

Prototyping Forest Resilience

Oscar Lallier





Honourable Mention, AIA Canada Society

This booklet was developed as part of an M.Arch research project at McGill University, and received an Honourable Mention from the AIA Canada Society in 2026. The edition available here is a low-resolution digital version, archived online as a permanent open-access resource.

A high-quality printed copy exists for those wishing to hold the full work. If you are interested in one, I would love to hear from you.

Mention honorable, AIA Canada Society

Ce livret a été développé dans le cadre d'un projet de recherche de maîtrise en architecture à l'Université McGill, et a reçu une mention honorable de l'AIA Canada Society en 2026. L'édition disponible ici est une version numérique basse résolution, archivée en ligne comme ressource en libre accès permanent.

Une copie imprimée de haute qualité existe pour ceux qui souhaitent lire l'ouvrage dans son intégralité. Si vous êtes intéressé, n'hésitez pas à me contacter.

Author

Oscar Lallier
oscar.lallier@gmail.com
+1—5144310248

Education

SLA, Collège de Maisonneuve (2021)
B. Sc. Arch., Université de Montréal (2024)
M. Arch., McGill University (2026)

Advising

Michael Jemtrud
676 Advanced Architectural Design
683 Directed Research Project

Printing

ISBN (Print) 978-2-9820060-1-0
Layout and design by Oscar Lallier
Self-printed copy (1) by Oscar Lallier

Macdonald—Harrington Building

815 Sherbrooke Street West
Montreal, QC H3A 0C2 Canada
+1—5143986700

McGill University

Faculty of Engineering
Peter Guo-Hua Fu School of Architecture
Professional Master of Architecture

Prototyping Forest Resilience

Synchronizing Forests and Architecture

The McGill School of Architecture is located in Tiohtià:ke, also known as Montreal, the traditional territory of the Kanien'kehá:ka. This land has long been a place of meeting and exchange for many Indigenous peoples, including the Haudenosaunee and Anishinaabeg nations.

I acknowledge and thank the Indigenous communities who continue to care for these lands, forests and waters. As architects in training and in practice, we recognize our responsibility to reflect this respect in how we learn, design, and build.

L'École d'architecture de l'Université McGill est située à Tiohtià:ke, aussi connue sous le nom de Montréal, sur le territoire traditionnel de la nation Kanien'kehá:ka.

Cet endroit est depuis longtemps un lieu de rencontre et d'échange pour de nombreux premiers peuples, dont les nations Haudenosaunee et Anishinaabeg.

Je reconnais et remercie les premiers peuples qui prennent soin de ces terres, de ces forêts et de ces eaux, et en tant qu'architectes en formation et en pratique, nous reconnaissons

notre responsabilité de faire refléter ce respect dans nos façons d'apprendre, de designer et de bâtir.

Land Acknowledgement

Table of Contents

Introduction

This chapter outlines the research context, objectives, and methodological framework guiding the project. It situates the investigation within current discussions on timber construction and forest diversification, introduces the central research questions, and defines the scope and structure of the study. The chapter also presents the conceptual foundations informing the work and establishes the relationship between ecological considerations and architectural design explored throughout the thesis.

12

Trait-Based Filter

Introduces the Trait-Based Filter as a methodological framework for evaluating and comparing Quebec tree species through ecological and biological traits. The chapter establishes the criteria used to identify diversification-suitable species for architectural applications, situating material selection within broader forest resilience, climate adaptation, and species diversification objectives.

This chapter was partly realised within the 627 Research Methods course, also supervised by Michael Jemtrud.

30

Form Studies

This chapter uses hand drawing as a tool for analyzing tree form. It uses repeated observations and graphic studies to familiarize oneself with growth characteristics and patterns, clarifying relationships between biological traits and architectural interpretation through representation.

76

Detail Catalogue

This chapter develops fifteen isometric details across five underused Quebec species: yellow birch, Norway maple, white oak, sugar maple, and American basswood. Using the CMHC Rowhouse 01 as a baseline, it proposes species-specific applications from structural to ornamental, tested against conventional assemblies. It introduces the Colour-as-Species method, encoding ecological provenance directly into technical drawings, and closes with a critical reflection on extraction and the role of prototyping in systemic change.

92

Wall Proposal

This chapter presents a draft wall detail through an exploded isometric drawing, consolidating the successful hygrothermal and ecological logics of the catalogue into a single envelope fragment. Each element selected based on its functional traits: Norway maple at 200mm forms the primary compression wall, yellow birch supplies doweled connections and sheathing from the same stem, white oak studs anchor the ventilated cavity, and rye straw closes the thermal circuit. A mineral clay gasket replaces the membrane at the air interface. The assembly achieves $U=0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$ and $451 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ thermal mass.

158

Life Cycle Assessment

This chapter presents a draft life-cycle assessment (LCA) applied to three timber scenarios: SPF, CLT, and the Trait-Based wall developed in this project.

This chapter was partly realised within the 641 Energy & Environment course, supervised by Dr. Naomi Keena.

170

Prototyping

This chapter presents the prototyping process through visual documentation, recording the material acquisition and construction phases. The photographs capture critical moments from sourcing and cutting the maple structure to applying lime finishes and completing fit-outs. The images reveal the experimental nature of material exploration and the physical transformation of raw wood into architectural components. This visual record serves as both a journal of the making process and an investigation of material behaviors that inform ecological decisions in design.

186

Conclusion

This chapter reflects on the directed project across three registers: the research and prototyping process, the broader societal and pedagogical implications of the work, and the hands-on material findings of the build week. It clearly assesses the three main deliverables, identifies methodological gaps, and situates the project within the larger challenge of forest-building integration in Quebec. Finally, this final chapter closes with directions for eventual research.

256

Appendix

Bibliography



Vieille cabane à sucre (Oil on canvas, 72 x 94.6 cm)

Introduction

Building *with* Trees*

Bâtir *en* arbres

Historical Context

For millennia and across cultures, timber was a primary material for everything from everyday tools and dwellings to sacred structures. ^{Reber, 2003} Tools, timber frames and nomadic shelters, and intricate carpentry traditions embedded species-specific choices, joinery, and long-term maintenance into local cultures, where ancestral knowledge of how wood species behaved was transmitted through apprenticeships rather than abstract material tables. ^{Collin, 2024} In pre-industrial contexts, wood was not an aesthetic preference but an extraordinary resource for building, heating and cooking.

When European colonisers ported in North America, they carried existing construction logics and imposed them onto vastly different forests, ecological landscapes and cultures, relying on abundant local species to build houses, barns, and early infrastructures long before steel or reinforced concrete were widely available. This substantial reliance on forests as a construction resource led Canada and the United States to develop as historically lumber-intensive building cultures, with a strong emphasis on rural-oriented expansion. ^{Moss et al., 2020} Even with later industrialization introducing new materials and systems, the fundamental dependency on wood remains a defining feature

*This chapter was initially titled "Building with Wood".

Contexte historique

Pendant des millénaires et dans toutes les cultures, le bois a été un matériau de base pour tout, des outils quotidiens et des habitations aux structures sacrées. ^{Reber, 2003} Les outils, les charpentes en bois, les abris nomades et les menuiseries complexes ont engendré, au sein des cultures locales, des préférences spécifiques pour certaines essences, des techniques d'assemblage sophistiquées et des pratiques d'entretien pérennes. Ces pratiques reposaient sur la transmission orale des connaissances ancestrales relatives aux propriétés des essences de bois, privilégiant ainsi l'apprentissage pratique à l'utilisation de représentations abstraites. ^{Collin, 2024} Dans les contextes préindustriels, le bois n'était pas un choix esthétique, mais une ressource extraordinaire pour la construction, le chauffage et la cuisson.

À l'arrivée des colonisateurs européens en Amérique du Nord, ces derniers ont transposé leurs pratiques constructives préexistantes à des forêts, des paysages écologiques et des cultures radicalement différents. Ils ont exploité les espèces locales abondantes pour la construction de résidences, de granges et de leurs premières infrastructures, bien avant la généralisation de l'acier ou du béton armé. Cette forte dépendance aux ressources forestières a engendré au Canada et aux États-Unis le développement de cultures de construction historiquement intensives en bois, caractérisées par une expansion rurale significative. ^{Moss et al., 2020} Malgré



Log-cutting in the Woods (Oil on canvas, 45.7 x 61 cm)

Watson, Homer (1894)

of our contexts. In the nineteenth and twentieth centuries, unlike Europe, post-colonial North American societies collectively adopted the more time-efficient and economical light framing model, alternatively known as stick framing or balloon framing: Instead of substantial, carefully joined wood members, buildings came to rely on repetitive, small normative studs and joists nailed together. It was all supported by the hasty expansion of sawmills and the advent of metal fasteners. ^{Donohue, 2004} This system offered clear advantages for a growing coloniser society. Light framing could be taught quickly, built rapidly by

l'introduction de matériaux et de systèmes novateurs par l'industrialisation ultérieure, la dépendance intrinsèque au bois demeure un attribut fondamental de nos environnements. Au cours des XIX^e et XX^e siècles, contrairement à l'Europe, les sociétés nord-américaines postcoloniales ont collectivement adopté le modèle de charpente légère, plus rapide et plus économique, également désigné sous les termes de charpente à ossature ou de charpente à ballons. Ce modèle se caractérise par l'utilisation de petits montants et solives normatifs répétitifs, assemblés par clouage, en lieu et place d'éléments en bois massifs et minutieusement assemblés. L'expansion



Coin de mon village, Arthabaska (Oil on canvas, 62 x 87.5 cm)

Suzor-Côté, Marc-Aurèle de Foy (1911)

small crews, and adapted to a wide range of building typologies, which made it ideal for the large-scale suburban expansion that followed. Defebaugh, 1906 Over time, this essentially locked the North American construction industry into a narrow palette of dimensional softwood products, entrenching both the dominance of species such as spruce, pine, and fir (SPF) and the cultural association of timber construction with thin, repetitive framing rather than more diverse or massive structures. Throughout the twentieth century, architectural innovation became closely associated with steel, concrete and plastics.

rapide des scieries et l'avènement des fixations métalliques ont rendu possible cette évolution. Donahue, 2024 Ce système a présenté des avantages indéniables pour une société colonisatrice en pleine expansion. La construction à ossature légère a été maîtrisée rapidement, mise en œuvre efficacement par de petites équipes et adaptée à une large gamme de typologies architecturales, ce qui l'a rendue particulièrement propice à l'expansion suburbaine à grande échelle qui a suivi. Defebaugh, 1906 Au fil du temps, ce procédé a progressivement confiné l'industrie nord-américaine de la construction à une gamme restreinte de produits en bois résineux

Large-scale infrastructures, high-rise buildings, and modernism were celebrated as expressions of a new technological era, while wood was increasingly seen as a vernacular, rural or temporary material. Kaufmann, 2021

Contemporary Trends

Over the past two decades, however, this situation has begun to shift: concerns about climate change and embodied carbon have renewed interest in timber as a structural material. Engineered wood products such as glulam and cross-laminated timber (CLT), supported by updated fire and structural research, have reopened the possibility of building mid- and high-rise projects in wood. Ferrer et al., 2023 In this context, architecture and construction industries are increasingly expanding their interest in bio-based materials such as wood and related by-products, due to their low processing carbon footprint, renewable nature, and high embodied carbon. Nevertheless, this renewed interest in wood does not automatically resolve the structural weaknesses of the forestry system that supplies it.

