

North House: Team North entry to the Solar Decathlon 2009

Edited by Philip Beesley, Kathy Velikov, Geoffrey Thün and Robert F. Woodbury

Beesley, Philip, Kathy Velikov, Geoffrey Thün, and Robert F. Woodbury, eds. *North House: Team North entry to the Solar Decathlon 2009*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2008. Print.

This book documents the North House proposal for the 2009 Solar Decathlon from the pan-Canadian consortium of Waterloo, Simon Fraser and Ryerson universities. In the Solar Decathlon, teams of architects and engineers compete to build self-sufficient houses on the National Mall in Washington, D.C.

Cet ouvrage documente la présentation du design préliminaire du projet candidat au Décathlon solaire 2009 réalisé par le consortium pancanadien des universités de Waterloo, Simon Fraser et Ryerson: Maison du Nord. Tous les deux ans, le Décathlon solaire se déroule sur le National Mall, à Washington D.C. Cette compétition rassemble plusieurs équipes d'architectes et d'ingénieurs qui doivent chacune bâtir une maison fonctionnant entièrement à l'énergie solaire.

ISBN 978-0-9780978-9-9



Riverside Architectural Press

CDRN/RCRD

Canadian Design Research Network
Réseau canadien de recherche en design



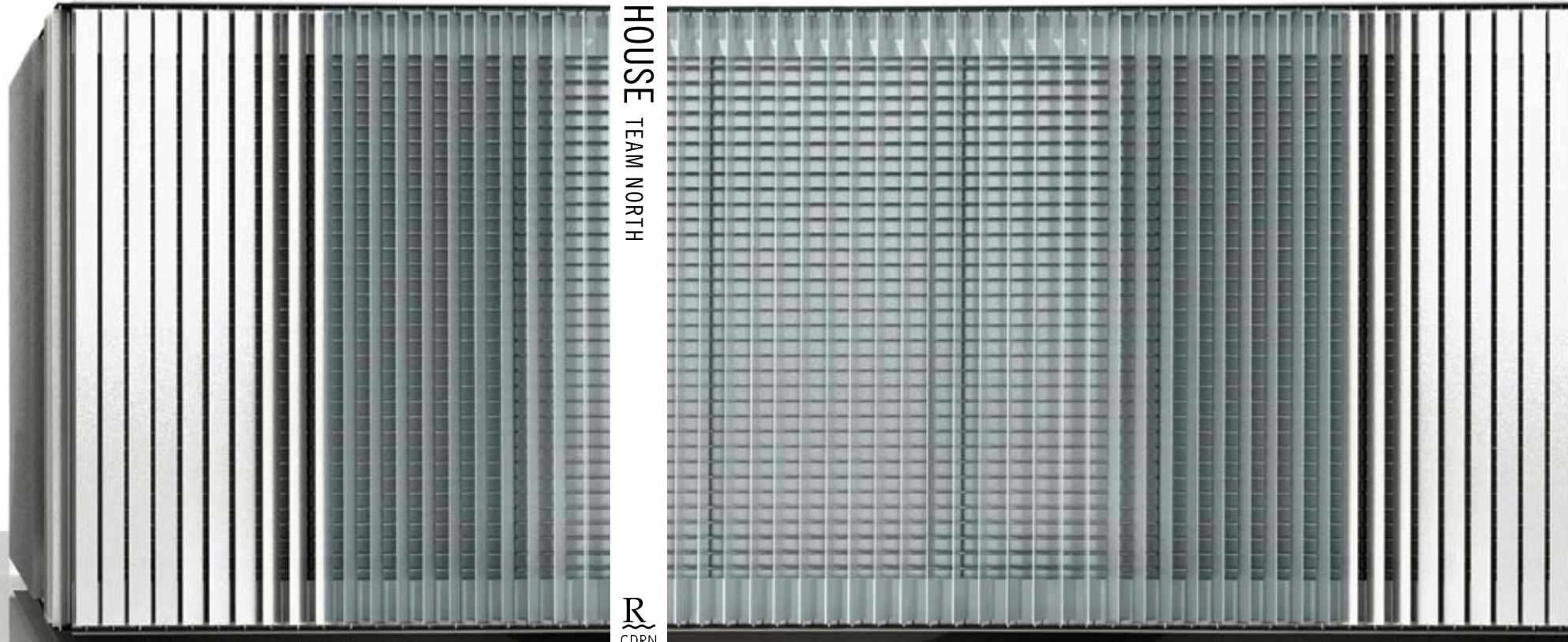
ÉQUIPE NORDIQUE MAISON DU NORD | NORTH HOUSE TEAM NORTH

2009

NORTH HOUSE
TEAM NORTH
entry to the solar decathlon

MAISON DU NORD
ÉQUIPE NORDIQUE
participant au décathlon solaire

edited by Geoffrey Thün · Philip Beesley · Kathy Velikov · Robert F. Woodbury



Library and Archives Canada Cataloguing in Publication
Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

North house : Team North entry to the Solar Decathlon 2009 = Maison du nord : Équipe nordique participant au décathlon solaire 2009
Geoffrey Thün, Philip Beesley, Kathy Velikov, Robert F. Woodbury, editors

Text in English and French.
Includes bibliographical references.
ISBN 978-0-9780978-9-9

1. Solar houses--Design and construction--Competitions--Washington (D.C.).
Maisons solaires--Conception et construction--Concours--Washington (D.C.).
2. Sustainable buildings--Design and construction--Competitions--Washington (D.C.).
Constructions durables--Conception et construction--Concours--Washington (D.C.).
3. Solar Decathlon (2009 : Washington, D.C.).

I. Thün, Geoffrey, 1967- II. Beesley, Philip, 1956- III. Velikov, Kathy, 1972- IV. Woodbury, Robert F., 1955-
V. Canadian Design Research Network VI. Title: Maison du nord.

TH7414.N67 2008 728'.370472 C2008-902035-9E

Design and Production
Philip Beesley, Hayley Isaacs, Amir Shahrokhi, and Eric Bury
Printing by Regal Printing Limited
This book is set in Akzidenz Grotesk and Trade Gothic

Cover: *North House Elevation*, Team North

Copyright © 2008 Riverside Architectural Press

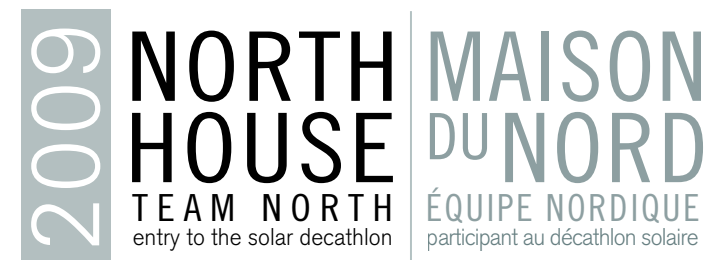
All rights reserved by the individual paper authors who are solely responsible for their content. No part of this work covered by the copyright herein may be reproduced or used in any form or by any means including graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, recording, taping, or information storage and retrieval systems without prior permission of the copyright owner.



