compromis.php> (Page consultée le 11 septembre 2012).
- Anonyme (2006). Série 3 / Habitat 07 - Les compagnons. *In* Blue Storm Télé. *Le rebut global*. http://www.rebutglobal.tv/cgi-bin/index.cgi?page=crg3_4 (Page consultée le 6 septembre 2012).
- Anonyme (2009). Thoughts on BSC Straube Article. *In* Phius BB. *Passivehouse.us, A Passive House Community*. <http://www.passivehouse.us/bulletinBoard/viewtopic.php?f=5&t=208> (Page consultée le 15 juin 2012).
- Anonyme (2011). Une maison LEED-Or au coût d'une Novoclimat. *In* Écohabitation. *Écohabitation, La ressource en habitation écologique*. <http://www.ecohabitation.com/actualite/nouvelles/maison-leed-cout-novoclimat> (Page consultée le 7 septembre 2012).
- Anonyme (2012). Backgrounder : Passive House. *In* Anonyme. *The Greater Sudbury*. http://www.greatersudbury.ca/content/div_earthcare/documents/PH%20Backgrounder_BIL3.pdf (Page consultée le 9 septembre 2012).
- Anonyme (2013). Développement Durable. *In* Wikipedia. *Wikipédia, L'encyclopédie libre*. http://fr.wikipedia.org/wiki/Developpement_durable (Page consultée le 19 novembre 2012).
- APCHQ (2012). Efficacité énergétique, Nouvelles exigences à respecter. *Information Construction*, vol. 43, n° septembre, p. 3-4.
- BL Écoconstruction (s.d.). Critères pour certification. *In* Anonyme. *BL Écoconstruction... le compagnon de votre projet*. <http://www.bl-ecoconstruction.com/quest-ce-qu'une-maison-ecologique/criteres-pour-certification> (Page consultée le 1 août 2012).
- Boivin, H. (2007). *La ventilation naturelle, Développement d'un outil d'évaluation du potentiel de la climatisation passive et d'aide à la conception architecturale*. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 103 p.
- Boulianne, Y. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa*

Poirier avec Yvon Boulianne, architecte, P.A.LEED, Boulianne Charpentier Architectes, 25 novembre, Mont St-Hilaire.

Brand, S. (1994). *How buildings learn : what happens after they're built*. New York, Viking, 243 p.

Brown, G.Z. (2009). Pleasure and Performance. *In* Anonyme, *PLEA2009 - 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture* Québec, 22-24 juin 2009.

Brown, G.Z. et DeKay, M. (2001). *Sun, wind & light : architectural design strategies*. 2e édition, New York, Wiley, 392 p.

Cadima, P.S.P. (2009). Retrofitting Homes for Better Energy Performance : The occupant's perspective. *In* Demers, C. et Potvin, A., *PLEA 2009, Architecture Energy and the Occupant's Perspective* (p. 34-39), Proceedings of the 26th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Québec, 22-24 juin 2009. Québec, Les Presses de l'Université Laval.

Canada. Office de l'efficacité énergétique (2005). *Norme R-2000* 2005 édition, s.l., Ressources Naturelle Canada, 9 p.

Canada. Office de l'efficacité énergétique (2010). À propos de R-2000. *In* Gouvernement du Canada. *Ressources naturelles Canada*. <http://oeo.nrcan.gc.ca/equipement/renovateurs-construc-teurs-metiers/16004> (Page consultée le 15 septembre 2012).

Canada. Office de l'efficacité énergétique (2010 b). Devenir un constructeur R-2000. *In* Gouvernement du Canada. *Ressources naturelles Canada*. <http://oeo.nrcan.gc.ca/equipement/fabricants/250> (Page consultée le 18 septembre 2012).

Canada. Office de l'efficacité énergétique (2010 c). En quoi consiste R-2000. *In* Gouvernement du Canada. *Ressources naturelles Canada*. <http://oeo.nrcan.gc.ca/node/11011> (Page consultée le 18 septembre 2012).

Canada. Office de l'efficacité énergétique (2012). Norme R-2000 2012. *In* Gouvernement du Canada. *Ressources Naturelles Canada*. http://www.ofntsc.org/files/Norme%20R-2000%202012_f.pdf (Page consultée le 15 septembre 2012).

Canada. Ressources naturelles (2009). À propos de la Norme R-2000. *In* Gouvernement du Canada. *Ressources Naturelles Canada*. <http://oeo.nrcan.gc.ca/node/14620> (Page consultée le 17 septembre 2012).

Canada. SCHL (2000). Bâti-Flex : construction de logements adaptables. *Le point en recherche*, vol. 73. <http://www.cmhc-schl.gc.ca/odpub/pdf/62483.pdf?lang=fr> (Page consultée le 20 janvier 2013).

Canada. SCHL (2009). Insulating your house. *About your house*,

Canada. SCHL (2013a). Avantages et points à examiner. *In* SCHL - CMHC. *Le concept Bâti-Flex*. http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/celoab/celoab/reou/stetcaloab/idloab/urcodh/cobaf/cobaf_002.cfm (Page consultée le 20 janvier 2013).