Sustainability concerns are leading to a reconsideration of how we source our timber, (Messier et al., 2019) since the building industry has previously favoured a particularly narrow selection of well-established softwood tree species, Osborne et al., 2023 while forest management and industrial extraction continue to favor undiversified silvicultural models that reinforce this material bottleneck. This is especially true for regions such as the Province of Quebec, our studied context, where softwood forests are dominant, particularly in the northern regions: this made Quebec a major timber producer. Softwoods will inevitably remain the primary biogenic material for architecture and building in general, as it is well-suited for construction and easy to work with. Being regular-shaped and

dimensionnels, consolidant ainsi la prédominance d'essences telles que l'épicéa, le pin et le sapin (SPF) et l'association culturelle de la construction en bois à des charpentes minces et répétitives, plutôt qu'à des structures plus diversifiées ou massives. Tout au long du XX^e siècle, l'innovation architecturale s'est étroitement liée à l'acier, au béton et aux plastiques. Les infrastructures à grande échelle, les gratte-ciel et le modernisme ont été célébrés comme les symboles d'une nouvelle ère technologique, tandis que le bois est devenu de plus en plus perçu comme un matériau vernaculaire, rural ou temporaire. Kaufmann, 2021

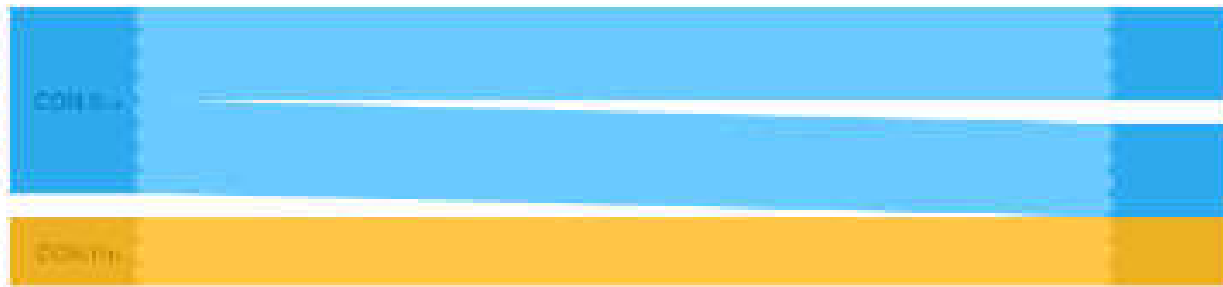
Tendances contemporaines

Au cours des deux dernières décennies, la situation a connu une évolution significative : les préoccupations croissantes relatives au changement climatique et à l'empreinte carbone ont ravivé l'intérêt pour le bois en tant que matériau de construction. Les produits en bois d'ingénierie, tels que le lamellé-collé et le bois lamellé-croisé (CLT), bénéficiant de recherches actualisées sur la résistance au feu et les structures, ont rétabli la faisabilité de la construction de projets de moyenne et grande hauteur en bois. Ferrer et al., 2023 Dans ce contexte, les secteurs de l'architecture et de la construction manifestent un intérêt croissant pour les matériaux biosourcés, notamment le bois et ses dérivés, en raison de leur faible empreinte carbone lors de leur transformation, de leur caractère renouvelable et de leur importante capacité de stockage du carbone. Cependant, ce regain d'intérêt pour le bois ne permet pas de remédier automatiquement aux faiblesses structurelles du système forestier qui assure son approvisionnement.

Les préoccupations relatives à la durabilité incitent à une réévaluation des pratiques d'approvisionnement en bois. Messier et al., 2019 Le secteur du bâtiment a historiquement privilégié une sélection restreinte d'essences de résineux bien établies. Kaufmann, 2021 ; Osborne et al., 2023 Parallèlement, les pratiques de gestion

- Black Pine
- Eastern Hemlock
- Eastern White Pine
- Eastern White Cedar
- Kenya Spruce
- White Spruce
- Red Spruce
- Black Spruce
- Red Pine
- White Pine
- Loblolly Pine

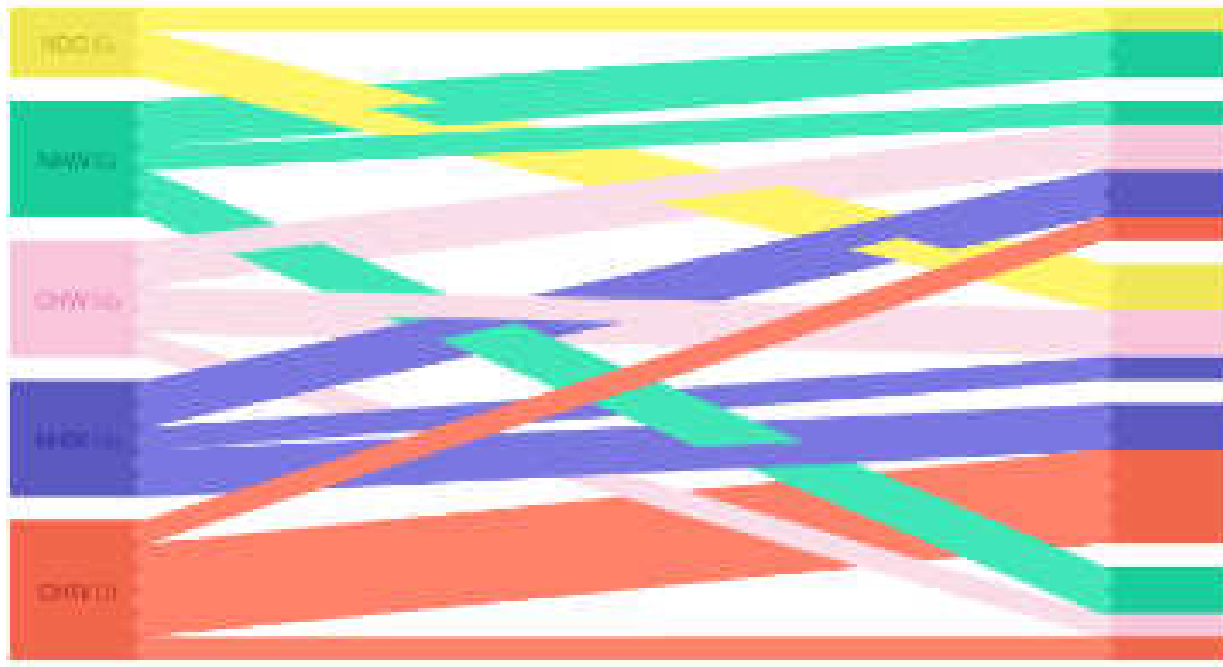
- Maple veneer
- Teak veneers
- Pine veneer
- The corkboards
- Maple veneer
- Plum veneer
- Acacia veneer
- Pine veneer
- Maple veneer
- Pine veneer
- Pine veneer



- 001 Construction lumber
- 002 Construction lumber + paper

- Sassafras
- Reddish Spruce
- Scrubbing Paper
- Black Cherry
- Gray Birch
- Paper Birch
- Willow Birch
- Sweet Birch
- Black Walnut
- White Ash
- Yew Tree
- American Basswood
- White Birch
- Red Maple
- American Elm
- Silver Maple
- Sugar Maple
- American Sycamore
- Red Oak
- White Oak
- Scarlet Oak
- Northern Red Oak
- Black Oak
- Pignut Hickory

- Leaf veneer
- Plum veneers
- Plum veneers
- White veneer
- Dark veneers
- Red veneers
- White veneers
- Light veneers
- White veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers
- Light veneers



- 003 Rough lumber + pulps
- 004 Veneer + instruments + pulps
- 005 Veneer + plywood + stains
- 006 Veneer + veneers + flooring
- 007 Veneer + furniture + flooring

straight-growing typically makes the yields constant. ^{Kaufmann, 2021}

Nevertheless, even if softwoods remain dominant, their dominance definitely has consequences. The central issue is therefore not simply to build with wood, but to diversify the forestry sector that defines which trees can become building materials. This “*bottleneck*” motivates the theoretical background that follows, which frames functional diversity and trait-based selection as a shared pathway to resilience across both forest management and timber construction.

forestière et d’extraction industrielle continuent de privilégier des modèles sylvicoles peu diversifiés, exacerbant ainsi les contraintes d’approvisionnement en matériaux. Ce phénomène est particulièrement marqué dans des régions telles que la province de Québec, objet de notre étude, où les forêts de résineux prédominent, notamment dans les régions nordiques, faisant du Québec un acteur majeur de la production de bois. Il est légitime d’affirmer que les résineux demeureront indubitablement le matériau biogénique prédominant pour l’architecture et la construction en général, en raison de leur aptitude remarquable à la construction et de leur facilité de mise en œuvre. Leur morphologie régulière et leur croissance rectiligne permettent généralement d’obtenir des rendements constants. ^{Kaufmann, 2021}

Toutefois, malgré la prédominance des résineux, celle-ci engendre des conséquences notables. La problématique centrale ne se limite donc pas à la construction en bois, mais s’étend à la diversification du secteur forestier, déterminant ainsi quels arbres peuvent être intégrés comme matériaux de construction. Ce « *goulot d’étranglement* » constitue le fondement du cadre théorique qui suit. Il propose la diversité fonctionnelle et la sélection basée sur les caractéristiques comme une voie commune vers la résilience, tant dans la gestion forestière que dans la construction en bois.



Le chemin de Chapdelaine (Charcoal on paper, 28.1 x 39.2 cm)

Suzor-Côté, Marc-Aurèle de Foy (1916)

Research Framework

Cadre *de* recherche

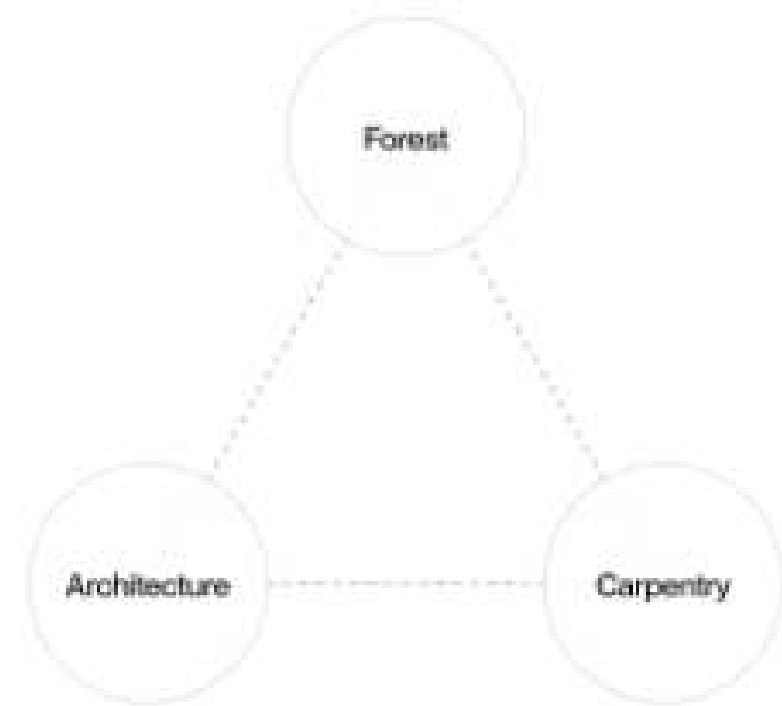
Theoretical Background

As discussed, the contemporary mono-silvicultural industrial model of forestry perpetuates low functional diversity in planted stands. ^{Messier et al., 2009} Consequently, forests are progressively facing more important climate-induced ecological stresses such as frequent droughts and floods, high pathogen susceptibility and major wildfires, imposing a significant threat on the reliability of this precarious extractive model. ^{Mina et al., 2022} As a response, recent research in forestry is encouraging, more than ever, functional diversification. Managing forested ecosystems for a greater variety of tree species with distinctive traits would enhance ecological resilience: an ecosystem's ability to withstand and recover from disturbances. ^{Messier et al., 2019} By employing diversity as an approach to resiliency, forest ecosystems have the potential to better maintain their functions under stress while continuing to provide reliable ecological services over time, and by extension feeding the timber industry. ^{Duyck et al., 2025; Hurmekoski et al., 2018; Mina et al., 2022; Osborne, 2025} Because forestry supply chains and Quebec construction norms co-evolved around a narrow set of softwoods, diversification now needs to be treated as both an ecological and an architectural design problem. ^{Osborne, 2025}

Before detailing the research methods used in the first half of this two-term project, it is essential to acknowledge the two researchers whose work

Fondement théorique

Comme nous l'avons précédemment exposé, le modèle industriel sylvicole actuel, caractérisé par la monoculture, maintient une faible diversité fonctionnelle au sein des peuplements forestiers plantés. ^{Messier et al., 2009} Par conséquent, les forêts sont progressivement exposées à des contraintes écologiques accrues liées aux changements climatiques, telles que des sécheresses et des inondations récurrentes, une vulnérabilité accrue aux agents pathogènes et des incendies de forêt de grande ampleur. Ces facteurs constituent une menace significative pour la pérennité de ce modèle extractif fragile. ^{Mina et al., 2022} En réponse à cela, les recherches récentes en sylviculture encouragent plus que jamais la diversification fonctionnelle. La gestion des écosystèmes forestiers permettrait une plus grande variété d'essences d'arbres aux caractéristiques distinctives afin d'améliorer la résilience écologique, c'est-à-dire la capacité d'un écosystème à résister aux perturbations et à s'en remettre. ^{Messier et al., 2019} En utilisant la diversité comme approche de la résilience, les écosystèmes forestiers ont le potentiel de mieux maintenir leurs fonctions en situation de stress tout en continuant à fournir des services écologiques fiables au fil du temps, et par extension à l'industrie du bois. ^{Duyck et al., 2025; Hurmekoski et al., 2018; Mina et al., 2022; Osborne, 2025} La coévolution des chaînes d'approvisionnement forestières et des normes de construction québécoises autour d'un ensemble limité d'espèces résineuses impose désormais la