CDRN/RCRD
Canadian Design Research Network
Réseau canadien de recherche en design



www.more than green.org



edited by
Geoffrey Thün
Philip Beesley
Kathy Velikov
Robert F. Woodbury



PREFACE | PRÉFACE

North House is a small solar house designed for our northern land. Its aims are to show ideas, to demonstrate their realization, and to persuade us that we can have both sustainability and quality of life. Three universities, ten disciplines and over one hundred students and faculty will create the house. We will all learn from the project. Some of the learning will be research—knowledge new to us all. Some will be education, as faculty and students learn how to work together to create and realize a great design. Some will be community-based, as we show the house to the world. Increasingly such complex team-based projects are needed to connect ideas to innovation, and to focus new knowledge where it is needed the most. Effective teams are not made overnight. It takes extended effort to build both the capability and trust needed for success. The Canadian Design Research Network (CDRN) is proud of its role in fostering the collaborations that have become Team North. As the CDRN Scientific Director, I wish it well and am confident in its success.

La petite Maison du Nord a été conçue spécialement pour le climat des régions boréales. Ce projet cherche à présenter des idées innovatrices et à démontrer leur application afin de prouver qu'il est possible de conjuguer développement durable et qualité de vie. Une centaine d'étudiants et de professeurs bénévoles provenant de trois universités et d'une dizaine de disciplines travailleront à la construction de cette maison: une occasion d'apprentissage exceptionnelle, tant sur le plan de la recherche et de la formation que du design et du travail d'équipe. L'apprentissage se fera aussi au niveau communautaire, lors du dévoilement de la maison. Ce type de projet, complexe et basé sur le travail d'équipe, est de plus en plus utile pour faire le pont entre l'innovation et les idées concrètes et pour encourager les nouvelles connaissances dans les domaines qui en ont le plus besoin. En revanche, il faut du temps pour former une équipe efficace: un effort soutenu est nécessaire pour acquérir à la fois l'habileté et la confiance essentielles au succès. Le Canadian Design Research Network (CDRN) est fier d'encourager les collaborations à l'origine d'Équipe Nordique. En tant que directeur scientifique du CDRN, je leur souhaite le meilleur et j'ai confiance en leur réussite.

Robert F. Woodbury
Scientific Director, Directeur scientifique
Canadian Design Research Network



CONTENTS | TABLE DES MATIÈRES

Introduction	3	Introduction
Design	15	Design
Technologies	27	Technologies
Team	47	Équipe
Prefabricated Solar Futures	57	Un futur solaire préfabriqué
Sustainable Design Curriculum	75	Programme d'études sur le développement durable
Team Credits	87	Membres participants
Image Credits	91	Crédits photographiques
Publication Credits	92	Crédits



INTRODUCTION

This book documents the North House proposal for the 2009 Solar Decathlon from the pan-Canadian consortium of Waterloo, Simon Fraser and Ryerson universities. In the Solar Decathlon, teams of architects and engineers compete to build self-sufficient solar houses on the National Mall in Washington, D.C. For its entry, the North House team will develop a prototype dwelling that offers effective strategies for solar living as a way to inhabit our changing territory and changing climate.

The North is changing. The North House will demonstrate emerging ways of living within a changing North and a changing global climate. The changes of the North affect every one of us—and in the volatile conditions of international climate change, the conditions of today's North could become directly relevant around the world. North House is a holistic, responsive and flexible infrastructure for solar living in the changing environment.

Cet ouvrage documente la présentation du design préliminaire du projet candidat au Décathlon Solaire 2009 réalisé par le consortium pancanadien des universités de Waterloo, Simon Fraser et Ryerson: la Maison du Nord. Tous les deux ans, le Décathlon Solaire se déroule sur le National Mall, à Washington D.C. Cette compétition rassemble plusieurs équipes d'architectes et d'ingénieurs qui doivent chacune bâtir une maison fonctionnant entièrement à l'énergie solaire. C'est dans ce cadre qu'Équipe Nordique mettra au point une infrastructure holistique et flexible destinée au mode vie des régions nordiques.

Le Grand Nord évolue continuellement. La Maison du Nord, quant à elle, démontrera de nouvelles façons de vivre en s'adaptant aux changements climatiques. L'évolution climatique du Grand Nord affecte le monde entier. En effet, étant donné les conditions instables des changements climatiques, l'état actuel du Grand Nord pourrait avoir un effet direct sur toutes les régions du globe. En tant que prototype d'habitation, la Maison du Nord incarnera diverses stratégies efficaces pour vivre uniquement à l'énergie solaire, permettant ainsi à ses occupants de s'adapter aux changements géographiques et climatiques.

facing page · page opposée

- 1 The 'Solar Village,'
Washington, D.C., 2007
Village solaire,
Washington D.C., 2007



2 North House: Regional adaptability study

Set against the foothills of the Canadian Rockies, North House provides an extended living space in all seasons. The horizontal deck space conceals grey water waste processing equipment and supports outdoor gardening.

Maison du Nord: Étude d'adaptabilité régionale

Maison du Nord implantée à la base des Rocheuses canadiennes. Bien que compacte, elle intègre des espaces de cultures extensives intérieurs offrant la possibilité d'agrandir les espaces de vie en toute saison. À l'extérieur, la partie horizontale de la terrasse dissimule les équipes de traitement des eaux grises. La terrasse accueille également des espaces de détente et de jardinage.



3 North House: Regional adaptability study

North House located in a garden suburb. Exterior spaces are modified to provide play and garden spaces connected to interior living spaces. Unlike traditional tract housing, North House is full of daylight and connected to its surroundings.

Maison du Nord: Étude d'adaptabilité régionale

Maison du Nord est localisée dans une banlieue résidentielle. Dans ce contexte, les espaces extérieurs de la maison seront modifiés afin d'offrir de plus vaste jardins et aires de détente tout en conservant de fortes connexions visuelles avec les espaces de vie intérieurs. Contrairement aux maisons plus refermées de cette banlieue, Maison du Nord s'ouvre vers l'extérieur pour se connecter avec son entourage et avoir un apport maximal de lumière naturelle.



4 North House: Interior summer study

An interior view showing double skin during warm weather in spring and summer. The interior living space is extended to use the sunspace and the envelope opens to connect interior directly with the outdoors. Photovoltaic glass louvers provide shade when the sun is at a high angle in the sky.

Maison du Nord: Étude des conditions internes en été

Cette image représente la double-peau durant les mois les plus chauds du printemps et de l'été. Durant cette période, l'espace de vie s'agrandit pour incorporer l'espace d'ensoleillement et l'enveloppe s'ouvre littéralement pour établir une connexion directe entre l'intérieur et l'extérieur. Les brise-soleil en verre photovoltaïque fournissent de l'ombre lorsque le soleil se trouve plus haut dans le ciel, et génèrent plusieurs motifs lumineux ravissants à l'intérieur de la maison.