Canada. SCHL (2013b). Fonctionnement de la stratégie. *In* SCHL - CMHC. *Le concept Bâti-Flex*. <http://www.cmhc->

- schl.gc.ca/fr/prin/celoab/celoab/reou/stetcaloab/idloab/urcodh/cobafI/cobafI_001.cfm (Page consultée le 20 janvier 2013).
- Canada. SCHL (2013c). Sommaire. In SCHL - CMHC. *Le concept Bâti-Flex*. <http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/celoab/celoab/reou/stetcaloab/idloab/urcodh/cobafI/index.cfm> (Page consultée le 20 janvier 2013).
- CanPHI (s.d.). Building Certification. In CanPHI. *Canadian Passive House Institute*. <http://www.passivehouse.ca/professional-certification/building-certification/> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- CanPHI (s.d. b). Requirements. In CanPHI. *Canadian Passive House Institute*. <http://www.passivehouse.ca/professional-certification/building-certification/> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- CanPHI (s.d. c). Design Fundamentals. In CanPHI. *Canadian Passive House Institute*. <http://www.passivehouse.ca/fundamentals/> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- CanPHI (s.d. d). Requirements. In CanPHI. *Canadian Passive House Institute*. <http://www.passivehouse.ca/requirements/> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- Carver, M., Blake, J. et Prowskiw, G. (2012). Assessing Qualitative Criteria in the Design of Cost-Optimal, Cold-Climate, Net-Zero Energy Homes. In Anonyme, *eSim 2012 : The Canadian Conference on Building Simulation* (p. 215-229), Halifax, 1-4 mai 2012. s.l.,
- Carver, M. et Ferguson, A. (2012). Affordable Net-Zero Energy Housing Pathways. In Ressources naturelles Canada. *Net-zero Energy Home Coalition*. http://www.netzeroenergyhome.ca/uploads/files/Webinars/NZEHCoalition_Webinar_3.27.2012_CanmetENERGY_AffordableNZEH.pdf (Page consultée le 15 septembre 2012).
- CBDCa (2009). *LEED Système d'évaluation des bâtiments durables, LEED Canada pour les habitations 2009* s.l., CBDCa, 157 p.
- Choinière, M. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Mathieu Choinière, architecte, Jubinville et associés architectes*, 29 novembre, Sherbrooke.
- Collignon, C. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Christian Collignon, architecte, Habitat Vivant*, 18 décembre, Stoneham.
- Commission de coopération environnementale (2008). *Bâtiment écologique en Amérique du Nord* Montréal, Commission de coopération environnementale, 75 p.
- Commission mondiale sur l'environnement et le développement (1987). *Notre avenir à tous* Nairobi, Organisation des Nations Unis, 374 p.
- Décret 858-2012, 1er août 2012*, Québec, 33.
- Deffontaines, P. (1967). Évolution du type d'habitation rurale au Canada français. *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 11, n° 24. <http://id.erudit.org/iderudit/020741ar> (Page consultée le 20 août 2012).

- Demers, C., Potvin, A. et Dubois, M. (2009). Environmental Satisfaction and Adaptability : The Physical Ambience Rose as a global comfort representation. *In* Demers, C. et Potvin, A., *PLEA 2009, Architecture Energy and the Occupant's Perspective* (p. 717-722), Proceedings of the 26th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Québec, 22-24 juin 2009. Québec, Les Presses de l'Université Laval.
- Desmarais, G., Trempe, R. et Gonçalves, M. (2010). Why Do Green Building Enclosures Fail and What Can Be Done about It? *In* Anonyme, *ASHRAE* (p. 1-8), s.l., s.d.
- Drouin, G. (2012). Plaidoyer pour un habitat humain. *Contact*, vol. 27, n° 1, p. 15-19.
- Dussault, S. (2011). Novoclimat. *In* Protégezvous. *Protégezvous.ca*. <http://www.protegez-vous.ca/maison-et-environnement/normes-construction-maison/novoclimat-e16b67.html> (Page consultée le 6 juin 2012).
- Dutil, Y. et Rousse, D. (2012). Energy Costs of Energy Savings in Buildings : A Review. *Sustainability*, n° 4, p. 1711-1732.
- Écohabitation (2011). Une habitation LEED-Platine en réaction aux "manoirs" et aux maisons "éléphants". *In* Écohabitation. *Écohabitation, La ressource en habitation écologique*. <http://www.ecohabitation.com/actualite/nouvelles/habitation-leed-platine-reaction-aux-manoirs-aux-maisons-elephants> (Page consultée le 7 septembre 2012).
- Écohabitation (2012a). Les projets. *In* Écohabitation. *Écohabitation, La ressource en habitation écologique*. <http://www.ecohabitation.com/leed/projets> (Page consultée le 6 juin 2012).
- Écohabitation (2012b). Une maison LEED Or sans surcoût : les recettes d'un bâtisseur astucieux. *In* Écohabitation. *Écohabitation, La ressource en habitation écologique*. <http://www.ecohabitation.com/actualite/nouvelles/maison-leed-surcout-recettes-batisseur-astucieux> (Page consultée le 6 septembre 2012).
- Écohabitation (2012 b). Combien ça coûte? *In* Écohabitation. *Écohabitation, La ressource en habitation écologique*. <http://www.ecohabitation.com/leed/combien-coute> (Page consultée le 6 juillet 2012).
- Écohabitation (s.d.). Les avantages, Construire vert, ça rapporte ! Découvrez ici les avantages mesurables de la certification LEED. *In* Écohabitation. *Écohabitation, La ressource en habitation écologique*. <http://www.ecohabitation.com/leed/avantages> (Page consultée le 6 juin 2012).
- Faucher, P. (2012). Échange au sujet de la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue avec Paul Faucher, architecte, Espace vital architecture*, 11 décembre, Sherbrooke.
- Fauteux, A. (2009). Les murs doivent-ils respirer? *La maison du 21e siècle*, . <http://maisonsaine.ca/les-murs-doivent-ils-respirer/> (Page consultée le 18 octobre 2012).
- Fauteux, A. (2011). Nouvelles normes d'isolation : des experts craignent que certains murs pourrissent. *In* La Maison du 21e siècle. *La Maison du 21e siècle, Le magazine de la maison saine*. <http://maisonsaine.ca/nouvelles-normes-disolation-des-experts-craignent-que-certains-murs-pourrissent/> (Page consultée le 20 novembre 2012).