Forest-Architecture-Carpentry Framework

Original concept by Breen, A. and Collier, E. (2025); Diagram by Lallier, O. (2025)

forms the foundational basis for this research. Christian Messier, PhD, a forest ecologist, professor of forest management and biodiversity at Université du Québec en Outaouais (UQO) and Université du Québec à Montréal (UQÀM), and holder of the Canada Research Chair in Forest Resilience to Global Change, studies forests as complex adaptive systems. His work develops approaches to functional diversity and complex networks to show how mixtures of species with complementary characteristics can make forests more resilient, while continuing to provide wood and other ecosystem services. ^{Institut des Sciences de la Forêt}

diversification comme un enjeu à la fois écologique et architectural. ^{Osborne, 2025}

Avant de procéder à la description des méthodologies de recherche employées durant la première phase de ce projet en deux étapes, il est impératif de rendre hommage aux deux chercheurs dont les travaux constituent la base de cette recherche. Christian Messier, Phd, écologiste forestier, professeur de gestion forestière et de biodiversité à l'Université du Québec en Outaouais (UQO) et à l'Université du Québec à Montréal (UQÀM), et titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur la résilience des forêts aux changements globaux, se consacre à l'étude des

tempérée, n.d. In practice, Messier's research advocates for multi-species silviculture, diversified planting programs, and adaptive management strategies that explicitly anticipate future disturbances rather than managing forests as simplified, monospecific crops.

Drawing directly from that research, architect and researcher Peter Osborne, PhD, extends this logic to architecture through his Forest-Building framework, which treats forests and buildings as an intrinsic design problem rather than as separate domains. ^{Osborne, 2025} His work explores how timber construction and forest management can be synchronized so that changes in species composition and harvesting regimes contribute to resilience rather than compromising it. Using a trait-based approach (TBA), Osborne links functional characteristics used in forest models to architectural decision-making, showing how different harvesting scenarios and species mixtures could lead to new possibilities.

This two-term project builds on this work by translating Messier's concepts of functional diversity and Osborne's trait-based methodology into a design-oriented tool for selecting species and testing them through architectural prototypes.

Selection Methods

By expanding the range of tree species seen as valuable for timber in construction, architects, carpenters, and foresters have the ability to create a trait-based design workflow for preserving diverse, mixed-species forests and ecosystems, which are known to be more resilient than monocultures. ^{Habitat-Nature, 2021; Osborne et al., 2023} Correspondingly, this premise suggests that species diversification would also benefit architectural practices and the construction industry. ^{Osborne, 2025} Knowing architecture has historically chosen wood for its material characteristics, the following question emerges:

forêts en tant que systèmes adaptatifs complexes. Ses travaux développent des approches de la diversité fonctionnelle et des réseaux complexes afin de montrer comment des mélanges d'espèces aux caractéristiques complémentaires peuvent rendre les forêts plus résilientes, tout en continuant à fournir du bois et d'autres services écosystémiques. ^{Institut des Sciences de la Forêt tempérée, n.d.} Les travaux de Christian Messier préconisent une sylviculture multi-espèces, des programmes de plantation diversifiés et des stratégies de gestion adaptative qui anticipent explicitement les perturbations futures, plutôt que de gérer les forêts comme des cultures simplifiées et monospécifiques.

S'inspirant directement de ces recherches, l'architecte et chercheur Peter Osborne, PhD, étend cette logique à l'architecture à travers son cadre Forest-Building, qui traite les forêts et les bâtiments comme un problème de conception intrinsèque plutôt que comme des domaines distincts. ^{Osborne, 2025} Son travail explore comment la construction en bois et la gestion forestière peuvent être synchronisées afin que les changements dans la composition des espèces et les régimes d'exploitation contribuent à la résilience plutôt que de la compromettre. À l'aide d'une approche basée sur les traits (TBA), Osborne relie les caractéristiques fonctionnelles utilisées dans les modèles forestiers à la prise de décision architecturale, montrant comment différents scénarios de récolte et mélanges d'espèces pourraient ouvrir de nouvelles possibilités.

Ce projet de deuxième année à la maîtrise s'appuie sur ces travaux en traduisant les concepts de diversité fonctionnelle de Dr. Christian Messier ainsi que l'approche basée sur les traits (TBA) de Dr. Peter Osborne en un outil orienté vers la conception permettant de sélectionner des espèces et de les tester à travers des prototypes architecturaux.

Méthodes de sélection

En élargissant la gamme d'essences d'arbres considérées comme précieuses pour le bois de

which trees have the most potential for increasing forest resilience in a given ecological landscape, while still applying a trait-based approach for material selection?

First, hardwoods are considerably more diverse as a whole. For instance, through the extensive list that categorizes the 74 species in Quebec that we analyze here, there are 58 species of hardwood compared to 15 species of softwoods (and Tamarack). For each softwood species that we considered in the province, there were 3.86 times as many hardwood species. Second, deciduous trees show generally more diverse traits within a single genus, both in terms of forest dynamics and material behaviour. ^{Ross, 2021} Traits such as timber density, growth shape and speed, and wood workability vary more widely between hardwood species, even when they belong to the same group. For example, closely related hardwoods such as Yellow Birch and Paper Birch (both from the same *Betula* genus) can differ significantly in strength, workability, and resistance to decay. ^{Meier, 2008} Unfortunately, this diversity has often been sidelined in practice because of the difficulty to harvest such species. Slow, uneven growth and irregular stem shapes produce less standardised lumber. This has historically made them harder to integrate into conventional industrial forestry and construction, ^{Meier, 2008} which is already extremely tightly knit together and nominally organized. The growing interest in incorporating local hardwoods into construction supports this advocated shift, motivated not only by design potential and material performance, ^{Merz et al., 2021} but also by the desire to strengthen forest resiliency. ^{Messier et al., 2022}

Project Scope

This project falls in the second year of the professional Master of Architecture (M.Arch.) program at the Peter Guo-Hua Fu School of Architecture, McGill University. It is carried out over

construction, les architectes, les charpentiers et les forestiers ont la possibilité de créer un processus de conception basé sur les caractéristiques afin de préserver la diversité des forêts et des écosystèmes mixtes, connus pour être plus résilients que les monocultures ^{Habitat-Nature, 2021 ; Osborne et al., 2023} En conséquence, cette prémisse suggère que la diversification des espèces serait également bénéfique pour les pratiques architecturales et l'industrie de la construction. ^{Osborne, 2025} Compte tenu de la prédilection historique de l'architecture pour le bois en raison de ses propriétés intrinsèques, il convient de s'interroger sur les espèces arboricoles présentant le potentiel le plus élevé pour renforcer la résilience des forêts au sein d'un paysage écologique spécifique, tout en maintenant une approche fondée sur les caractéristiques des matériaux pour leur sélection.

Premièrement, les feuillus sont beaucoup plus diversifiés dans leur ensemble. Par exemple, dans la longue liste qui répertorie les 74 espèces présentes au Québec que nous analysons ici, on compte 58 espèces de feuillus contre 15 espèces de résineux (et le mélèze laricin). Cela signifie que pour chaque essence de bois tendre que nous avons prise en compte ici et qui poussait dans la province, il y en avait près de 3.86, soit près de quatre fois plus. Deuxièmement, les arbres à feuilles caduques présentent généralement des caractéristiques plus variées au sein d'un même genre, tant en termes de dynamique forestière que de comportement des matériaux. ^{Ross, 2021} Les caractéristiques telles que la densité du bois, la forme et la vitesse de croissance, ainsi que l'usinabilité du bois varient davantage entre les essences de feuillus, même lorsqu'elles appartiennent au même groupe. Par exemple, des essences de feuillus étroitement apparentées, telles que le bouleau jaune et le bouleau à papier (toutes deux du même genre *Betula*), peuvent présenter des différences significatives en termes de résistance, d'usinabilité et de résistance à la pourriture. ^{Meier, 2008} Malheureusement, cette diversité a souvent été

two consecutive semesters under the supervision of Professor Michael Jemtrud. It builds on previous studio work focused on timber and wood-based construction, ^{Mignon, 2023} and situates architectural design within the larger question of how forest management and material selection can be synchronized in Quebec.

This fall semester, the work centres on defining the problem and building the tools needed. The outputs are threefold: a short introductory video articulates the thesis proposal, a trait-based filter develops as a comparative method for tree species, and this booklet consolidates the research, theoretical background, and first design directions. The fall project also includes a small exhibition that presents work-in-progress drawings and species-specific design proposals.

mise de côté dans la pratique en raison de la difficulté à récolter ces essences. Leur croissance lente et inégale ainsi que la forme irrégulière de leur tronc produisent un bois moins standardisé. Cela les a historiquement rendues plus difficiles à intégrer dans la sylviculture et la construction industrielles conventionnelles, ^{Meier, 2008} qui sont déjà extrêmement étroitement liées et organisées de manière nominale. L'intérêt croissant pour l'intégration des z durs locaux dans la construction soutient ce changement préconisé, motivé non seulement par le potentiel de conception et les performances des matériaux, ^{Merz et al., 2021} mais aussi par la volonté de renforcer la résilience des forêts. ^{Messier et al., 2022}

Portée du projet

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la deuxième année du programme de maîtrise professionnelle en architecture (M.Arch.) à l'École d'architecture Peter Guo-Hua Fu de l'Université McGill. Ce projet s'étend sur deux sessions consécutives sous la supervision de Michael Jemtrud. Il s'appuie sur des travaux d'atelier précédents axés sur la construction en bois ^{Mignon, 2023} et situe la conception architecturale dans le cadre plus large de la question de la synchronisation de la gestion forestière et du choix des matériaux au Québec.

Au cours du semestre d'automne, le travail se concentre sur la définition du problème et la création des outils nécessaires. Les résultats sont triples : un court récit numérique articule la proposition de thèse, un filtre basé sur les caractéristiques est développé comme méthode comparative pour les essences d'arbres, et cette brochure consolide la recherche, le contexte théorique et les premières orientations de conception. Le projet d'automne comprend également une petite exposition à la toute fin qui présente des dessins en cours et des propositions de conception spécifiques à certaines essences d'arbres.