THE SOLAR DECATHLON PROJECT

The National Renewable Energy Laboratory (NREL) and the U.S. Department of Energy (DOE), have established the Solar Decathlon as a biennial international competition that fosters development and encourages widespread adoption of solar-powered homes. Every two years, twenty selected teams from accredited universities and colleges compete to design, build, and operate highly energy-efficient, completely solar-powered houses. Through developing technology and fostering key partnerships, these competitors must demonstrate solar technologies in marketable applications.⁷ The Solar Decathlon project encompasses the competition, and also the project's design development, construction, and the commissioning phases necessary to participate in the competition. Events preceding the current competition were held in fall 2002, 2005, and 2007. The next Solar Decathlon will take place in Washington, D.C., in the fall of 2009.

For student competitors, the project is designed to increase education about energy-efficient building design and to accelerate solar energy research and design. Like an athletic decathlon, the Solar Decathlon will test proficiency in a wide range of skills. However, unlike its athletic counterpart, the Solar Decathlon is a team event in which the diversity of abilities comes from the composition of the

7 U.S. Department of Energy's Solar Decathlon, 'About Solar Decathlon,' U.S. Department of Energy, www.solardecathlon.org

8 Ibid

LE PROJET DU DÉCATHLON SOLAIRE

Le National Renewable Energy Laboratory (NREL) et le Department of Energy of the United States (DOE) se sont associés pour créer le Décathlon solaire, compétition biennale qui encourage le développement des technologies et favorise l'expansion du marché des maisons solaires. Trois événements semblables ont déjà eu lieu en 2002, 2005 et 2007. Le prochain Décathlon solaire se déroulera à Washington D.C. à l'automne 2009. La compétition rassemble une vingtaine d'équipes universitaires et collégiales. L'objectif est de concevoir, de bâtir et d'opérer la maison solaire la plus performante et la plus remarquable possible. Avec l'aide essentielle de leurs partenaires, les compétiteurs devront démontrer l'application de technologies solaires actuelles et rentables.⁷ L'événement du Décathlon solaire comprend la compétition en tant que telle, mais aussi les diverses étapes du développement et de la construction, de même que les phases préliminaires de proposition de candidature.

Pour les participants, ce projet représente l'occasion d'approfondir leurs connaissances en matière d'efficacité énergétique du bâtiment et de participer à la recherche et à l'innovation dans le domaine de l'énergie solaire. Tel un

team rather than from an individual. The competition fosters collaborations among students of architecture, engineering, business, marketing, and communications at the outset of their careers, and encourages them to develop and demonstrate solar technologies in marketable residential applications.

The Solar Decathlon is also a public event designed to increase awareness about energy for residential use. The competition demonstrates that a beautifully and well-designed house can generate enough electricity to meet the needs of a household, including electricity for lighting, cooking, washing clothes and dishes, powering home and home-office electronics and for maintaining a comfortable indoor temperature and air quality. The Solar Decathlon shows the nation and the world that clean and plentiful sources of energy—solar energy—can provide the power for healthy places in which to live, work, and play.⁸

Team North will design, prototype, fabricate and deliver North House to the National Mall in Washington, D.C., as part of the next Solar Decathlon in September 2009. Team North is a tightly organized consortium of students and faculty led by University of Waterloo (UW) and Ryerson University in Ontario, and Simon Fraser University's (SFU) School of Interactive Arts and Technology

décathlon athlétique, le Décathlon solaire met à l'épreuve une grande variété de compétences et d'habiletés. Toutefois, si le décathlon olympique est une complétion individuelle, le Décathlon solaire, lui, implique un travail d'équipe où la diversité des compétences est très importante. Cette compétition donne lieu à la collaboration entre étudiants de plusieurs domaines: architecture, génie, affaires, marketing et communication. Tous les jeunes participants, au commencement de leur carrière, sont ainsi encouragés à développer et à tester les technologies solaires dans des applications résidentielles commercialisables.

Le Décathlon solaire est également un événement public qui vise à conscientiser la communauté au sujet de la consommation d'énergie dans le secteur résidentiel. L'événement montre qu'une maison peut produire assez d'énergie pour répondre aux besoins d'une famille, dont l'électricité nécessaire pour l'éclairage, pour le fonctionnement d'appareils électroménagers, d'appareils électroniques et de systèmes de chauffage et de ventilation. Le Décathlon solaire prouve ainsi au monde entier que des espaces de vie, de travail et de loisir sains et agréables peuvent puiser leur énergie et leur chaleur de sources propres et renouvelables, telles que le soleil.⁸

in British Columbia. The team also draws upon the substantial track record of the Canadian Design Research Network (CDRN), a pan-Canadian cooperative network that includes all eleven architecture schools and nine design schools across Canada. The CDRN includes the leaders of the Canada Green Building Council (CaGBC), the National Research Council (NRC), and numerous individual experts who specialize in technology and innovation for sustainable design. Team Montreal, the 2007 Canadian entry to the Solar Decathlon, has given its support to North House and will act as a project advisor. A major body of support for the bid has already been secured from institutional partners, federal and provincial government agencies, NGOs, regional agencies, and professional and industry partners. The Toronto and Region Conservation Authority's Living City Centre, an established sustainable technologies interpretive centre in the Toronto region, has agreed to host North House after the event. Highly motivated students and faculty leaders at each of the institutions have initiated an integrated design process for the project, and through a series of structured workshops for collaborative exchange, have developed a conceptual design that is being

Équipe Nordique se chargera du design, du prototype, de la fabrication et de la livraison de la Maison du Nord sur le National Mall à Washington D.C. dans le cadre du prochain Décathlon solaire, en septembre 2009. Équipe Nordique est une association d'étudiants et de facultés des universités de Waterloo (UW) et de Ryerson, en Ontario, et de l'École des arts et des technologies (School of Interactive Arts and Technology, ou SFU) de l'université Simon Fraser en Colombie-Britannique. L'équipe bénéficie également de l'expérience considérable du Canadian Design Research Network (CDRN), réseau coopératif pancanadien incluant les onze écoles d'architecture et les neuf écoles de design du Canada. Le CDRN rassemble les dirigeants du Canada Green Building Council (CaGBC), du National Research Council (NRC), ainsi que plusieurs spécialistes dans les technologies reliées au développement durable. Équipe Montréal, l'équipe canadienne participante au Décathlon solaire 2007, a donné son appui à Équipe Nordique et agira en tant que conseiller.

Un appui considérable a déjà été obtenu de partenaires institutionnels, d'agences gouvernementales fédérales et provinciales, d'ONG, d'agences régionales, ainsi que de partenaires professionnels et industriels.

developed, tested, and fabricated over the twenty months preceding the Solar Decathlon competition.

There is major potential to develop a broad network of industry and professional partnerships to assist in the development of the Team North project. From direct financial contributions to research collaboration and direct material donations, key involvement and collaboration with the public sector are critical to a successful outcome in the Solar Decathlon event and to the success of North House. This book outlines key intentions and implications developed for North House to date, and points the way forward.