- Fédération des chambres immobilières du Québec (FCIQ) (2011). Perspectives 2012 du marché résidentiel au Québec : encore de l'élan. *In* FCIQ Centris. *Mot de l'économiste*. http://www.fciqu.ca/pdf/mot_economiste/me_012012.pdf (Page consultée le 20 août 2012).
- Fleury, M. (2012). Constructions et composantes à durée de vie prolongée. *In* TC media. *Portail Constructo, Le réseau interactif de la construction au Québec*. http://www.portailconstructo.com/infoconstructo/constructions_composantes_duree_vie_prolongee (Page consultée le 5 septembre 2012).
- Friedman, A. et Côté, M. (2003). *Maisons à coût abordable et communautés viables, projets d'une décennie de transition*. Université McGill édition, Montréal, Gouvernement du Québec, 187 p.
- Fromonot, F. (2003). *Glenn Murcutt : projets et réalisations 1962-2002*. 2e édition, Paris, Gallimard, 325 p.
- Gagné, S. (2010). La déconstruction, quand démolir rime avec réemploi et recyclage. *Formes, design industriel, affaires et stratégies*, vol. 6, n° 4, p. 22-24.
- Gagnon, S. (2012). *Énergie solaire et architecture, Les outils numériques et leur utilisation par les architectes pour la conception solaire*. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 205 p.
- Gauthier, B. (2003). *Recherche sociale, De la problématique à la collecte des données*. 4e édition édition, Québec, Presses de l'Université du Québec, 619 p.
- Gorgolewski, M. (2009). Reusing Buildings and Components. *In* OAA. *Ontario Association of Architects*. <http://www.oaa.on.ca/professional%20resources/sustainable%20design/reusing%20buildings%20and%20components> (Page consultée le 2 septembre 2012).
- Hamelin, M. et Zmeureanu, R. (2012). Multi-objective life cycle optimization of a single-family house envelope. *In* Anonyme, *eSim 2012 : The Canadian Conference on Building Simulation* (p. 202-214), Halifax, 1-4 mai 2012. s.l.,
- Hemsath, T.L., Walburn, A., Jameton, A. et Gulsvig, M. (2012). A review of possible health concerns associated with zero net energy homes. *House and the Built Environment*, vol. 27, p. 389-400.
- Holladay, M. (2009). Can Foam Insulation Be Too Thick ? Determining the best thickness for sub-slab foam. *In* Green Building Advisor. *Musings of an Energy Nerd*. <http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/musings/can-foam-insulation-be-too-thick> (Page consultée le 14 octobre 2012).
- Holmes, M. (2011). The problem with R-2000 : A home's gotta breathe. *In* The Globe and Mail. *The Globe and Mail*. <http://www.theglobeandmail.com/life/home-and-garden/the-problem-with-r-2000-a-homes-gotta-breathe/article571925/> (Page consultée le 30 septembre 2012).
- Institut de la statistique Québec (2012). Pyramide des âges, 1971-2056. *In* Gouvernement du Québec. *Institut de la statistique du Québec*. http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/pyramide_age.htm (Page consultée le 3 septembre 2012).

- Isaacs, M. (2012). Conférence sur la certification Passive House à Montréal. Communication orale. *Conférence organisée par le CBDCA et donnée par Malcolm Isaacs, ingénieur et co-fondateur de CanPHI*, 4 décembre, Montréal.
- J. Cole, R. et Brown, Z. (2009). Human and Automated Intelligence in Comfort Provisioning. In Anonyme, *PLEA2009 - 26 th Conference on Passive and Low Energy Architecture* Québec, 22-24 juin 2009.
- Jolliet, O., Saadé, M. et Crettaz, P. (2005). *Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan*. 1ère édition édition, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 242 p. 23. (Collection Gérer l'environnement).
- Karmouche, F. (2012). La première maison passive à Montebello. In Centre d'expertise en habitation du Québec (CEHQ). *Bâtiment vert*. http://www.cehq.org/la_premiere_maison_passive_a_montebello_ws64535.wsbl#AnchorB9769942 (Page consultée le 9 septembre 2012).
- Kesik, T. et O'Brien, L. (2012). Design Methodology Embodying the Energy and Economic Performance of Solar Houses. In Anonyme, *eSim 202 : The Canadian Conference on Building Simulation* (p. 230-242), Halifax, 1-4 mai 2012. s.l.,
- Kesik, T. et Stern, L. (2008). Représentation of performance indicators for the conceptual design of passive solar houses. In Anonyme, *eSim 2008, La 5e conférence d'IBPSA - Canada* (p. 49-56), Québec, 21-22 mai.
- Kongshaug, R. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Rune Kongshaug, architecte, P.A. LEED, Produktif studio de design*, 21 décembre, Montréal.
- Kordjamshidi, M. (2011). *House Rating Schemes, From Energy to Comfort Base*. Ilam University édition, Iran, Springer, 141 p.
- Lacroix, C. et André, D. (2012). *L'évolution démographique et le logement au Québec : Rétrospective 1991-2006 et perspectives 2006-2056* Québec, Société d'habitation du Québec, 146 p.
- Langlois, L. (2011). Le standard Passive House travers l'Atlantique. In TC Media. *Voir Vert, le portail du bâtiment durable au Québec*. <http://www.voirvert.ca/nouvelles/actualites/le-standard-passive-house-traverse-l%E2%80%99atlantique> (Page consultée le 5 juin 2012).
- Laouadi, A., Galasiu, A.D., Swinton, M.C., Manning, M.M., Marchand, R.G., Arsenault, C.D. et Szadkowski, F. (2008). Field performance of exterior solar shadings for residential windows : winter results. In Gouvernement du Canada. *CNRC - NRC, Institut de recherche en construction*. <http://archive.nrc-cnrc.gc.ca/obj/irc/doc/pubs/nrcc50467/nrcc50467.pdf> (Page consultée le 5 janvier 2012).
- Lappégard Hauge, A., Thomsen, J. et Berker, T. (2011). User evaluations of energy efficient buildings : Literature review and further research. *Advances in Building Energy Research*, vol. 5, n° 1, p. 109-129.