Le retour de la chasse (Oil on canvas, 61.8 x 102.4 cm)

Sandham, Henry (1877)



La Bénédiction des érables (Oil on canvas, 134 x 230.5 cm)

Suzor-Côté, Marc-Aurèle de Foy (1920)

Trait—Based Filter

Designing ^a Selection Tool

Concevoir ^{un} outil ^{de} sélection

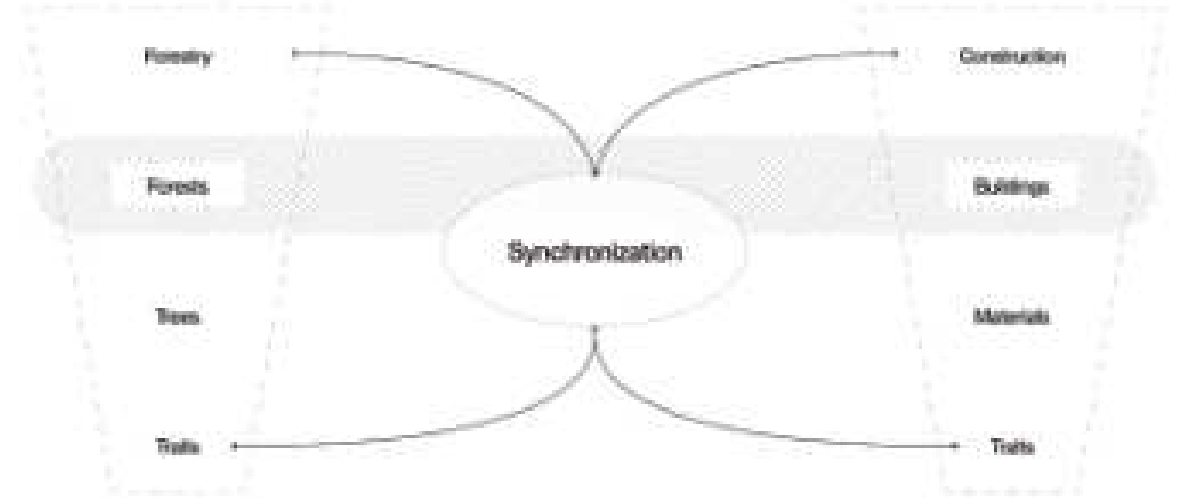
Project Context

As this project is grounded in architecture and construction, the first step is to clarify the scientific approach used to evaluate and compare tree species. This chapter therefore presents the method behind the Trait-Based Filter (TBF) and explains why such a tool is necessary at this stage. The assumption is that later design phases will generate learning in ways that are more conventional for our field, while this phase focuses on building a rigorous basis for diversification in both construction species and the functional composition of our forests. In that sense, this chapter does more than select tree species based on their biological traits and their potential to supply construction wood. It also provides a broad introduction to several key concepts. Compiling and standardizing data for comparison makes it possible to assess the range of characteristics of Quebec tree species, in terms of traits and performance values. Bringing this information together is also a way to become more familiar with current forestry practices, as well as institutional and governmental processes, and to understand where we are collectively heading in terms of forest management and wood construction in Quebec. This selection phase is therefore both a filtering step for identifying candidate species and a learning process that spans forestry, biology, architecture, economic development, and wood processing, all of which

Cadre du projet

Étant donné que ce projet est centré sur l'architecture et la construction en bois, il est impératif de définir clairement la méthodologie scientifique employée pour l'évaluation et la comparaison des essences d'arbres qui seront utilisées dans ce contexte. Ce chapitre expose donc la méthodologie sous-jacente au filtre basé sur les traits et justifie la nécessité de cet outil à ce stade du projet. L'hypothèse sous-jacente est que les phases de conception ultérieures fourniront des enseignements plus conventionnellement architecturaux, tandis que cette phase initiale vise à établir une base rigoureuse pour la diversification des essences utilisées dans la construction et la composition fonctionnelle de nos forêts.

En ce sens, ce chapitre ne se contente pas de sélectionner des essences forestières en fonction de leurs caractéristiques biologiques et de leur potentiel en tant que bois de construction. Il offre également une introduction générale à plusieurs concepts clés. La compilation et la normalisation des données à des fins de comparaison permettent d'évaluer l'éventail des caractéristiques des essences forestières du Québec, tant sur le plan des traits que des valeurs de performance. La compilation de ces informations permet également de se familiariser avec les pratiques forestières actuelles, ainsi qu'avec les processus institutionnels et gouvernementaux, et de comprendre où nous nous dirigeons collectivement en matière de gestion forestière et de construction en



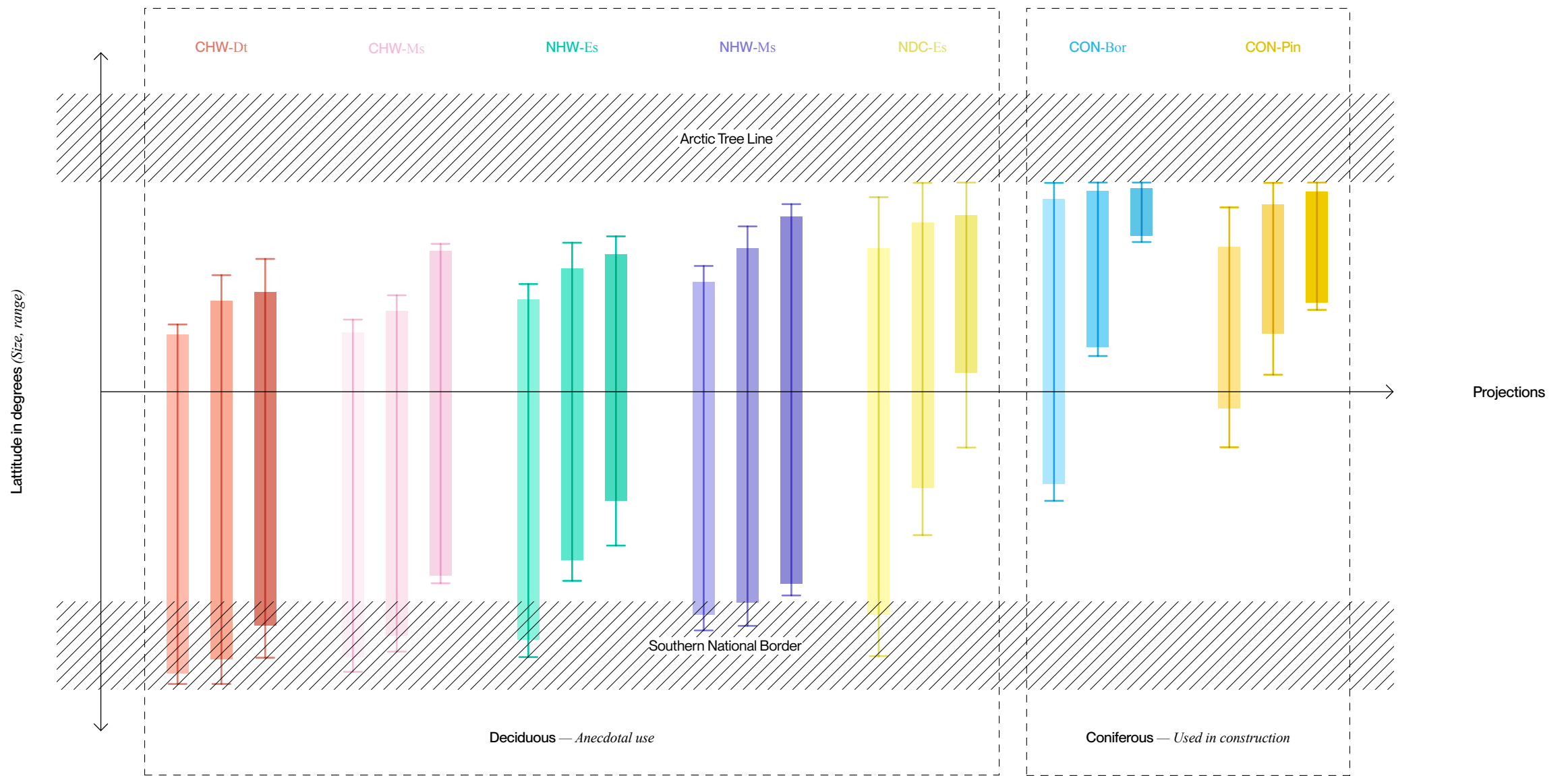
Forest-Building Synchronization

Original concept by Osborne, P. et al., (2023); Diagram by Lallier, O. (2025).

support the overall project. Wherefore, this second chapter focuses on comparing the species of trees found in Quebec. Current prediction models indicate a general increase in the ranges of hardwoods, expanding their existing distributions across the territory. Conversely, coniferous trees are predicted to generally decrease in habitat range due to climate warming over the next century in Canada. ^{McKenney et al., 2007; Natural Resources Canada, 2007} This also signifies a general northward shift for most species, resulting in the overlapping of new combinations of species habitats, not limited to trees. ^{Boulanger & Pascual Puigdevall, 2021} In that regard, this research focuses on promoting forest resiliency through species diversification, and specifically through the use of local hardwood.

bois au Québec. Cette phase de sélection est donc à la fois une étape de filtrage pour identifier les espèces candidates et un processus d'apprentissage qui englobe la foresterie, la biologie, l'architecture, le développement économique et la transformation du bois, autant de domaines qui soutiennent l'ensemble du projet.

C'est pourquoi ce deuxième chapitre se concentre sur la comparaison des espèces d'arbres présentes au Québec. Les modèles de prévision actuels indiquent une augmentation générale de l'aire de répartition des feuillus, qui étendent leur distribution actuelle sur l'ensemble du territoire. À l'inverse, on prévoit une diminution générale de l'aire de répartition des conifères en raison du réchauffement climatique au cours du prochain siècle au Canada. ^{McKenney et al., 2007; Ressources naturelles Canada, 2007} Cela signifie également un déplacement général vers le nord pour la plupart des



Objectives

This chapter develops a TBF as a method for identifying and selecting diversification-suitable tree species from non-coniferous ecological groups (EG) for use in architecture in the province of Quebec. Specifically, the filter is a data-based tool that uses ecological functional traits of local tree species to categorize them based on their natural characteristics as individual trees, before material traits are reintroduced later at the design stage. These biological traits, by “*filtering out*” certain species based on objective metrics and existing forestry prediction models, become an indication of whether a given candidate meets specific biological goals, before looking into the employment of its wood in construction.

At the end of the process, the final candidates should be tree species that appear almost inevitable to use in future sustainability-oriented contexts, particularly in heavily extractive domains like construction. In other words, each filter should contribute to identifying species that are both usable and reasonably accessible in the “*Québécois*” context. This is also why material traits are not considered first. If the selection were based only on material performance, the forest context would be ignored and the outcome could move in directions that are not desirable from an ecological perspective, which is precisely what the forest-building approach developed by Peter Osborne seeks to avoid. Osborne et al., 2023; Osborne, 2025

In this sense, the objective is twofold. First, it aims to define and select biological traits in a forest context that make it possible to estimate which tree species have potential to be pushed toward architectural applications, ranging from structure all the way to insulation and protection. This includes identifying species that are better adapted to resist natural disturbances and other stresses, that are more likely to cope with climate change, and that are therefore more likely to occur

espèces, ce qui entraînera le chevauchement de nouvelles combinaisons d'habitats d'espèces, sans se limiter aux arbres. Boulangier & Pascual Puigdevall, 2021 À cet égard, cette recherche se concentre sur la promotion de la résilience des forêts grâce à la diversification des espèces, et plus particulièrement grâce à l'utilisation de bois de feuillus.

Objectifs

Ce chapitre présente un filtre de sélection d'espèces d'arbres (TBF) comme méthodologie pour identifier et sélectionner des espèces non-conifères d'arbres adaptées à la diversification parmi les groupes écologiques (EG), en vue de leur intégration dans l'architecture de la province de Québec. Plus précisément, ce filtre constitue un outil analytique basé sur des données qui utilise les caractéristiques fonctionnelles écologiques des espèces d'arbres locales pour les classer en fonction de leurs attributs naturels en tant qu'individus, avant que les caractéristiques matérielles ne soient réintroduites ultérieurement au stade de la conception. Ces caractéristiques biologiques, en « *filtrant* » certaines espèces sur la base de mesures objectives et de modèles de prévision forestière existants, permettent de déterminer si un candidat donné répond à des objectifs biologiques spécifiques, avant d'examiner l'utilisation de son bois dans la construction.

À la fin du processus, les candidats finaux devraient être des essences d'arbres dont l'utilisation semble presque inévitable dans les contextes futurs axés sur la durabilité, en particulier dans les domaines fortement extractifs comme la construction. En d'autres termes, chaque filtre devrait contribuer à identifier les essences qui sont à la fois utilisables et raisonnablement accessibles dans le contexte québécois. C'est également la raison pour laquelle les caractéristiques des matériaux ne sont pas prises en compte en premier lieu. Si la sélection était basée uniquement sur les performances matérielles, le contexte forestier serait ignoré et le résultat pourrait

naturally on the landscape. This can also be an indication of which trees should be prioritized upon selection for planting in silvicultural perspectives. Second, it seeks to identify specific underused tree species that most deserve to be used more extensively, based on criteria such as abundance and reliability of access.

In summary, the goal is first to define the traits that matter for this approach, and then to identify the tree species themselves on the established basis. Unlike a conventional building-based material selection that strictly considers material traits, Osborne, 2025 the TBF enables the selection of species by their broader environmental roles and abilities. That way, it is only once the species will have been outlined as candidates with ecological potential that they will be chosen for their material traits for further building diversification.