Le Toronto and Region Conservation Authority's Living City Centre, un centre reconnu d'interprétation des technologies reliées au développement durable dans la région de Toronto, a accepté d'héberger la Maison du Nord après la compétition. Enthousiastes, des étudiants et des représentants de facultés de chacune des universités ont initié un processus de design intégré pour réaliser le projet. Par une série d'ateliers structurés favorisant la collaboration, ils ont mis au point un design conceptuel qui sera raffiné, testé et construit durant les douze mois qui suivront.

L'appui accordé au projet ambitieux d'Équipe Nordique crée la possibilité de mettre sur pied un vaste réseau de partenaires professionnels et industriels. Les contributions financières directes, tout comme l'effort des bénévoles et les dons matériels, représentent un engagement du secteur public essentiel au succès de la Maison du Nord lors de la compétition. Cet ouvrage souligne les grandes idées reliées à la Maison du Nord et les répercussions qu'elles ont eu sur le projet. Il indique aussi la voie que le projet empruntera au cours des mois à venir.



SUSTAINABLE DESIGN CURRICULUM PROGRAMME D'ÉTUDES SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Terri Meyer Boake and Vincent Hui

Potent action for meeting the challenges of creating a carbon neutral society rests in the hands of building designers. An international movement titled the *2010 Imperative*, has been created to give young designers the detailed skills they need to meet this challenge. This movement aims to transform the teaching of architecture with a comprehensive design curriculum that focuses on environmental sustainability. Curriculum is being developed related to Team North's entry in the Solar Decathlon that contributes to this major initiative.

Design strategies, tools, and educational resources are needed if architectural programs and design educators are to effectively meet the ambitious goals of the 2010 Imperative, an initiative spearheaded by the Architecture 2030 movement¹ and Edward Mazria in 2007. These strategies include the integration of related ecological issues into the design studio, the implementation of a broad ecological literacy campaign, and the application of sustainable design strategies in our university facilities and campuses. To meet this need, the North American Society of Building Science Educators (SBSE) conceived the 2010 Education Resource Initiative.

Les actions les plus efficaces pour relever le défi d'une société neutre en carbone reposent entre les mains de concepteurs de bâtiments. Le mouvement international Architecture 2030¹ et Edward Mazria ont initié, en 2007, le projet *2010 Imperative* qui vise à fournir aux aspirants les qualifications nécessaires pour relever le défi d'une société neutre en carbone. Il souhaite la transformation de l'enseignement architectural en un programme d'étude de conception compréhensif axé sur le développement durable. Le programme se développe en relation avec la candidature d'Équipe Nordique dans le Décathlon solaire, contribuant ainsi à cette initiative majeure.

Des stratégies, des outils de conception et des ressources scolaires seront requis afin que les programmes architecturaux et éducatifs puissent rencontrer les objectifs ambitieux de 2010 Imperative. Les stratégies sont nombreuses: intégration d'une dimension écologique dans les ateliers, implantation de littérature écologique et application de méthodes favorables au développement durable dans les bâtiments des campus. Pour ce faire, le North American Society of Building Science Educators (SBSE) a écrit un document intitulé 2010 Education Resource Initiative.

This effort is intended to help develop and disseminate the necessary resources and tools to integrate carbon neutral, zero energy, and zero emission design into professional architecture programs.

The 2010 Education Resource Initiative is a set of design resources and tools supporting expertise in traditional architecture programs, and providing continuing education for professionals in practice. The initiative is divided into components of reformed design studio curriculum and online learning resources.

Design studios tend to be central in architectural curricula. Active engagement of the studio curriculum is a key strategy for creating a generation of architects capable of addressing the climate crisis. Design studio curriculum reform is led by James Wasley of the University of Wisconsin at Milwaukee, who is working with groups of studio professors to complete prototypical carbon neutral studios during the 2007/2008 academic year. A conference and publication of findings is scheduled for late 2008.

Faculty members and schools who wish to pursue sustainable and carbon neutral design need substantial expertise, resources, and examples of successful curriculum. Terri Meyer Boake at the University of Waterloo and Chris Theis from Louisiana State University are leading the development of a series of online learning resources.

The initiative is broadly supported by the SBSE, which is a U.S.-based international association of university educators and practitioners in archi-

Des efforts ont été investis dans le développement et dans la diffusion de ressources et d'outils nécessaires à l'intégration des notions de design neutre en carbone, c'est-à-dire des directives pour concevoir des projets à zéro énergie et zéro émission dans les ateliers de conception du programme professionnel d'architecture.

2010 Education Resource Initiative consiste en un ensemble de ressources et d'outils de conception pour appuyer l'expertise dans les programmes architecturaux traditionnels et pour la formation continue des professionnels. Ce projet est composé d'ateliers de conception réformés d'outils d'apprentissage en ligne.

Les ateliers représentent l'élément central dans le programme d'études en architecture. L'atelier engagé du point de vue écologique est une stratégie essentielle à la formation d'une nouvelle génération d'architectes capables d'affronter la crise énergétique. La réforme du programme d'architecture est dirigée par James Wasley de l'Université de Wisconsin, à Milwaukee. Il travaille en collaboration avec des tuteurs sur un projet pilote d'atelier de conception à bilan carbone neutre. Ce projet sera testé en milieu académique lors de l'année scolaire 2007-2008. Une conférence ainsi qu'une publication présenteront les résultats vers la fin de 2008.

Les universités et les enseignants qui désirent incorporer de tels ateliers de conception à leur programme doivent se référer à des personnes ressources ayant cette expertise ainsi qu'à des exemples concrets d'ateliers réussis portant sur le développement durable ou sur les notions de design neutre en carbone. Les professeurs Terri Meyer Boake de l'Université de

lecture and related disciplines who support and promote excellence in the teaching of design, environmental science, and building technologies. The SBSE recognizes that design education and practice are rapidly evolving in response to the growing awareness of serious environmental issues. New environmental building techniques require parallel innovations in teaching. The SBSE promotes this innovation through shared information and peer review. The exchange of teaching ideas, materials, techniques, and new educational processes are critical contributions that the SBSE makes to architectural education.

ONLINE SUSTAINABLE DESIGN LEARNING

Online resources can fill existing gaps in available expertise at academic institutions as well as in the profession, and can also encourage a wide geographic range of participation in the project. Online resources currently in development are intended to provide free, independent learning, and to provide flexibility for instructor modification and adaptation into academic courses. Media will include powerpoint and podcast formats. Websites maintained by individual schools contain cross-linked information, serving as portals to wide ranges of information organized to suit levels of student development.

Waterloo et Chris Theis de Louisiana State University dirigent le développement d'une série de ressources d'apprentissage accessibles en ligne. Cette initiative est fortement encouragée par les membres de la SBSE. La SBSE est une association internationale de professeurs universitaires et de professionnels provenant du domaine de l'architecture et de disciplines connexes. Cette organisation, établie au États-Unis, appuie et promeut l'excellence dans l'enseignement du design, des sciences environnementales et des technologies du bâtiment. La SBSE soutient que l'éducation et la pratique en matière de design évoluent à une vitesse fulgurante pour répondre aux problèmes environnementaux. Elle croit fermement que les innovations écologiques apportées aux techniques de construction doivent être supportées par des réformes en enseignement. L'échange d'idées sur les techniques d'enseignement, les outils d'apprentissage, et les nouveaux procédés environnementaux sont des contributions majeures apportées par le SBSE à l'éducation architecturale.