- Lavergne, M. (2009). *Opportunités solaires passives : Optimisation du confort et de la consommation énergétique d'un espace séjour avec serre accolée*. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 289 p.
- Le Blanc, A. (2012). Habitations et certifications. *Formes, design industriel, affaires et stratégies*, vol. 8, n° 3, p. 12-16.
- Lechner, N. (2009). *Heating, cooling, lighting : sustainable design methods for architects*. 3e édition, Hoboken, John Wiley & Sons, 698 p.
- Lecomte, C. (2009). Les maisons LEED : Cap sur les économies d'énergie. In *Écohabitation. Écohabitation, La ressource en habitation écologique*. <http://www.ecohabitation.com/actualite/nouvelles/maisons-leedr-cap-economies-energie> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- Lecomte, C. (2010). Une maison LEED abordable, est-ce possible? In *Écohabitation. Écohabitation, La ressource en habitation écologique*. <http://www.ecohabitation.com/actualite/nouvelles/maison-leed-abordable-possible> (Page consultée le 4 juin 2012).
- Lepage, J. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Jean-François Lepage, architecte et biologiste, directeur Intégration-Développement durable, Cimaise-FBA*, 5 décembre, Montréal.
- Lucuik, M. (2007). Estimating the Environmental Consequences of Building Envelope Failures. In Anonyme, *ASHRAE* (p. 1-6), s.l., s.d.
- Meyer Baoke, T. (2009). Things You Need to Know About Green Design. In *OAA. Ontario Association of Architects*. <http://www.ecohabitation.com/actualite/nouvelles/maison-leed-abordable-possible> (Page consultée le 18 septembre 2012).
- Miners, R. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Rob Miners, architecte, P.A. LEED, Studio MMA, membre d'Habitat pour l'Humanité Montréal*, 7 décembre, Montréal.
- Mohamed-Ahmed, A. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Ashraf Mohamed-Ahmed, architecte, Fugère architectes*, 12 décembre, Québec.
- Olgay, V. (1963). *Design with climate : bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton, Princeton University Press, 190 p.
- Paradis Bolduc, L. (2012). Maison solaire passive contre maison nette zéro : le match ! In *TC media. Journal de l'habitation*. <http://www.journalhabitation.com/Environnement/Efficacite-energetique/2012-06-17/article-3005206/Maison-solaire-passive-contre-maison-nette-zero:-le-match%21/1> (Page consultée le 4 août 2012).
- Passive House Institute (2011). *Quality Approved Passive House Certification - Criteria for Residential Passive Houses*, Germany, Passive House Institute, 5 p.

- Potvin, A. (2011). Le meilleur m2 est celui qu'on ne construit pas. Communication orale. *Discussion au sujet de l'architecture bioclimatique au cours de l'atelier Ambiances physiques et design de l'ÉAUL avec André Potvin, professeur ÉAUL, Québec.*
- Pronovost, F. (2012). Avez-vous de l'intérêt pour des matériaux locaux? In TC media. *Voirvert, le portail du bâtiment durable au Québec.* <http://www.voirvert.ca/communaute/blogues/francis-pronovost/avez-vous-l%E2%80%99interet-pour-materiaux-locaux> (Page consultée le 8 novembre 2012).
- Proskiw, G. (2010). *Identifying affordable net zero energy housing solutions* s.l., Sustainable Buildings and communities (housing group) CanmetENERGY, 49 p.
- Quantrill, M. (2005). *Plain Modern : the architecture of Brian MacKay-Lyons.* New York, Princeton Architectural Press, 223 p.
- Québec. Ressources naturelles (2011a). Aide financière, aide financière à l'achat d'une habitation Novoclimat. In Gouvernement du Québec. *Ressources Naturelles Québec.* <http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/mon-habitation/novoclimat/unifamiliales/aide-financiere/> (Page consultée le 5 septembre 2012).
- Québec. Ressources naturelles (2011 b). Autoconstruction, Renseignements sur le programme Novoclimat pour les autoconstructeurs. In Gouvernement du Québec. *Ressources naturelles Québec.* <http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/mon-habitation/novoclimat/autoconstruction/#c418> (Page consultée le 1 août 2012).
- Québec. Ressources naturelles (2011 b). Exigez une habitation de qualité certifiée ! In Gouvernement du Québec. *Ressources naturelles Québec.* <http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/mon-habitation/novoclimat/#c2011> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- Québec. Ressources naturelles (2011 c). Construction et rénovation. In Gouvernement du Québec. *Ressources naturelles Québec.* <http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/clientele-affaires/construction-et-renovation/> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- Québec. Ressources naturelles (2011 d). Avantages. In Gouvernement du Québec. *Ressources naturelles Québec.* <http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/mon-habitation/novoclimat/unifamiliales/avantages/> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- Québec. Ressources naturelles (2011 e). Constructeurs et professionnels accrédités. In Gouvernement du Québec. *Ressources naturelles Québec.* <http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/mon-habitation/novoclimat/constructeurs-et-professionnels-accredites/> (Page consultée le 15 septembre 2012).
- Québec. Ressources naturelles (s.d.). Novoclimat, Projet de maison neuve? Comparez avant d'acheter. In Ressources naturelles Québec. *Efficacité énergétique.* <http://www.efficaciteenergetique.mrnf.gouv.qc.ca/mon-habitation/novoclimat/#c2011> (Page consultée le 8 septembre 2012).
- Québec. Ressources naturelles et Faune (2011). Fiche aide-mémoire Novoclimat. Novoclimat. 1 p.
- Roos, R. et Gorgolewski, M. (2011). Multi-Criteria Assessment of High Performance Residential Building Enveloppe Typologies in Canada. In Anonyme, *Proceedings of Sustainable Buildings* (p. 314-323), 2011. Helsinki,