évoluer dans des directions qui ne sont pas souhaitables d'un point de vue écologique, ce que l'approche forêt-bâtiment développée par Peter Osborne cherche précisément à éviter. Osborne et al., 2023 ; Osborne, 2025

L'objectif de cette étude est double. Premièrement, il s'agit de définir et de sélectionner les caractéristiques biologiques pertinentes dans un contexte forestier afin d'estimer le potentiel d'utilisation de différentes espèces d'arbres dans des applications architecturales, allant de la structure à l'isolation et à la protection. Ce processus inclut l'identification des espèces les mieux adaptées pour résister aux perturbations naturelles et à d'autres facteurs de stress, ainsi que celles qui présentent une plus grande résilience face au changement climatique et qui sont donc plus susceptibles de se développer naturellement dans le paysage. Ces informations peuvent également guider la sélection prioritaire des espèces pour la plantation dans une perspective sylvicole. Deuxièmement, l'étude vise à identifier les espèces d'arbres spécifiques sous-utilisées qui justifient une utilisation plus intensive, en se basant sur des critères tels que l'abondance et l'accessibilité.

En résumé, l'objectif est d'abord de définir les caractéristiques importantes pour cette approche, puis d'identifier les espèces d'arbres elles-mêmes sur la base établie. Contrairement à la sélection conventionnelle des matériaux de construction, qui tient strictement compte des caractéristiques des matériaux, Osborne, 2025 le TBF permet de sélectionner les espèces en fonction de leurs rôles et capacités environnementaux plus larges. Ainsi, ce n'est qu'une fois que les espèces auront été retenues comme candidates présentant un potentiel écologique qu'elles pourront être choisies pour leurs caractéristiques matérielles en vue d'une plus grande diversification en construction.

Filter Methodology

Méthodologie du filtre

Data Fetch

The process of selecting species that contribute to forest resilience involves favoring trees that are native or that have been naturalized in Quebec's forests, that can be harvested sustainably, and that are not currently optimized in construction. In all likelihood, these species can offer adequate performance for a wide range of application in wood architecture. This ranges from structural and insulation to protective applications. That performance will be examined in later stages of the design project. By making this assumption at this stage, it allows the analysis to begin strictly from the forest traits, without yet constraining the selection by known construction uses.

The first concrete step was to identify all tree species that live within the territory of the Province of Quebec. This research was based on open-source information and existing species lists used in related research. [Canada's National Forest Inventory, 2014](#); [Cazzolla Gatti et al., 2022](#); [McKenney et al., 2007](#); [Natural Resources Canada, 2007](#); [Soubeyrand et al., 2024](#); [Wikipedia, 2025b](#) A large part of this stage consisted of compiling broad lists and then verifying whether each species actually individually occurs in the province, whether planted or naturally established. For example, if a species had only been anecdotally reported, it was excluded. However, if a species has a recognised presence in at least one region of the province, it was included. In the case of widely planted trees, such as Colorado Blue Spruce, which are

Rassemblement d'information

Le processus de sélection des essences contribuant à la résilience forestière privilégie les arbres indigènes ou naturalisés présents dans les forêts québécoises, susceptibles d'une exploitation durable et actuellement sous-exploités dans le secteur de la construction. Il est raisonnable de supposer que ces essences présentent des performances adéquates pour une large gamme d'applications architecturales en bois, allant des applications structurelles et isolantes aux applications protectrices. Ces performances feront l'objet d'une analyse approfondie à des stades ultérieurs du projet de conception. Partant de cette hypothèse initiale, l'analyse peut s'engager en se concentrant exclusivement sur les caractéristiques forestières, sans préjuger des utilisations potentielles dans le domaine de la construction.

La première étape concrète a consisté à recenser toutes les espèces d'arbres présentes sur le territoire de la province de Québec. Cette recherche s'est appuyée sur des informations provenant de sources ouvertes et sur des listes d'espèces existantes utilisées dans des recherches connexes. [Inventaire forestier national du Canada, 2014](#) ; [Cazzolla Gatti et al., 2022](#) ; [McKenney et al., 2007](#) ; [Ressources naturelles Canada, 2007](#) ; [Soubeyrand et al., 2024](#) ; [Wikipédia, 2025b](#) Une grande partie de cette étape a consisté à compiler des listes générales, puis à vérifier si chaque espèce était réellement présente dans la province, qu'elle ait été plantée ou qu'elle se soit établie naturellement. Par exemple, si une espèce n'avait été signalée que de manière anecdotique, elle était exclue. Cependant, si

1	CCM-Me	Arbre à croissance	Résine de pin	Bois de sapin	Bois de sapin
2	CHM-Es	Arbre à croissance	Musqué à l'échelle	Bois de sapin	Bois de sapin
3	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
4	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
5	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
6	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
7	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
8	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
9	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
10	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
11	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
12	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
13	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
14	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
15	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
16	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
17	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
18	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
19	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
20	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
21	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
22	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
23	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
24	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
25	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
26	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
27	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
28	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
29	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
30	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
31	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
32	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
33	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
34	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
35	CCM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
36	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
37	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
38	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
39	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
40	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
41	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
42	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
43	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
44	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
45	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
46	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
47	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
48	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
49	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
50	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
51	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
52	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
53	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
54	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
55	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
56	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
57	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
58	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
59	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
60	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
61	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
62	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
63	NDC-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
64	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
65	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
66	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
67	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
68	CCM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
69	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
70	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
71	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
72	CHM-Es	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
73	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin
74	CHM-Me	Arbre à croissance	Black locust	Bois de sapin	Bois de sapin

frequently used in landscape design and therefore have a significant and growing population, the species was also included. This carefully includes invasive species such as Norway Maple (*Acer platanoides*).^{Gouvernement du Québec, 2025} Even though no explicit minimum percentage threshold was used at this stage, basic judgement was applied, based on basic visibility on distribution maps, presence in a recognisable Quebec ecological niche, and in some cases urban or commercial implications. This process resulted in a working dataset of 74 tree species.

Then, the main research task was to gather as much data as possible for each tree species,

une espèce était reconnue comme présente dans au moins une région de la province, elle était incluse. Dans le cas d'arbres largement plantés, tels que l'épinette bleue du Colorado, qui sont fréquemment utilisés dans l'aménagement paysager et dont la population est donc importante et en croissance, l'espèce a également été incluse. Cela inclut soigneusement les espèces envahissantes telles que l'érable de Norvège (*Acer platanoides*).^{Gouvernement du Québec, 2025} Bien qu'aucun seuil minimal explicite n'ait été appliqué à ce stade, un jugement de base a été formulé, fondé sur la visibilité minimale sur les cartes de répartition, la présence dans une niche écologique identifiable au Québec et, dans certains

By making such assumptions at this stage, it allows the analysis and the broader project to evolve strictly from the functional forest traits, without constraining the selection by well-established and pre-existing construction uses.

prioritising information specific to Quebec when available. At first, all information was noted under the respective categories. Rapidly, certain categories, such as the natural resistance of species to environmental factors, stood out because they were consistently documented and made it possible to compare species with one another. In this context, categories that did not yield enough data across the selected sample were set aside. This made it possible to focus time and effort on quantifying and qualifying the case studies using categories that were complete enough to allow meaningful comparison between species. Objectively, there are many more

cas, les implications urbaines ou commerciales. Ce processus a permis d'établir un ensemble de données de travail comprenant 74 espèces d'arbres.

Ensuite, la principale tâche de recherche consistait à recueillir autant de données que possible pour chaque espèce d'arbre, en accordant la priorité aux informations spécifiques au Québec lorsqu'elles étaient disponibles. Au début, toutes les informations étaient notées dans les catégories respectives. Rapidement, certaines catégories, telles que la résistance naturelle des espèces aux facteurs environnementaux, se sont démarquées car elles étaient systématiquement documentées et permettant de comparer les espèces entre elles. Dans ce

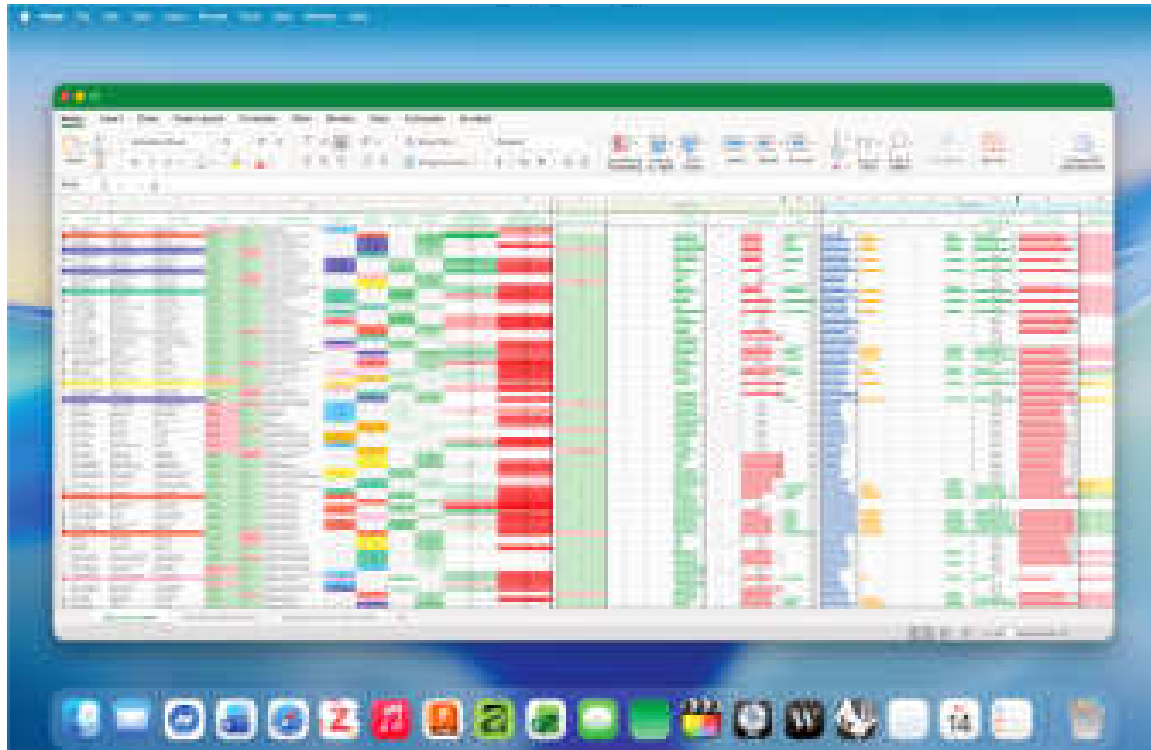
parameters that would allow us to better understand certain growth patterns and forest dynamics. In order to validate all relevant analytical variables, such measurements would need to be performed directly on the selected species, which is not possible within the scope of this work. In parallel, some preliminary material traits data was also gathered, but for the purposes of this tool only forest related traits are used; material traits are considered later in the design work. In some isolated cases, particularly for species with limited information and often because they are commercially less attractive, data remained incomplete. For example, ecological groups could

contexte, les catégories qui ne fournissaient pas suffisamment de données dans l'échantillon sélectionné ont été mises de côté. Cela a permis de concentrer le temps et les efforts sur la quantification et la qualification des études de cas à l'aide de catégories suffisamment complètes pour permettre une comparaison significative entre les espèces. Objectivement, il existe de nombreux autres paramètres qui nous permettraient de mieux comprendre certains modèles de croissance et certaines dynamiques forestières. Afin de valider toutes les variables analytiques pertinentes, ces mesures devraient être effectuées directement sur les espèces sélectionnées, ce qui n'est pas possible dans le cadre de ce travail. Parallèlement, certaines

Partant de ces hypothèses initiales, l'analyse et le projet peuvent se développer exclusivement à partir des caractéristiques forestières fonctionnelles, sans toutefois préjuger des usages potentiels en construction.