RESSOURCES EN LIGNE DISPONIBLES POUR LA CONCEPTION ÉCOLOGIQUE ET DURABLE

Les ressources en ligne comblent les lacunes d'apprentissage présentes dans les milieux académiques et professionnels. Elles permettent aussi une diffusion d'information plus étendue, autrement limitée par des contraintes géographiques. Ces ressources, continuellement mises à jour, incitent l'apprentissage individuel, mais peuvent être adaptées dans le cadre d'un cours, sous forme de diaporamas PowerPoint et de fichiers audio. Les sites

A. INTRODUCTORY MODULES:

In order to be able to design to zero energy and zero emission targets, a series of modules are being created to introduce basic foundation concepts of passive and sustainable design. Subjects include:

- Introduction to Sustainable Design Thinking – Global Warming
- Climate and Human Comfort/Vernacular Design
- Bio-climatic Site Design: Understanding Microclimate
- Site Design Fundamentals
- Solar Geometry and Shading
- Passive Heating and Cooling
- Daylighting – Basic Principles and Applications
- Water and Landscapes
- Energy-Efficient Active Systems
- Building Performance Evaluation

B. INTERMEDIATE MODULES:

This set of modules looks at the application of passive and sustainable principles to architecture, rating systems, and a range of topics intended to allow the user to become more familiar with zero carbon and zero energy ideas:

Web de différentes écoles tissent entre elles des hyperliens et deviennent de véritables portails d'information qui conviennent aux différents niveaux académiques.

A. LES MODULES D'INTRODUCTION

Afin de concevoir des projets qui respecteraient les objectifs de zéro énergie et zéro émission, une série de modules ont été créés pour introduire les concepts de base des systèmes passifs et du développement durable. Les sujets sont variés:

- Introduction à la philosophie du développement durable et au réchauffement de la planète
- Le confort des individus en fonction du climat/L'architecture vernaculaire
- Le développement de l'architecture bio-climatique: comprendre le microclimat
- Les concepts de base du choix de l'emplacement
- La géométrie du parcours solaire et les dispositifs d'ombrage
- Les systèmes passifs de chauffage et de refroidissement
- L'éclairage naturel: les principes de base et applications
- L'eau et l'aménagement paysager
- Les systèmes mécaniques à haute efficacité énergétique
- L'évaluation de la performance énergétique des bâtiments

- Green Building Rating Systems: LEED™, Green Globes, Athena
- The Economics of Green Building: Verifying and Marketing High-Performance Buildings
- Zero carbon – Practical strategies
- Zero energy – Practical strategies
- *Cradle to Cradle*² and design for deconstruction principles
- Introduction to Computer Assisted Energy Efficient/Green Design
- Building Performance Modelling

C. ACCOMPANYING RESOURCES:

Substantial resources are currently in development by partner organizations. The online repository will include links and active connections to related resources that complement the content and focus of the material. Additional modules will be added to the resource, including work by the Carbon Neutral Studio Study Group. Sample projects and study and teaching materials and outlines will be published.

D. PROJECT MODULES:

This module responds to the knowledge that hands-on learning enhances education. A set of downloadable projects will be developed to complement the more lecture-based modules. These are derived from the

B. LES MODULES INTERMÉDIAIRES

Ces modules expliquent les systèmes passifs, les principes du développement durable qui s'appliquent à l'architecture, les systèmes d'évaluation disponibles et autres sujets connexes qui permettront aux usagers de se familiariser avec les principes des programmes d'élimination de gaz à effets de serre et du zéro énergie:

- Les systèmes d'évaluation du bâtiment durable: LEED^{MD}, Green Globes, Athena
- Les théories économiques du bâtiment durable: vérification et commercialisation de bâtiments à haute performance
- Les stratégies concrètes pour l'élimination des gaz à effets de serre
- Les stratégies concrètes pour atteindre le zéro énergie
- *Cradle to Cradle*² et principes pour le design démontable
- Introduction à la conception assistée par ordinateur pour des bâtiments durables et à haute efficacité énergétique
- Simulation de la performance énergétique des bâtiments

C. RESSOURCES ADDITIONNELLES

Des ressources importantes sont en voie de développement par des organisations affiliées. Toute cette information sera présentée dans une

experience and curricular resources of SBSE members, and are targeted to address the application and testing of concepts.

E. GREEN / CARBON NEUTRAL STUDIO MODULES:

Concepts need thorough testing in the setting of full building design projects. Drawing from the experience of SBSE members who have conducted successful 'Green Studios', modules are being developed that provide instructors with tailored guides to conducting such studios. These are aimed at the NAAB requirement of the Comprehensive Building Design Studio. Samples will be included from successful studios given at varying degree levels and with a range of building types and complexity. These modules incorporate:

- High-performance design as the focus of an architectural project
- LEED™ as a design tool – designing to Gold, Platinum, certification or beyond
- Carbon neutral design
- Zero energy design
- *Cradle to Cradle* – design for deconstruction
- Applications of energy related software (such as Ecotect, Energy Scheming, Energy-10, etc.)

base de données accessible en ligne qui dirigera les usagers vers des liens d'information complémentaire. Des modules supplémentaires incluant le travail effectué par un groupe de recherche sur les conceptions à bilan neutre en carbone, des échantillons de projets, des résultats de recherches et du matériel didactique seront aussi disponibles.

D. MODULES DE PROJETS

Ce module préconise l'idée que la formation pratique perfectionne l'éducation. De ce fait, une suite de projets téléchargeables sera créée pour appuyer les modules, davantage axés sur les cours magistraux. Ces projets seront dérivés des expériences pratiques et des ressources didactiques des membres du SBSE et seront utilisés afin d'éprouver les concepts proposés.

E. LIGNES DIRECTRICES POUR LES ATELIERS DE CONCEPTION ÉCOLOGIQUE/ À BILAN NEUTRE EN CARBONE

Les notions doivent être éprouvées rigoureusement dans le contexte de projets de conception de bâtiments. Puisant dans l'expérience des membres de SBSE qui ont dirigé avec succès des ateliers sur le développement durable, des modules sont en cours de développement pour fournir aux enseignants certains principes directeurs. Ces guides répondent aux exigences du National Architectural Accrediting Board (NAAB) quant au cours de conception compréhensive des bâtiments. Ces modules comprendront des exemples d'immeubles de différentes typologies et degrés

APPLIED ENVIRONMENTAL CURRICULUM

The Online Learning Web Project builds upon existing lectures and presentations that form a core of required courses. In an existing model, environmental curriculum forms an integral part of a Pre-Professional Co-operative Education degree and involves a series of core courses in environmental design that introduce key ideas early in the student's career.³