- Rosenbaum, M. et White, D. (2009). In Defense of the Passive House Standard. *In* Taunton Press. *Green Building Advisor.com, The Complete Source for Building, Designing and Remodeling Green Homes*. <http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/green-building-blog/defense-passive-house-standard> (Page consultée le 5 septembre 2012).
- Rosenbaum, M. et White, D. (2010). In Defense of the Passive House Standard, A point-by-point clarification of why the Passive House Standard sets a worthy goal for North America. *In* Green Building Advisor. *Green Building Advisor.com, The Complete Source for Building, Designing and Remodeling Green Homes*. <http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/green-building-blog/defense-passive-house-standard> (Page consultée le 4 août 2012).
- SCHL (2012). The Equilibrium Sustainable Housing Demonstration Initiative. *In* Gouvernement du Canada. *Canada Mortgage and Housing Corporation*. http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/su/eqho/eqho_008.cfm#features (Page consultée le 7 juin 2012).
- SCHL (2013a). ÉcoTerra, Description. *In* Gouvernement du Canada. *CMHC / SCHL*. <http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/su/eqho/ecte/index.cfm> (Page consultée le 13 septembre 2012).
- SCHL (2013b). ÉcoTerra, Technical Resources. *In* Gouvernement du Canada. *CMHC SCHL*. http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/su/eqho/ecte/ecte_005.cfm (Page consultée le 13 septembre 2012).
- Schneider, T. et Till, J. (2007). *Flexible Housing*. Oxford, Architectural Press, 237 p.
- Simard, E. (2009). *Les matériaux de construction résidentielle dans une perspective durable : analyse comparative*. Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, 159 p.
- Straube, J. (2009a). BSI-025 : The Passive House (Passivhaus) Standard - A comparison to other cold climate low-energy houses. *In* Buildingscience.com. *Building Science Insights*. <http://www.buildingscience.com/documents/insights/bsi-025-the-passivhaus-passive-house-standard> (Page consultée le 15 juin 2012).
- Straube, J. (2009b). BSI-026 : PassivHaus Becomes Active - Further Commentary on PassivHaus. *In* Buildingscience.com. *Building Science Insights*. <http://www.buildingscience.com/documents/insights/bsi-026-passivhaus-becomes-active-further-commentary-on-passivhaus> (Page consultée le 15 juin 2012).
- Thibaudeau, C. (2012a). De la volonté et du temps. *In* La Presse. *La Presse.ca*. <http://maison.lapresse.ca/renovation/renovation-verte/201203/06/01-4502879-de-la-volonte-et-du-temps.php> (Page consultée le 7 septembre 2012).
- Thibaudeau, C. (2012b). Maison passive : le summum thermique. *In* La Presse. *La Presse.ca*. <http://maison.lapresse.ca/dossiers/lefficacite-energetique/201112/20/01-4479637-maison-passive-le-summum-thermique.php> (Page consultée le 9 septembre 2012).
- Thibaudeau, C. (2012c). Maison passive : pour 10% plus cher. *In* La Presse. *LaPresse.ca*. http://pdf.crealink.ca/doc/lmg-communication-apchq/6531sept-oct2011_22sept/2011092201/39.html#38 (Page consultée le 13 septembre 2012).
- Thibaudeau, C. (2012d). Une maison "LEED pour tous". *In* La Presse. *La Presse.ca*. <http://maison.lapresse.ca/renovation/renovation-verte/201203/06/01-4502862-une-maison-leed-pour-tous.php#Slide-0-box-0> (Page consultée le 7 septembre 2012).

- Thibaudeau, C. (2012 e). Novoclimat : nouvelles normes de construction. In La Presse. *La Presse.ca*. <http://maison.lapresse.ca/habitation/immobilier/201202/27/01-4500268-novoclimat-nouvelles-normes-de-construction.php> (Page consultée le 7 septembre 2012).
- Thibault, M. (2007). *Traité d'écoconception*. Montréal, Université de Montréal, 115 p.
- Thibault, P. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Pierre Thibault, architecte et auteur de Les maisons-nature de Pierre Thibault, professeur ÉAUL*, 10 décembre, Québec.
- U.S. EPA (2010). Definition of Green Building. In U.S.EPA. *Green Building*. <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm#1> (Page consultée le 3 août 2012).
- Vallières, A. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Anne Vallières, architecte*, 30 novembre, Québec.
- Velikov, K. et Bartram, L. (2009). North House : Developing Intelligent building technology and user interface in energy independant domestic environments. In Demers, C. et Potvin, A., *PLEA 2009, Architecture Energy and the Occupant's Perspective* (p. 80-85), Proceedings of the 26th International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Québec, 22-24 juin 2009. Québec, Les Presses de l'Université Laval.
- Verge, B. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Bruno Verge, architecte, P.A. LEED, TERGOS*, 30 novembre, Québec.
- White, J. (2005). *La pièce annexe réinventée, Nouvelles opportunités de design pour la maison québécoise contemporaine*. Québec, Université Laval, 196 p.
- White, J. (2008). *Maisons modulaires contemporaines : rapport de recherche-crédation*. Québec, Université Laval, 114 p. 1. (Collection Groupe de recherche en Études Tectoniques Contemporaines).
- White, J. (2012). Discussion portant sur la maison unifamiliale québécoise dans la voie du développement durable. Communication orale. *Entrevue semi-dirigée menée par Vanessa Poirier avec Jacques White, architecte, auteur de La pièce annexe réinventée et Maisons modulaires contemporaines, professeur ÉAUL*, 10 décembre, Québec.