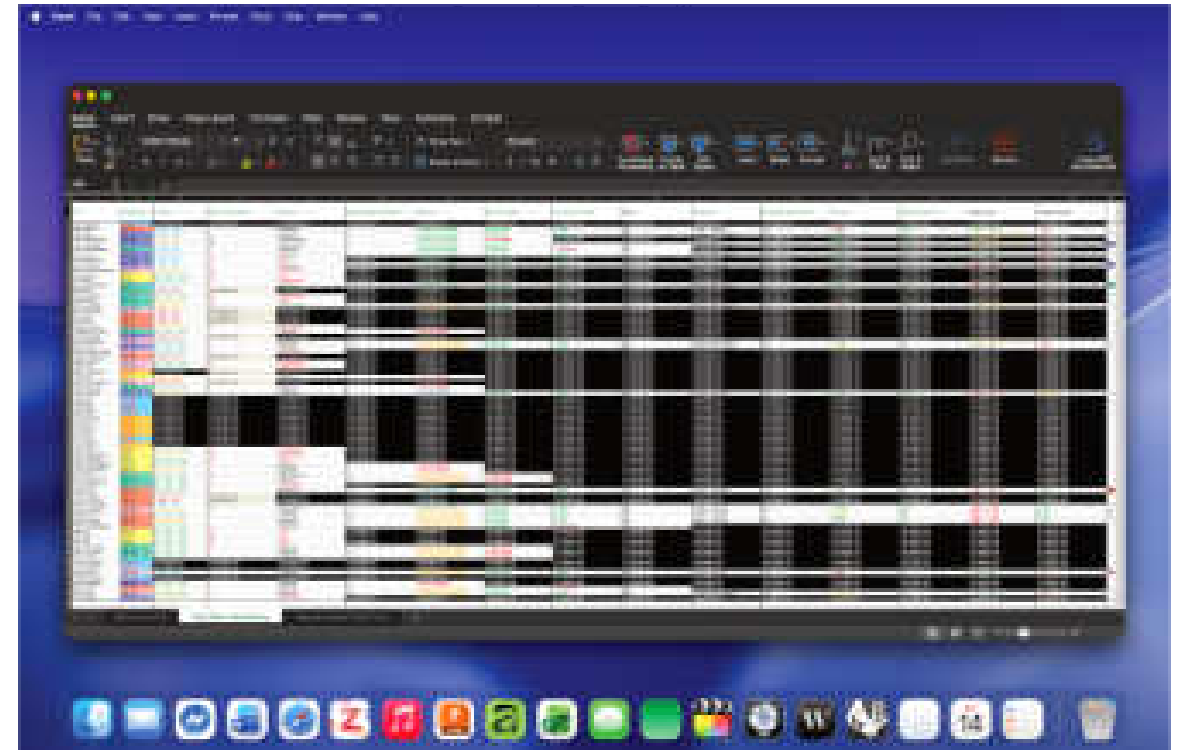
sometimes be inferred when other characteristics of the tree were known, even if it was not explicitly stated (as it is not a standard). Another example is the trait related to wood harvestability, which was often determined from photographic images. These images made it possible to observe the mature form and size of the tree and to arbitrarily assess whether it could provide a significant volume of wood. An unspecified shrub, even if technically considered a tree, generally does not allow meaningful material extraction, whereas most Maples, although less straight than random conifers, still provides a substantial timber volume at maturity.

données préliminaires sur les caractéristiques matérielles ont également été recueillies, mais aux fins de cet outil, seules les caractéristiques liées à la forêt sont utilisées ; les caractéristiques matérielles sont prises en compte ultérieurement dans le travail de conception. Dans certains cas isolés, en particulier pour les espèces pour lesquelles les informations sont limitées et souvent parce qu'elles sont moins attrayantes sur le plan commercial, les données sont restées incomplètes. Par exemple, les groupes écologiques pouvaient parfois être déduits lorsque d'autres caractéristiques de l'arbre étaient connues, même si cela n'était pas explicitement indiqué. Un autre exemple est le caractère lié à la récolte du bois,



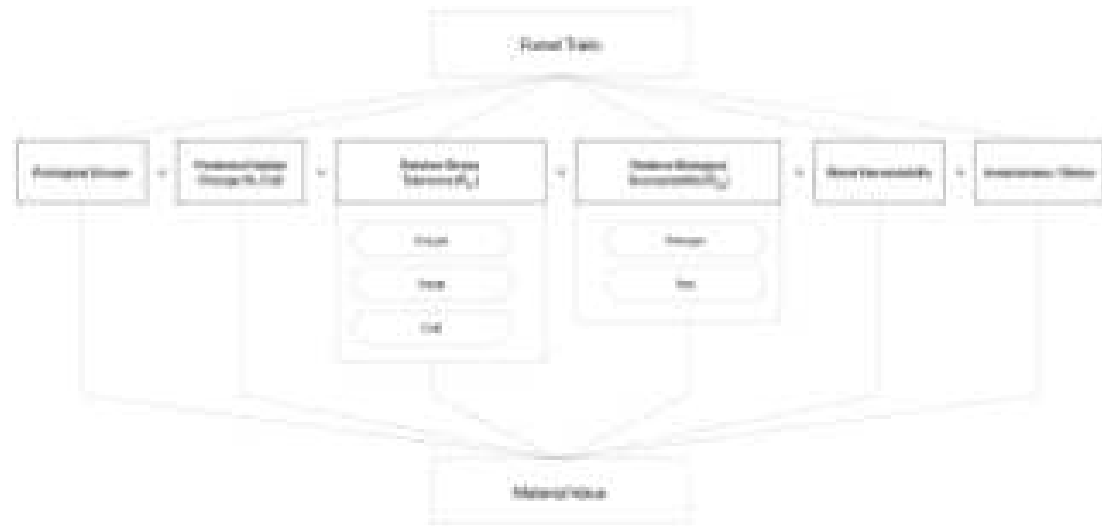
Screenshot: Data Matrix

Lallier, Oscar (2025)



Screenshot: Applying Filters

Lallier, Oscar (2025)



Selected Traits for Threshold Filtering

Lallier, Oscar (2025)

Traits Selection

Looking at the filters themselves, the only exception made concerned traits directly related to growth, such as growth rate and tree form. In order to support diversification, it is necessary to address the problems created by current extraction models, especially those of the North American wood industry, in which Quebec is fully embedded. One of the main issues is that profitability of the product is often the only criterion. ^{SGS Belgium S.A., 2018} This is partly why the material quality of SPF 2x4” has declined over the years and why silviculture tends to prioritise monoculture forests. ^{Jozsa & Middleton, 1994} From this perspective, diversification in construction can be understood in two complementary ways. First, it can mean reassigning building functions to different materials by using different tree species,

qui a souvent été déterminé à partir de photographies. Ces images ont permis d'observer la forme et la taille de l'arbre à maturité et d'évaluer arbitrairement s'il pouvait fournir un volume de bois important. Un arbuste, même s'il pourrait techniquement être considéré comme un arbre, ne permet généralement pas une extraction significative de matière, alors que la plupart des érables, bien que moins droits que les conifères aléatoires, fournissent tout de même un volume de bois important à maturité.

Sélection des traits

En ce qui concerne les filtres eux-mêmes, la seule exception concernait les caractéristiques directement liées à la croissance, telles que le taux de croissance et la forme des arbres. Afin de soutenir la diversification, il est nécessaire de s'attaquer aux

which will be explored later in the project. Second, it can mean deliberately omitting growth rate as the ubiquitous selection criterion in order to reintegrate species that are considered less profitable because they grow more slowly. By excluding growth speed and shape from the filter, the attention shifts toward more pressing concerns, such as the long-term stability, sustainability and resilience of our ecosystems, while still being within a construction-oriented extractive framework. This method establishes a series of six filters.

EG The first filter of six is the ecological group (EG) classification. It is used to filter out the two main groups already used in construction, CON-Bor ● and CON-Pin ●, which together represent almost all coniferous trees, or softwoods. The remaining groups, CHW-Dt ●, CHW-Ms ●, NDC-Es ●, NHW-Es ●, and NHW-Ms ●, correspond to hardwoods and more largely deciduous trees. This classification is derived from current scholarly research on the topic, ^{Osborne, 2025} though it remains incomplete. The purpose of this first filter is to shift attention toward species that are currently underutilized in construction.

PHC The second filter is the predicted habitat change (PHC). This filter pass is based on Canadian-wide data on climate envelopes. ^{McKenney et al., 2007} This source was appropriate because it provides a consistent set of results for the most common North American tree species and expresses change over the next century as a relative percentage compared to current conditions. For each species, they first defined its present climate envelope, then projected where this envelope would move under several different future climate scenarios. The main metric I retained is the percentage change in climate envelope area under this full dispersal scenario ^{Natural Resources Canada, 2007} This expresses whether a species is expected to gain or lose potential habitat by the end of the century. Since these

problèmes créés par les modèles d'extraction actuels, en particulier ceux de l'industrie nord-américaine du bois, dans laquelle le Québec est pleinement intégré. L'un des principaux problèmes est que la rentabilité du produit est souvent le seul critère pris en compte. ^{SGS Belgium S.A., 2018} C'est en partie pour cette raison que la qualité matérielle du SPF 2x4” a diminué au fil des ans et que la sylviculture tend à privilégier les forêts de monoculture. ^{Jozsa & Middleton, 1994} Dans cette perspective, la diversification dans la construction peut être comprise de deux manières complémentaires. Premièrement, elle peut signifier la réattribution des fonctions de construction à différents matériaux en utilisant différentes essences d'arbres, ce qui sera exploré plus tard dans le projet. Deuxièmement, elle peut signifier l'omission délibérée du taux de croissance comme critère de sélection omniprésent afin de réintégrer des essences considérées comme moins rentables parce qu'elles poussent plus lentement. En excluant la vitesse de croissance et la forme du filtre, l'attention se porte sur des préoccupations plus pressantes, telles que la stabilité à long terme, la durabilité et la résilience de nos écosystèmes, tout en restant dans un cadre extractif axé sur la construction. Cette méthode établit une série de six filtres.

EG Le premier filtre sur six est la classification par groupe écologique (EG). Il sert à filtrer les deux principaux groupes déjà utilisés dans la construction, CON-Bor ● et CON-Pin ●, qui représentent ensemble la quasi-totalité des conifères, ou bois mous. Les groupes restants, CHW-Dt ●, CHW-Ms ●, NDC-Es ●, NHW-Es ● et NHW-Ms ●, correspondent aux feuillus et, plus largement, aux arbres à feuilles caduques. Cette classification est tirée des recherches universitaires actuelles sur le sujet, ^{Osborne, 2025} bien qu'elle demeure incomplète. L'objectif de ce premier filtre est d'attirer l'attention sur les espèces actuellement sous-utilisées en construction.

PHC Le deuxième filtre est le changement d'habitat prévu (PHC). Ce filtre est basé sur des

values are relative, they can be compared across species regardless of how their current distribution is. McKenney et al., 2007

RST The third pass being relative stress tolerance (RST), it indexes drought, shade and cold tolerance. While this index could incorporate other stresses, limiting the study to those is interesting because it covers for Quebec's climate conditions through cold tolerance, climate warming predictions through drought tolerance, and successional patterns amongst the studied species through shade tolerance, since shade is a good indicator of the seral stage of a given ecological community.

RBS Similarly, the fourth filter level looks at relative biological susceptibility (RBS) and indexes pathogen and pest susceptibilities. This means that it quantifies the susceptibility of a tree species to die from being infested by either pathogens such as *Eutypella parasitica* (a fungus) targeting sugar maples (*Acer saccharum*), or pests like the Bronze Birch Borer (*Agrilus anxius*) that target stressed Yellow Birches (*Betula alleghaniensis*). Nealis, 2025

WH Wood harvestability (WH), as previously explained, seeks to remove critically small and bush-like trees: the goal is simply to orient the studied trees to be conventionally referred as trees, or simply to have the ability to produce lumber when cut for construction. For instance, this is set to remove trees such as the often-multi-stemmed Canadian Serviceberry (*Amelanchier canadensis*). Sheahan, 2015