Within this model, an introductory course, Introduction to Environmental Design, is given in the second half of students' first year and runs alongside other technical courses in building construction that also reinforce environmentally directed content. This course introduces the basic concepts of climate-based design, microclimate, solar geometry, and passive heating and cooling. The second course, Environmental Building Design, occurs in the first part of the second year term. Here environmental rating assessment systems, such as LEED™ and Green Globes, are surveyed. The students conduct a large amount of exploratory case study research to see how the various sustainable strategies have been incorporated into successful examples. The focus of the term project is the creation of a LEED™ Platinum building, which asks students to comprehensively apply sustainable criteria to a design project and evaluate success against the LEED™ model. Students are given an elective opportunity in their second year to look more closely at the environmental aspects of product design in the specialized course: Digital Tools for Graphic and Industrial Design. Students then focus on issues of durability and envelope design

de complexité, provenant de studios de différents niveaux académiques. Ces modules incluront:

- Une emphase sur la haute performance du bâtiment dans la conception d'un projet architectural
- L'utilisation du programme LEED™ comme outil de conception et de référence pour atteindre, voire dépasser, les exigences des niveaux de certification Or et Platine
- Une conception à neutre en carbone
- Une conception zéro énergie
- *Cradle to Cradle* – concevoir un design démontable
- L'utilisation des logiciels qui incitent à l'efficacité énergétique tels que Ecotect, Energy Scheming, Energy-10, et autres

LE PROGRAMME ENVIRONNEMENTAL APPLIQUÉ

Le Online Learning Web Project est basé sur les conférences et les présentations utilisées dans les cours obligatoires. Le programme d'études environnemental forme une partie intégrale du diplôme de l'éducation coopérative préprofessionnel et intègre des cours obligatoires qui présentent des notions clés tôt dans le cursus.³

Le cours d'initiation du programme s'intitule Introduction to Environmental Design (Introduction à la conception environnementale). Il est donné à la deuxième moitié de la première année d'études. Ce cours est complété par des cours techniques reliés à la construction

in a third year core course, Building Science. The terminal project in the undergraduate degree, given in the second half of the fourth year is the Comprehensive Building Design Studio. A requirement studio is to design a complex building type to a LEED™ Gold standard, and to provide annotation and documentation in the students' required technical reports to justify these claims. This coursework stream is supported by a deep archive of architectural case studies focused on sustainable Canadian buildings.⁴

COMPREHENSIVE DESIGN CHALLENGE: EARLY INTEGRATIVE DESIGN PEDAGOGY

Educators need to work comprehensively, considering professional development as a long-term process. A detailed example of this comprehensive approach is a new design course titled 'Digital Tools for Industrial and Graphic Design'. The course includes ecological, economic, and social considerations. This course lays foundations for beginner design students to grasp synergies in creating a plausible design, and it outlines impacts of design ranging from simple examples, such as a can of soda, to complex buildings.

Sustainability is not solely an ecological consideration. Designers need to be held accountable for economic and social implications. A range of analysis tools are included: global standards in life cycle and energy analyses including LEED™, Ecological footprints, United Nations' Life

et davantage axés sur un contenu environnemental. Ce cours présente les concepts de base de la conception climatique, du microclimat, la géométrie du parcours solaire et des systèmes de chauffage et de ventilation passifs. Le second cours, intitulé Environmental Building Design (Conception environnementale de bâtiments), est donné au premier semestre de la deuxième année. Il incite les étudiants à examiner les systèmes d'évaluation environnementaux LEED^{MD} et Green Globes. Les étudiants sont encouragés à faire plusieurs études de cas qui ont incorporé avec succès des techniques de développement durable. Ces recherches sont faites pour mener les élèves à la réalisation d'un bâtiment LEED^{MD} Platine en appliquant de manière concrète les notions étudiées. Ils doivent également comparer leur projet de session à un modèle témoin LEED^{MD}.

Au cours de leur deuxième année, les étudiants ont aussi l'occasion de suivre un cours optionnel spécialisé: Digital Tools for Graphic and Industrial Design (Les outils numériques pour le design industriel et graphique). Ce cours analyse les aspects environnementaux reliés à la conception de produits. Les étudiants se penchent ensuite sur les problématiques du développement durable et de la conception de l'enveloppe thermique dans le cours obligatoire de troisième année, Building Science (Science du bâtiment). Le projet final du baccalauréat, réalisé au deuxième semestre de la quatrième année, est Comprehensive Building Design Studio (l'Atelier de conception compréhensive du bâtiment). Le bâtiment conçu doit répondre aux standards de LEED^{MD} niveau Or. L'étudiant doit aussi fournir la

Cycle Management Programme; basic costing including full cost accounting and public economic benefits; and social welfare such as Global Reporting Initiative's sustainability reporting guidelines and ecoBudget. Students gain insights into the impact of design decisions by measuring their designs with these tools. A final stage in this introductory course is the comprehensive analysis of a studio project that combines ecological, economic, social and cultural considerations.

The projects that are reviewed by design students range from clothing and utensils to innovations such as public blogging devices and paperless sketchpads. A personal scale is emphasized, encouraging focus on individual components and materiality. Students must also become acutely aware of finer details including assembly and ergonomics.

Considering ecology, students have developed life cycle analyses examining material and energy inputs and outputs in creation, use, and disposal. Social sustainability has been addressed by metrics as outlined by the Global Reporting Initiative Sustainability Reporting such as the ethical sourcing of resources and labour, packaging, and compliance with marketing communications.⁵ Economic considerations such as price point, manufacturing, and transportation costs were also raised in the development of products. Working on this project, students develop an understanding of the correlations between economic, environmental, and social sustainability. Though many design decisions impacted more than one

documentation nécessaire, pour justifier les crédits obtenus. Ce cours est basé sur une profonde recherche de précédents architecturaux avec une emphase sur les bâtiments écologiques construits au Canada.⁴

APPLICATION DE LA CONCEPTION INTÉGRÉE EN PÉDAGOGIE

Le développement professionnel des étudiants est un processus qui s'étale sur de nombreuses années, ce qui justifie un encadrement compréhensif de la part de l'enseignant. Le cours de conception intitulé «Les outils numériques pour le design industriel et graphique» est un bon exemple de cette approche compréhensive, car il englobe des notions écologiques, économiques et sociales. Les nouveaux étudiants sont appelés à définir l'interrelation entre ces facteurs pour arriver à la conception d'un produit complet et réaliste. À cette fin, le cours emploie plusieurs exemples d'objets allant du plus simple, comme une canette de soda, au plus complexe, dont les bâtiments.

Le développement durable ne se limite pas à des considérations écologiques puisque les concepteurs doivent aussi reconnaître les conséquences économiques et sociales de leurs projets. Il existe une gamme d'outils qui permettent d'analyser et de guider les choix des designers. Les guides tels que LEED^{MD}, Ecological footprints et le Programme de gestion de cycle de vie des Nations Unies, proposent des standards de durée de vie et des références en matière d'efficacité énergétique des bâtiments. À ceci s'ajoute la comptabilisation des coûts de base ainsi que du coût complet, sans oublier les bénéfices économiques et sociaux rapportés par Global

facet of the triple bottom line (TBL)⁶, students were able to articulate the overlap in many of their design decisions. For example decisions to manufacture locally and leverage online retail have both economic and environmental benefits, which students were asked explain. The elimination of costs associated with shelf and storage space, combined with the online global marketplace, are considerations students made in designing their products. Unlike typical design projects that focus on the end product, students here expand their scope of consideration and gain a substantial grasp of the implications of their decisions.