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE D'ENTREVUE

Niveau de confidentialité;

- Permission d'inclure le nom de la personne à la liste des professionnels interviewés
- Permission de citer avec le nom de la personne en référence

Permission d'être enregistré.

Mise en contexte	
Part de l'architecte au sein du marché de la construction résidentielle unifamiliale au Québec	
1	À combien estimez-vous le nombre de projets résidentiels unifamilial sur lesquels vous avez travaillé?
2	Quelles sont vos priorités dans la conception d'une résidence? (ordre : /11-12)
<input type="checkbox"/>	Création d'ambiances et d'espaces intéressants
<input type="checkbox"/>	Confort de l'occupant
<input type="checkbox"/>	Intégration de principes bioclimatiques
<input type="checkbox"/>	Performance de l'enveloppe/efficacité énergétique
<input type="checkbox"/>	Choix de matériaux écologiques
<input type="checkbox"/>	Apparence extérieure
<input type="checkbox"/>	Concept fort/bon design
<input type="checkbox"/>	Respect du budget de construction
<input type="checkbox"/>	Respect des délais alloués/temps de conception
<input type="checkbox"/>	Qualité de la construction/matériaux utilisés
<input type="checkbox"/>	Ouvertures selon vues
<input type="checkbox"/>	Adéquation optimale avec les besoins/désirs du client
<input type="checkbox"/>	Autre
Gestion intégrée : gage de qualité	
3	Par l'apport constant de l'ensemble des corps de métier au projet, le processus de gestion intégrée permet l'atteinte d'une performance environnementale optimale plus facilement que par une gestion linéaire du projet. Le petit gabarit des projets résidentiels unifamilial réduit généralement le nombre de professionnels associés à la conception. Avez-vous déjà tenté d'implémenter un processus de gestion intégrée pour un projet résidentiel unifamilial? Oui/non <ul style="list-style-type: none">▪ Non : pourquoi?▪ Oui : comment cela s'est-il déroulé?

Définition d'une habitation durable en contexte québécois

- 4 Pour vous, qu'est-ce qu'une habitation durable?
- Efficacité de l'utilisation des ressources : consommation d'eau, d'énergie et de matériaux minimale
 - Limite l'émission de gaz à effets de serre et autres polluants atmosphériques
 - Impact minimal sur l'écologie du site
 - Minimise les effluents liquides et les déchets solides
 - Longévité accrue par l'intégration des principes d'adaptabilité, de flexibilité, d'expansibilité
 - Accessibilité universelle
 - Assure la sécurité des occupants
 - Plan de gestion de la durabilité
 - Participe à un urbanisme plus durable (densité accrue, communauté viable, etc.)
 - Qualité de l'air intérieur optimale
 - Utilisation efficace de l'énergie solaire : éclairage naturel, solaire passif
 - Production d'énergie renouvelable sur le site
 - Impact minimal sur l'ensemble du cycle de vie de la résidence
 - Maximise le confort de l'occupant
 - Économie de moyens
 - Superficie construite minimale
 - Durée de vie optimale des composantes
 - Répond aux critères identifiés par une certification environnementale reconnue
-
- 5 L'adoption récente de la nouvelle réglementation en matière d'économie d'énergie dans les petites constructions touche particulièrement la construction de résidences unifamiliales. Elle pousse les architectes à prendre compte des considérations environnementales et d'économie d'énergie à travers leur conception en rehaussant les exigences en matière d'isolation (mais non en étanchéité) jusqu'à atteindre les exigences du programme Novoclimat et en exigeant un pourcentage d'ouverture brute maximal de 30 % de la surface des murs extérieurs hors sol.
- a) Avez-vous entendu parler de cette nouvelle réglementation? Oui/non
 - b) Dans quelle mesure cette nouvelle réglementation vous affecte-t-elle? Quels en sont les principaux impacts?