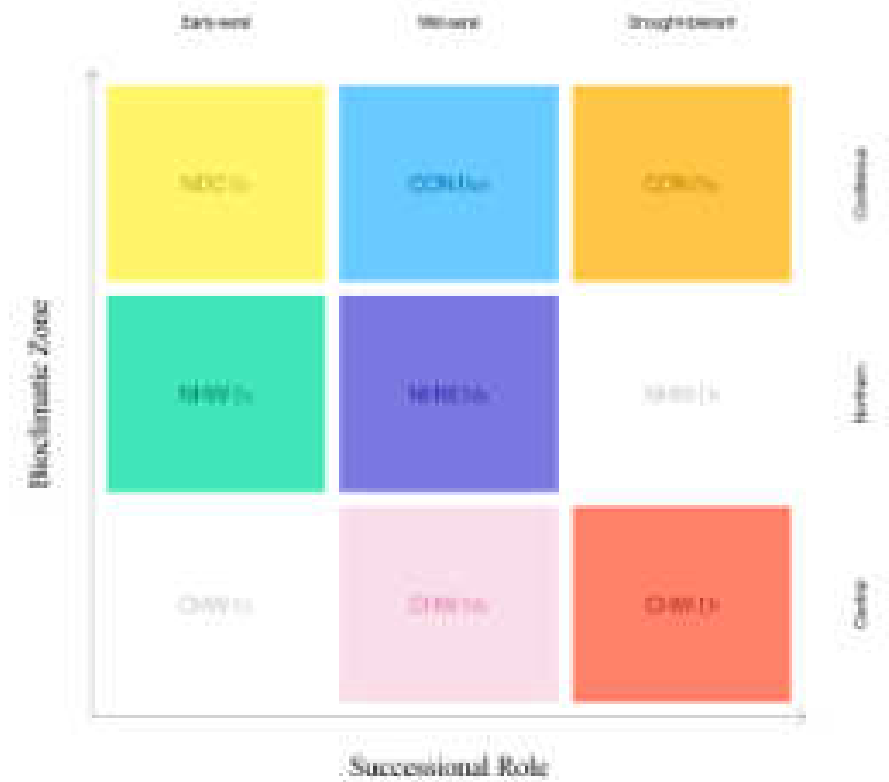
IaS The final pass is called invasiveness and status (IaS) since it filters out the remaining species that are introduced, yet not invasive. The purpose of this filter is to put emphasis on native trees of Quebec, while acknowledging the place that invasive trees like Norway Maple (*Acer platanoides*) take in the current landscape and

données pancanadiennes sur les enveloppes climatiques. McKenney et al., 2007 Cette source était appropriée car elle fournit un ensemble cohérent de résultats pour les espèces d'arbres les plus courantes en Amérique du Nord et exprime le changement au cours du siècle prochain sous forme de pourcentage relatif par rapport aux conditions actuelles. Pour chaque espèce, ils ont d'abord défini son enveloppe climatique actuelle, puis projeté où cette enveloppe se déplacerait selon plusieurs scénarios climatiques futurs différents. La principale mesure qui a été retenue est le pourcentage de changement de la superficie de l'enveloppe climatique dans ce scénario de dispersion complète. Ressources naturelles Canada, 2007 Cela permet de déterminer si une espèce devrait gagner ou perdre de l'habitat potentiel d'ici la fin du siècle. Comme ces valeurs sont relatives, elles peuvent être comparées entre les espèces, quelle que soit leur distribution actuelle. McKenney et al., 2007

RST Le troisième filtre, qui est la tolérance relative au stress (RST), indexe la tolérance à la sécheresse, à l'ombre et au froid. Bien que cet indice puisse intégrer d'autres stress, il est intéressant de limiter l'étude à ceux-ci, car il couvre les conditions climatiques du Québec grâce à la tolérance au froid, les prévisions de réchauffement climatique grâce à la tolérance à la sécheresse et les modèles de succession parmi les espèces étudiées grâce à la tolérance à l'ombre, puisque l'ombre est un bon indicateur du stade « *successionnel* » d'une communauté écologique donnée.

RBS De même, le quatrième niveau de filtrage examine la susceptibilité biologique relative (RBS) et indexe la susceptibilité aux agents pathogènes et aux ravageurs. Cela signifie qu'il quantifie la susceptibilité d'une espèce d'arbre à mourir après avoir été infestée par des agents pathogènes tels que l'*Eutypella parasitica* (un champignon) qui s'attaque aux érables à sucre (*Acer saccharum*), ou par des ravageurs tels que l'*Agrilus* du bouleau (*Agrilus anxius*) qui s'attaque aux bouleaux jaunes (*Betula alleghaniensis*) stressés. Nealis, 2025

WH La « *récoltabilité* » du bois (WH), comme



Bioclimatic Zones / Successional Roles

Lallier, Oscar (2026)

predictions. Gouvernement du Québec, 2025 Being placed as the last pass, this should filter out very few species.

Functioning

At its core, this filter is a static tool that uses simple graphic representations to show how the preliminary candidates move through each layer of analysis, or in this case filters. Each row corresponds to a biological trait category, and each species is given a metric for that category. At each stage, on average, about 20% of the analysed population is targeted to be removed by

expliqué précédemment, vise à éliminer les arbres trop petits et les arbustes : l'objectif est simplement d'orienter les arbres étudiés pour qu'ils soient considérés comme des arbres au sens conventionnel du terme, ou simplement pour qu'ils puissent produire du bois d'œuvre lorsqu'ils sont coupés pour la construction. Par exemple, cela permet d'éliminer des arbres tels que l'Amélanchier du Canada (*Amelanchier canadensis*), qui a souvent plusieurs troncs. Sheahan, 2015

IaS La dernière étape est appelée « *invasivité* » et statut (IaS), car elle filtre les espèces restantes qui sont introduites, mais qui ne sont pas envahissantes.

applying a threshold. Below this threshold, species are considered too risky to prioritise in the context of further research for a trait-based approach (TBA) to forest diversification.

In theory, the same process could be applied to another region, with a different set of species and, if necessary, different analytical parameters. For example, if this method was used in another province or perhaps in a northern state of the United States of America, arguably only the species list would need to change, as the broader context would remain sufficiently similar for the filter to operate in the same way. This is achieved through the relative aspect of how thresholds are applied. For instance, PHC, since it is measured relative to the current climate envelope, is meaningful whether it is well established or if it is a rarer species. The same logic can be applied to RST, where qualitative data is attributed to each of the different components of the filter. In RST, the drought resistance value is given a score of 0 for low, 1 for medium and 2 for high drought tolerance. The final RST then linearly computes the three biological tolerances as an indexed number. For example, sugar maple (*Acer saccharum*) successfully passes this filter because, despite having low (0) drought tolerance, it features relatively medium (1) cold tolerance and high (2) shade tolerance, resulting in an overall score of 1.0, which is 0.1081 higher than the estimated average (0.8919) among the 74 analyzed species. For comparison, the spread ranges from 0 with Tamarack (*Larix laricina*), a NDC-Es ● (Northern deciduous, early seral) species and goes all the way up to 1.3 for species such as Norway maple (*Acer platanoides*), a NHW-Ms ● (Northern hardwood, mid-seral), which is not surprising knowing Norway maple is an invasive species here in Quebec and it effectively replaces sugar Maple stands in most forested environments.

L'objectif de ce filtre est de mettre l'accent sur les arbres indigènes du Québec, tout en reconnaissant la place qu'occupent les arbres envahissants comme l'érythre de Norvège (*Acer platanoides*) dans le paysage actuel et les prévisions. Gouvernement du Québec, 2025
Étant placé en dernière étape, ce filtre ne devrait éliminer que très peu d'espèces.

Fonctionnement

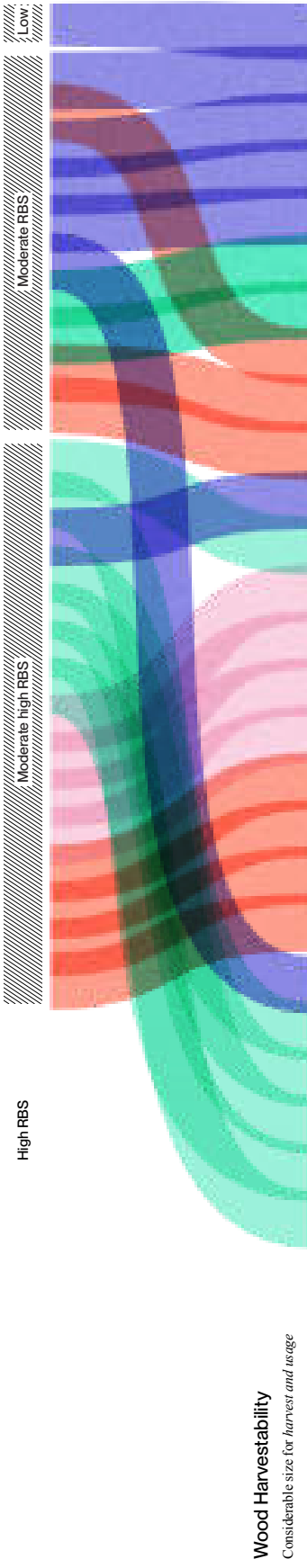
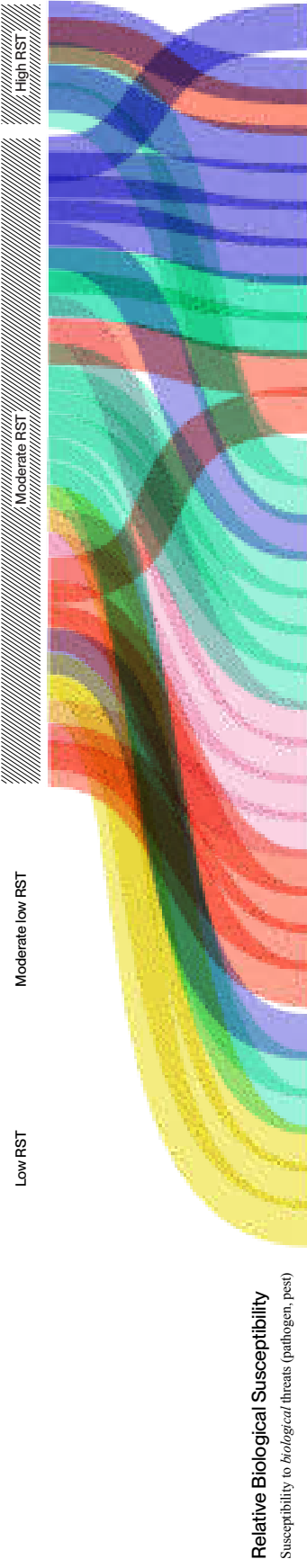
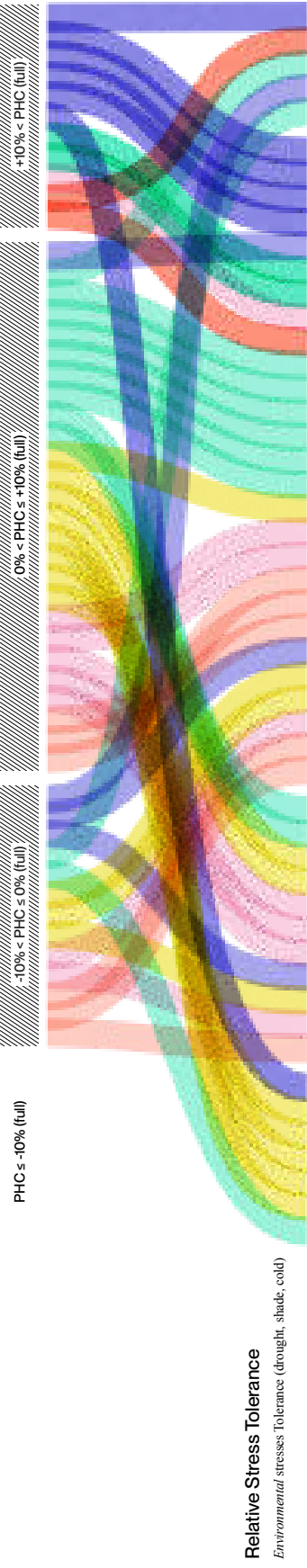
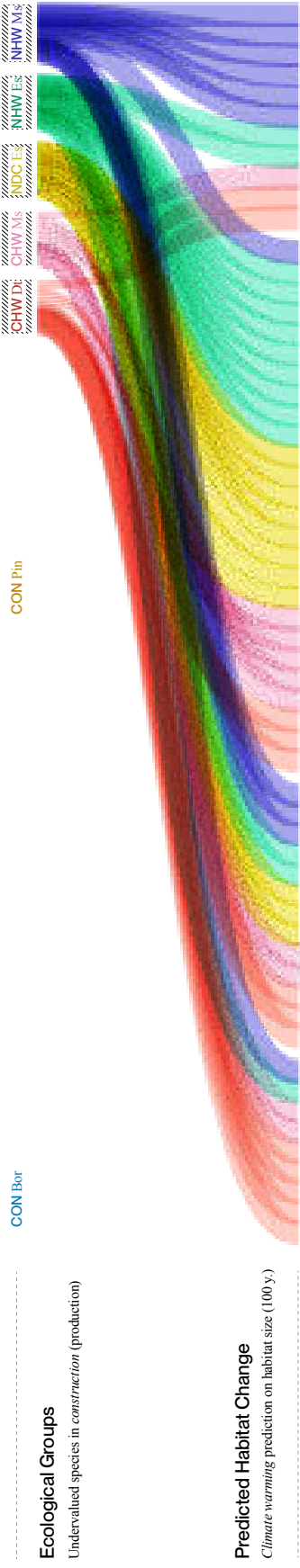
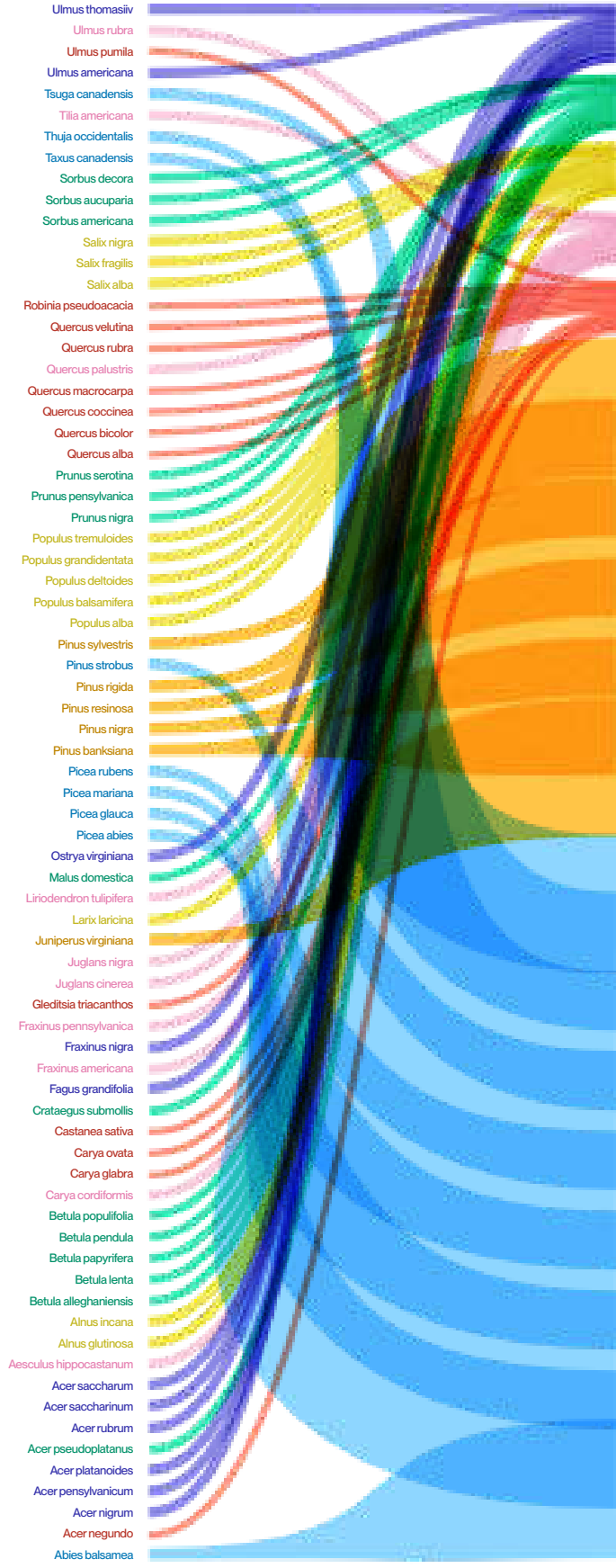
À la base, ce filtre est un outil statique qui utilise des représentations graphiques simples pour montrer comment les candidats préliminaires passent par chaque couche d'analyse, ou dans ce cas, chaque filtre. Chaque ligne correspond à une catégorie de traits biologiques, et chaque espèce se voit attribuer une mesure pour cette catégorie. À chaque étape, en moyenne, environ 20 % de la population analysée est susceptible d'être éliminée par l'application d'un seuil. En dessous de ce seuil, les espèces sont considérées comme trop risquées pour être prioritaires dans le cadre de recherches plus approfondies sur une approche basée sur les caractéristiques de la diversification forestière.