Curricula sensitive to sustainability cannot remain an autonomous component of any modern design program. Given the pedagogical objectives outlined by the 2010 Imperative, it is vital for educators to go beyond simply presenting environmental, technical, and design material; they must integrate this knowledge into action. The process must commence at the early stages of design education in order to be effective. The coursework described here represents work in progress.

The challenge to reach zero carbon goals by the year 2030, with extensive reductions in carbon cycle outputs to be assessed in the year 2010,⁷ requires serious changes in the way that buildings are designed, even going substantially beyond current goals of many sustainable design certification and benchmarking tools. Positive outcomes will only be possible if designers and consultants engage in an integrated approach to

Reporting Initiative et l'ecoBudget. Ces programmes aident les étudiants à évaluer l'impact des décisions de design sur leur projet. Comme évaluation finale, le cours exige une analyse approfondie d'un projet réalisé en studio qui regrouperait tous ces facteurs écologiques, économiques et sociaux.

Les propositions déposées varient énormément, des vêtements aux ustensiles en passant par les innovations technologiques telles que le blogage sur Internet ou les blocs notes électroniques. Les étudiants sont encouragés à adopter une approche personnelle pour examiner plus en profondeur les composantes individuelles et la nature matérielle de l'objet, sans oublier son assemblage et son ergonomie.

Les élèves ont donc analysé le cycle de vie de leur produit en prenant en considération les matériaux utilisés et l'énergie intrinsèque de l'objet pour répondre au critère écologique. L'aspect social du développement durable est examiné selon les lignes directrices mentionnées dans le Guide du développement social de Global Reporting Initiative. Ce guide définit l'approvisionnement éthique des ressources, la main-d'œuvre, l'emballage et la conformité aux exigences de communications et de commercialisation.⁵ À tout ceci s'ajoutent les considérations économiques comme le prix, le coût de production et le choix du mode de transport établis lors du développement des produits. La production locale et la vente en ligne comportent de nombreux avantages que les étudiants doivent tous justifier. Dans le cas des ventes en ligne, les coûts liés au rayonnement ou à l'entreposage en magasin sont complètement éliminés, sans parler des bénéfices de vente reliés à sa présence sur un marché mondiale. Tous ces facteurs se chevauchent et leurs interrelations sont examinées par les étudiants afin de favoriser la prise

building design to achieve the synergies required to reduce the impact of buildings on the environment.

The thrust behind this project lies in a firm belief that learning methods and subject matter in the architectural curriculum must undergo significant change if we are to meet sustainable design criteria and carbon emission goals. High-quality online teaching resources may broadly help to accelerate progress towards 2030 goals. The Solar Decathlon project will offer substantial, practical opportunities to apply this curriculum.

de décisions réfléchies. Contrairement aux ateliers de conception typiques, le cheminement du produit est plus important que le produit final pour amener les étudiants à comprendre les conséquences de leurs choix.

Désormais, le développement durable représente une tendance prépondérante qui doit être davantage intégrée aux programmes de design. Afin d'atteindre les objectifs définis par l'Impératif 2010, les enseignants doivent absolument incorporer des projets concrets dans leur programme et ne doivent plus se limiter à la théorie environnementale, technique ou conceptuelle. Pour être efficace, ce processus doit être appliqué dès le début de la formation. La matière scolaire présentée dans ce document démontre le travail accompli dans l'éducation et son besoin constant d'évolution.

Le défi d'éliminer les émissions de gaz carbonique pour l'an 2030, dont les objectifs seront réévalués en 2010,⁷ requiert des changements majeurs dans la manière de concevoir les bâtiments. Pour atteindre ces objectifs, nous devons même dépasser les standards suggérés par les divers programmes d'accréditation et les documents de référence du bâtiment durable. Pour ce faire, les designers et consultants doivent absolument adopter l'approche de la conception intégrée qui permet de créer les synergies nécessaires afin de réduire les impacts d'un immeuble sur l'environnement.

Notre projet se base sur la profonde conviction que le programme d'étude d'architecture doit évoluer si on espère atteindre les objectifs posés par le mouvement du développement durable et éliminer les émissions de carbone. Les renseignements scolaires disponibles en ligne complètent et accélèrent certainement le progrès pour atteindre ces objectifs, fixés pour l'an 2030. Notre participation à la compétition du Décathlon solaire permettra donc l'application concrète des principes fondamentaux qui sont enseignés dans ce programme d'étude.

1 www.architecture2030.org

2 McDonough, William, Michael Braungart. *Cradle to Cradle* (New York: North Point Press. 2002)

3 This model and the following *Comprehensive Design Challenge* course is taken from existing curriculum at the School of Architecture, University of Waterloo
Ce modèle et le cours *Comprehensive Design Challenge* (Le défi du design compréhensif) présentés ici ont été tirés du programme d'études existant de l'École d'architecture de l'Université Waterloo.

4 www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/684_sust.html

5 Global Reporting Initiative. 'Product Responsibility | Performance Indicators'. G3 Guidelines: Product Responsibility (Dec. 30, 2007) www.globalreporting.org

6 The triple bottom line (TBL) is a stakeholder decision-making approach that encourages sensitivities to the social, economic, and environmental impacts of any given project.

7 www.architecture2030.org

TEAM CREDITS | MEMBRES PARTICIPANTS

University of Waterloo—Faculty of Engineering Département de génie

Geoffrey Thün, MUD, BArch, BES, BA(Soc), LEED™ AP
Assistant Professor, School of Architecture

Philip Beesley, MRAIC, OAA, BArch, Dip.Tech, BFA
Associate Professor, School of Architecture

Kathy Velikov, OAA, BArch, BES, MA, LEED™ AP
Assistant Professor, School of Architecture

Michael Collins, PhD, MSc, BEng
Associate Professor, Dept. of Mechanical and Mechatronics Engineering

Siva Sivoththaman, PhD
Professor of Electrical and Computer Engineering

John Straube, PhD, MASc, BAsC(Eng), PEng
Assistant Professor, School of Architecture

John Wright, PhD, PEng
Professor, Dept. of Mechanical and Mechatronics Engineering

Thomas Seebohm, OAA, PhD, BArch, MArch, MSc
Associate Professor, School of Architecture

Terri Meyer Boake, BArch, BES, MArch, LEED™ AP
Associate Professor, School of Architecture

Vincent Hui, BES, MArch, CUT, MBA candidate
Adjunct Professor, School of Architecture