Certifications environnementales		
6	Connaissez-vous les principaux critères/objectifs des programmes disponibles au Québec?	
	<i>Programme</i>	<i>Connaît d'emblée</i>
	Novoclimat	
	R-2000	
	LEED pour les habitations	
	Passive House	
	Initiative EQUilibrium/ Énergie nette zéro	
	Bâti-Flex	
7	Avez-vous réalisé des projets résidentiels portant l'une de ces certifications? Laquelle?	
Place et impact des certifications au sein de la pratique		
8	<p>Dans quelle mesure les certifications environnementales influent-elles le travail de l'architecte?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Assure l'atteinte d'un niveau de performance environnementale ▪ Processus lourd : documentation à remplir, temps accordé, etc. ▪ Moins de flexibilité sur le plan architectural avec les contraintes des certifications ▪ Contraintes peut mener à des coûts plus élevés ▪ Cadre trop rigide : pourrait aller plus loin sans les contraintes qui y sont reliées ▪ Objectifs vise une meilleure performance énergétique plutôt qu'une durabilité réelle ▪ Outil marketing --- label --- pour les consommateurs ▪ Système de points (<i>checklist</i>) détourne certains enjeux réels au profit d'ajouts futiles* ▪ Augmentent de façon significative le temps consacré au projet ▪ N'y voit aucun intérêt <p>* aller plus loin si mentionné</p>	
9	<p>Quels éléments des certifications environnementales limitent leur utilisation plus large dans la conception courante de petits projets résidentiels?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Temps lié à la production de documents/inspections ▪ Critères d'ordre technique – renvoi à des normes externes ▪ Exigence d'une simulation/utilisation d'un logiciel associé ▪ Nécessité d'accompagnement par un expert externe ▪ Coûts relatifs au processus de certification ▪ Rigidité des critères 	
10	<p>Par rapport à la panoplie de certifications disponibles, croyez-vous qu'en général, les architectes se sentent bien informés? (autant sur le contenu/critères que sur les autres implications)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oui ▪ De façon minimale ▪ Cela dépend des certifications ▪ Non 	
Développement du marché et disponibilité des matériaux et systèmes		
11	Par rapport aux exigences requises par les certifications, sentez-vous un soutien de la part	

des manufacturiers dans leur offre de produits respectant les certifications environnementales sur le marché québécois?

- Adaptation graduelle du marché en lien avec la demande rencontrée
- Certaines composantes ou certains matériaux ne sont pas offerts sur le marché
- Obligation d'importer des composantes d'ailleurs pour rencontrer les spécificités demandées par les programmes de certifications
- Aucun soutien, les manufacturiers ne semblent pas intéressés/au courant des exigences liées aux certifications
- Oui, les manufacturiers sont à l'affut des besoins/nouveautés

11 b Est-ce que vous avez accès aux bons matériaux?

- Oui, le marché est bien adapté
- On fait le mieux possible avec ce qui est offert ici
- Non, obligation d'importer ou de trouver des produits de substitution

13 Par rapport aux exigences requises par les certifications, sentez-vous un soutien de l'industrie de la construction (constructeurs, entrepreneurs, etc.) québécoise?

- Grande ouverture de la part des entrepreneurs à l'intégration de nouvelles pratiques
- Réticence en regard de détails techniques innovants
- Problématique quant aux sous-traitants et à l'étanchéité à l'air
- Difficulté pour l'installation de produits non usuels
- Adversité par rapport à la gestion des déchets de chantier
- Augmentation des coûts pour tâches non usuelles

Stratégies et obstacles	
14	<p>Lors de la conception d'une résidence à caractère durable, quels obstacles/contraintes pouvez-vous rencontrer?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intérêt du client ▪ Court délai/temps alloué au projet ▪ Budget de conception non suffisant ▪ Connaissances des outils/logiciels de simulation ▪ Connaissances des principes de l'architecture bioclimatique ▪ Maîtrise du comportement solaire ▪ Disponibilité des technologies/matériaux ▪ Contraintes liées à la gestion intégrée du projet (liens avec l'entrepreneur, les ingénieurs, le client, etc.)
Perception des projets « verts » et innovation stylistique	
15	<p>Dans le contexte où l'apparence de la maison québécoise typique répond principalement à des considérations esthétiques et doit démontrer un certain prestige social, comment affirmer une véritable identité québécoise de la maison?</p>
16	<p>L'intemporalité d'une construction est une qualité habituellement recherchée par les architectes. Comment atteindre cette qualité au sein d'un projet résidentiel?/Quel serait un gage d'intemporalité?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Espaces de qualité comme gage d'intemporalité

- Espaces flexibles, adaptables et expansibles
- Forme/ouvertures en accord avec le contexte bâti
- Utilisation de matériaux inspirés d'éléments du contexte
- Forme comme réponse au climat local
- Réinterprétation des formes/éléments bâti du contexte/patrimoine bâti régional
- Utilisation de matériaux nobles

Longévité par une habitation capable d'évolution

- 17** Quelle stratégie visant l'adaptabilité/flexibilité des espaces utilisez-vous le plus souvent dans un projet? Pourquoi?
- Plan ouvert
 - Possibilité de division/adjonction d'espaces
 - Espaces à usage flexible (chambre, bureau, location, etc.)
 - Expansibilité prévue initialement
 - Accessibilité universelle
 - Mise à niveau ultérieure de certains espaces (*upgradable space*) (sous-sol, combles)
 - Utilisation d'une méthode constructive standard
 - Autre

Coût abordable : stratégies visant à rationaliser les coûts

- 18** Pour vous, quelle serait la première stratégie à appliquer dans l'optique de rationaliser les coûts liés à un projet de résidence?
- Réduction de la superficie bâtie
 - Simplification du volume construit
 - Plan ouvert
 - Distribution verticale
 - Utilisation de matériaux usuels
 - Utilisation de matériaux de seconde vie
 - Minimiser les détails/formes complexes à réaliser
 - Recourir à l'autoconstruction
 - Planifier d'éventuelles additions
 - Construction pensée par modularité et l'industrialisation des composantes
 - Réseau de distribution mécanique compact
 - Considérer le processus sur l'ensemble du cycle de vie
 - Recours à la construction modulaire et à la préfabrication
-

Intégration des connaissances par le concepteur					
19	Quelles stratégies, qu'elles soient passives ou actives avez-vous déjà utilisé dans vos projets de résidences?				
		Toujours	Souvent	Parfois	Jamais
	Orientation du bâtiment et des ouvertures en fonction de la course du Soleil				
	Forme en fonction des éléments du site (ensoleillement, ombrage, vents dominants, présence de végétation, topographie, etc.)				
	Rapport vitrage/mur - % ouverture au sud				
	Choix réfléchi du type de vitrage utilisé				
	Utilisation de masse thermique				
	Largeur maximale des corps de bâti				
	Position des ouvrants pour optimiser la ventilation naturelle				
	Utilisation de brise-soleils ou de tablettes réfléchissantes				
	Validation par un logiciel de simulation énergétique				
	Utilisation de pièces annexes et/ou espaces tampons*				
	Intégration de systèmes actifs de production énergétique (panneaux photovoltaïques, chauffe-eau solaire thermique, géothermie, etc.)				
Conception réfléchie pour une installation de systèmes actifs différée (solar ready)					
* aller plus loin si mentionné					
20	Que ce soit par leur facilité d'implantation, leur surcoût nul, ou leur grande disponibilité, quelle (s) seraient la ou les stratégie (s) incontournables en contexte québécois?				
21	Sur une échelle de 0 à 10 (0 : nulles et 10 : parfaites), comment qualifieriez-vous vos connaissances des principes guidant une architecture bioclimatique?				
22	Faites-vous usage de simulation énergétique dans le cadre de petits projets résidentiels soit pour :				
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Valider la consommation énergétique ? Oui/non ▪ Maximiser le confort de l'occupant ? Oui/non 				
	Pourquoi?				
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Outils efficaces/précis ▪ Trop long/coûteux ▪ Utilise les règles du pouce ▪ Ne possède pas les connaissances nécessaires 				

23 Maîtrisez-vous un ou des logiciels de simulation énergétique? Lesquels?

- Écotech
- Revit architecture
- Hot 2000
- PHPP
- Autre

Risques liés à l'utilisation de nouveaux matériaux

24 Bon matériau à la bonne place

Comment effectuez-vous le choix des matériaux de finition/parement utilisés?

- Goûts du client
- Caractère symbolique (appartenance culturelle, etc.)
- Contexte bâti
- Prestance sociale
- Hiérarchie des éléments
- Esthétique
- Éviter les produits de substitution
- Coût initial
- Durée de vie
- Impact sur l'ensemble du cycle de vie
- Caractéristiques environnementales (matériaux locaux, renouvelables, naturels, à contenu recyclé, réutilisés, faibles en COV, etc.)
- Performance des matériaux
- Matériaux ayant fait leurs preuves dans le contexte climatique (non nouvellement introduits sur le marché)

25 Avez-vous eu l'occasion, dans un projet, de pousser la voie de la réutilisation?
oui/non

Pourquoi?

- Avenue intéressante
- Possibilité d'économie
- Manque de banque de matériaux/disponibilité
- Dépend du matériau (éléments structuraux, fenêtres, etc.)
- Pas le temps
- Demande de la part des clients
- Aucune ouverture de la part des clients

26 L'information sur l'impact environnemental des matériaux sur l'ensemble de leur cycle de vie peut-elle vous être disponible facilement?

- Information disponible auprès des fournisseurs
- Données accessibles sur internet
- Information non disponible
- Durabilité comme indice de l'impact
- Ne sait pas

Rôle du client/occupant	
Client et impact du mode de vie	
27	<p>Certains clients peuvent être réticents à l'idée de devoir adapter leur comportement/modifier mode de vie pour que leur résidence haute performance performe tel qu'il est attendu.</p> <p>Dans cette optique, sentez-vous que les clients sont en général proactifs en regard de la question de la durabilité?</p>
Opération des systèmes de contrôle de l'environnement	
28	<p>Le niveau de confort et de satisfaction ressenti en lien avec l'environnement est fortement lié à la capacité de contrôle par l'occupant. Une vaste gamme de systèmes de contrôle de l'environnement existent des plus <i>low-tech</i> au plus <i>high-tech</i>. Avec l'objectif de maximiser le confort de l'occupant, quel genre de stratégie/système pourrait constituer l'option la plus intéressante?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ouverture fermeture des ouvrants permettant la ventilation naturelle contrôlée par l'utilisateur ▪ Déplacement de l'isolant nocturne par l'utilisateur ▪ Simplicité d'opération et de compréhension du système de réglage du chauffage et de la climatisation ▪ Disponibilité d'instructions d'utilisation adéquates et suffisantes du contrôle des systèmes ▪ Guide assurance de compréhension des principes passifs par l'occupant ▪ Utilisation d'un système avancé et entièrement automatisé de contrôle de l'environnement ▪ Isolation accrue/limiter l'impact de l'occupant
29	<p>D'après-vous, quel impact peut résulter du fait d'intervenir dans l'espace fort personnel de la demeure d'un client sur le processus de conception et les caractéristiques de durabilité de la maison en résultant? Croyez-vous que certaines images préconçues aient un impact?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Images préconçues ▪ Peu d'ouverture à un changement d'organisation des espaces ▪ Davantage de travail de démonstration ▪ Etc.

Conclusion	
30	<p>Lenteur des changements dans le domaine de la construction résidentielle</p> <p>Pour quelle raison, les changements (techniques constructives, utilisation de nouveaux matériaux, sensibilité environnementale) dans l'industrie de la construction résidentielle semblent-ils lents au Québec?</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Faible part des architectes au sein du marché résidentiel unifamilial ▪ Connaissances des entrepreneurs ▪ Connaissances des concepteurs ▪ Disponibilité des matériaux/composantes sur le marché local ▪ Importance de l'autoconstruction (favorisant les méthodes plus traditionnelles) ▪ Intérêt des clients ▪ Coûts associés à l'innovation

Remerciements et informations sur la suite de l'étude et l'échéancier correspondant.