Lauren Barhydt, MArch candidate, Team Director

Scott Barker, MArch candidate

Eric Bury, BES, BArch

Andrew Haydon, MArch candidate

Hayley Isaacs, BES, MArch

Natalie Jackson, MArch candidate

Laura Knap, MArch candidate

Ivan Lee, MASC candidate

Bart Lomanowski, MASC candidate

Farid Noufaily, BES, MArch

Matthew Peddie, BAS candidate

Spencer Rand, MArch candidate

Amir Shahrokhi, BArch

Matt Storus, BAS

Sonja Storey-Fleming, BAS candidate

Ryerson University—Faculty of Engineering and Architectural Science
Département de génie et département des sciences
de l'architecture

Mark Gorgolewski, PhD, MArch, LEED™AP
Associate Professor, Dept. of Architectural Science

Alan Fung, PhD, PEng
Associate Professor, Dept. of Mechanical and Industrial Engineering

Miljana Horvat, PhD, MArch
Dept. of Architectural Science

Vera Straka, PEng, MSc
Associate Professor, Dept. of Architectural Science

David Naylor, PhD, PEng
Professor, Dept. of Mechanical and Industrial Engineering

Bin Wu, PhD, PEng, MSc
Professor, Dept. of Electrical Engineering

Wey Leong, PhD, PEng, MSc
Professor, Dept. of Mechanical and Industrial Engineering

Michael Brooks, PhD, LLB, LLM, MBA, BES
Adjunct Professor, Ted Rogers School of Business Management

Judith Dimitriu, PEng, MSc
Dept. of Mechanical and Industrial Engineering

Hitesh Doshi, PEng, MSc
Dept. of Architectural Science

Ian MacBurnie, PhD, MArch
Dept. of Architectural Science

Colin Ripley, MArch, BSc
Dept. of Architectural Science

Mila Aleksic, MArch candidate

Robert Coelho, MArch candidate

Anna Cuciureanu, MArch candidate

Joe Dhanjal, MArch candidate, Team Director

Roman Pevcevicius, MArch candidate

Farzin M. Rad, PEng, MASc candidate, Mech. Eng.

Damian Rogers, MSc, PhD candidate, Mech. Eng.

Omar Siddiqui, MSc candidate, Mech. Eng.

Humphrey Tse, MSc candidate, Mech. Eng.

Neil White, MArch candidate

Dahai Zhang, MASc, PhD candidate, Mech. Eng.

Simon Fraser University—School of Interactive Arts & Technology
École des arts et de la technologie Interactifs

Robert F. Woodbury, BArch, MSc, PhD
Professor, School of Interactive Arts & Technology

Ron Wakkary, MPhil, MFA, BFA
Associate Professor, School of Interactive Arts & Technology

Davis Marques, MSc, BArch, Dip.Tech, PhD candidate
School of Interactive Arts & Technology

Jason Boileau, BSc, MA Candidate

Jin Fan, BSc student

Simon Kwok, BSc student

Kevin Muise, BDes, MA Candidate

Christine Poh, BSc student

Roham Skeikholeslami, MArch, MSc candidate

Karen Tanenbaum, MA Comp Linguistics, PhD Candidate

Team North Advisory Board | Conseil consultatif de l'Équipe Nordique

Robert F. Woodbury, PhD, Chair
Scientific Director, Canadian Design Research Network (CDRN)

Simon Jones
2007 SD Team Montreal

Steve Lee, AIA
Prof. Architecture Carnegie Mellon University (SD 2002, 2005, 2007)

Thomas Mueller
President: Canada Green Building Council (CaGBC)

Hugues Rivard, PhD
École de Technologie Supérieure / 2007 SD Team Montreal

Marc Simmons
Partner: Front Inc. NYC, Building Envelope Specialist

James Timberlake, FAIA
Partner: Kieran Timberlake Assoc., Author: Refabricating Architecture

IMAGE CREDITS CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

FRONT END | PREMIÈRES PAGES

Cover *North House Elevation*, Team North (2008)
Preface *Winter Heavens*, Peter Unterweger (2006)
Contents *Polar Bear on Ice in Svalbard*, Lin Witte (2005)

INTRODUCTION

1 Kaye Evans-Lutterodt/Solar Decathlon (2007)
2–6 Team North (2008)

DESIGN

2–7 Team North (2008)

TECHNOLOGIES

2 Joanna Rosval (2007)
6 Team North (2008)
7–8 Michael Collins/Bart Lewinsky
12 Geoffrey Thün (2007)
13–14 Dr. Siva Sivoththaman
15–20 Geoffrey Thün (2007)
19 Joanna Rosval (2007)

TEAM | ÉQUIPE

1–4 Team North (2008)

PREFABRICATED SOLAR FUTURES UN FUTUR SOLAIRE PRÉFABRIQUÉ

2 Frank Schott Photographie
6 Courtesy of The Boeing Company
8 Mark Anderson and Peter Anderson (2002)
10 Frank Schott Photographie
16 Ignacio Martinez (photographer), Johannes Kaufmann Architektur
18 Joanna Rosval (2007)

PUBLICATION CREDITS | CRÉDITS

Director	Philip Beesley
Manager & Art Director	Hayley Isaacs
Editors	Geoffrey Thün Philip Beesley Kathy Velikov Robert F. Woodbury
Translation & Coordination	Anna Rocki Audrey Laberge Sonja Storey-Fleming Isabelle Vallières
Copy Editing (English)	Megan Dalley
Copy Editing (French)	Sophie Mankowski Philippe Axelsen
Illustrations & Models	Eric Bury Amir Shahrokhi
Contributors	Michael Collins Alan Fung Mark Gorgolewski Vincent Hui Davis Marquez Terri Meyer Boake Ron Wakkary Ryerson Team North Simon Fraser Team North Waterloo Team North

References

Citation for the above:

Beesley, Philip, Kathy Velikov, Geoffrey Thün, and Robert F. Woodbury, eds. *North House: Team North entry to the Solar Decathlon 2009*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2008. Print.

For further reading:

Beesley, Philip. "Dissipative Models: Notes toward Design Method." *Paradigms in Computing: Making, Machines and Models for Design Agency in Architecture*. Ed. David Gerber et al. New York: eVolo, 2014. Print.

Beesley, Philip, ed. *Near-Living Architecture: Work in Progress from the Hylozoic Ground Collaboration 2011-2014*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2014. Print.

Beesley, Philip, and R.J. van Pelt, eds. *For Rick Haldenby*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2013. Print.

Beesley, Philip. *Sibyl: Projects 2010-2012*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2012. Print.

Beesley, Philip, ed. *Living Cities: Vision and Method*. Cambridge: Resource Positive Architecture and Waterloo Architecture, 2011. Print.

Beesley, Philip. *Hylozoic Ground: Liminal Responsive Architectures*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2010. Print.

Beesley, Philip, and Omar Khan, eds. *Responsive Architecture/Performing Instruments*. New York: The Architectural League of New York, 2009. Print.

Beesley, Philip, Catherine Molnar, and Paolo Poletto, eds. *Ourtopias*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2008. Print.

Beesley, Philip, ed. *Kinetic Architectures and Geotextiles Installations*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2007 & 2010. Print.

Beesley, Philip, and Oliver Neumann, eds. *FutureWood: Innovation in Building Design and Manufacturing*. Toronto: Riverside Architectural Press, 2007. Print.