En théorie, le même processus pourrait être appliqué à une autre région, avec un ensemble différent d'espèces et, si nécessaire, des paramètres analytiques différents. Par exemple, si cette méthode était utilisée dans une autre province ou peut-être dans un État du nord des États-Unis d'Amérique, seule la liste des espèces devrait être modifiée, car le contexte général resterait suffisamment similaire pour que le filtre fonctionne de la même manière. Cela est possible grâce à l'aspect relatif de l'application des seuils. Par exemple, le PHC, puisqu'il est mesuré par rapport à l'enveloppe climatique actuelle, est significatif qu'il s'agisse d'une espèce bien établie ou d'une espèce plus rare. La même logique peut être appliquée au RST, où des données qualitatives sont attribuées à chacun des différents composants du filtre. Dans le RST, la valeur de résistance à la sécheresse reçoit une note de 0 pour une tolérance faible, 1 pour une tolérance

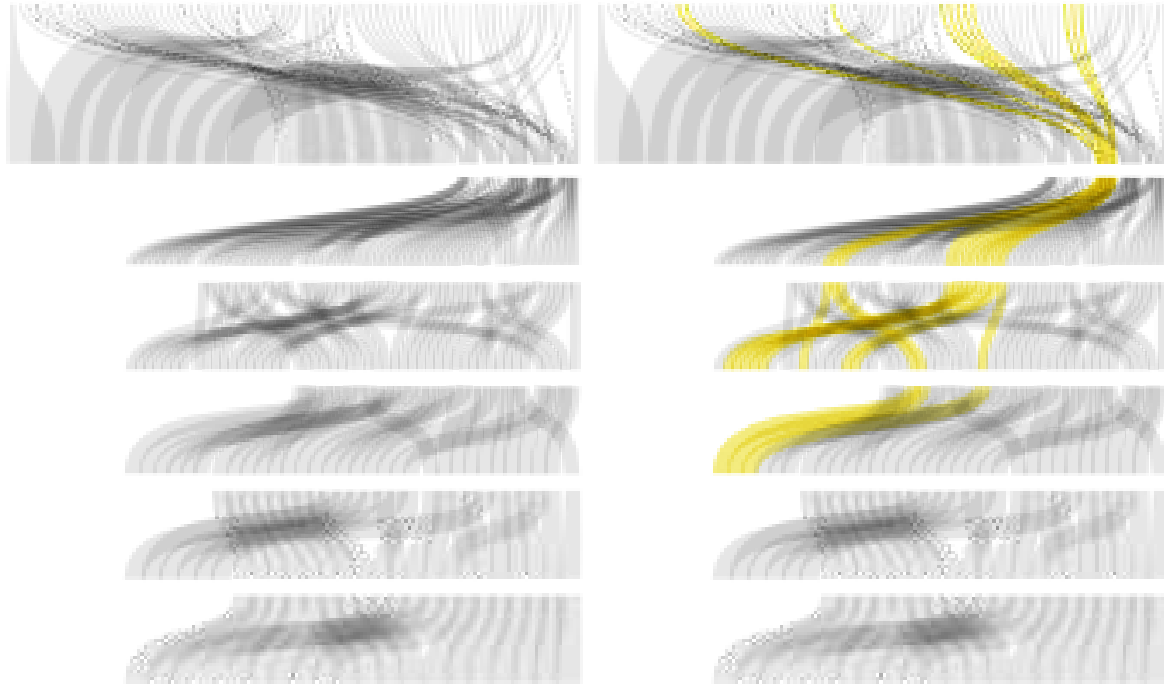
“Therefore, just as ecologists have moved from a species-centric model to functional traits, the wood industry needs to move from a species-centric organization of timber-building products and reorganize around building functional traits.”

moyenne et 2 pour une tolérance élevée. Le RST final calcule ensuite de manière linéaire les trois tolérances biologiques sous forme de nombre indexé. Par exemple, l'érythre à sucre (*Acer saccharum*) passe avec succès ce filtre car, malgré une faible tolérance à la sécheresse (0), il présente une tolérance au froid relativement moyenne (1) et une tolérance à l'ombre élevée (2), ce qui lui confère un score global de 1.0, soit 0.1081 de plus que la moyenne estimée (0.8919) parmi les 74 espèces analysées. À titre de comparaison, l'écart va de 0 pour le Mélèze laricin (*Larix laricina*), une espèce NDC-Es ● (caduque nordique, successivement précoce), à 1.3 pour des espèces telles que l'érythre de Norvège (*Acer platanoides*), une espèce NHW-Ms ● (feuillu nordique, mi-successionnel), ce qui n'est pas surprenant sachant que l'érythre de Norvège est une espèce envahissante ici au Québec et qu'il remplace effectivement les peuplements d'érythres à sucre dans la plupart des environnements forestiers.

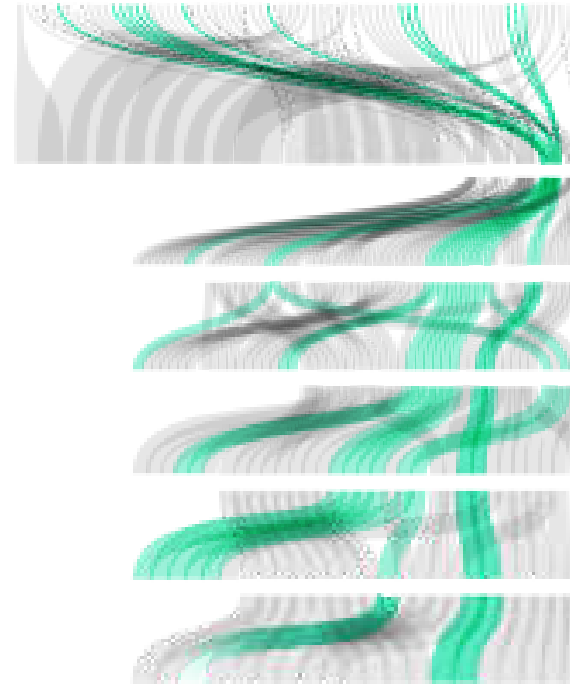
— Peter Osborne, 2025



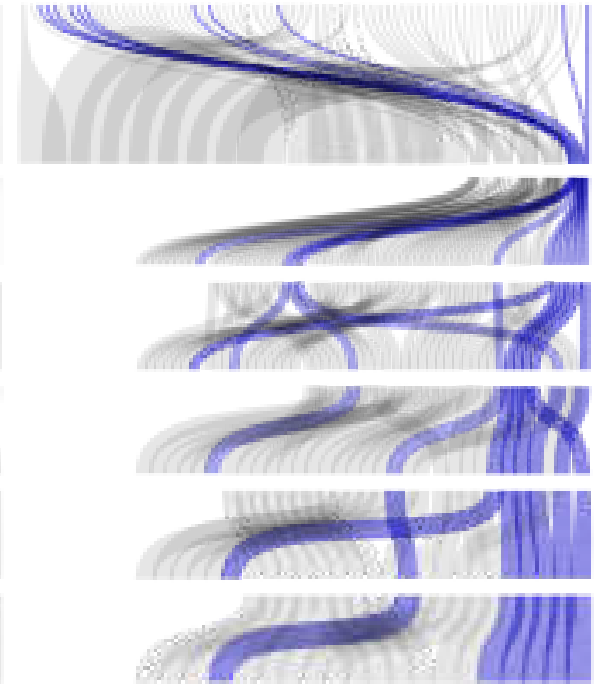
NDC-Es ●



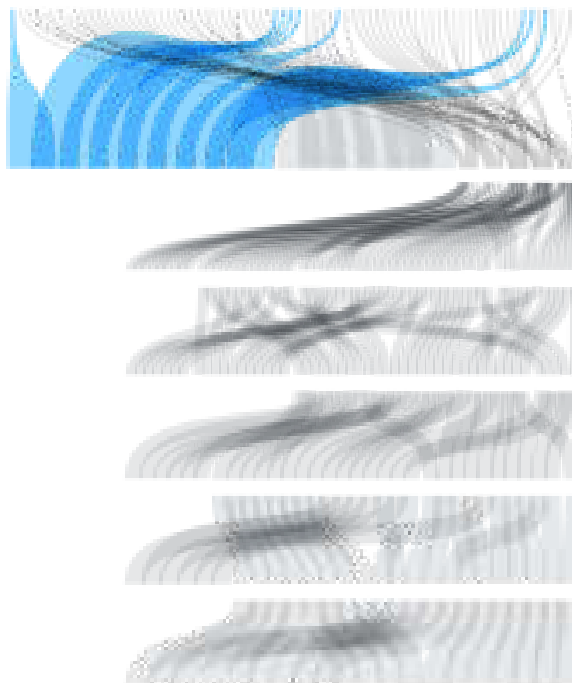
NHW-Es ●



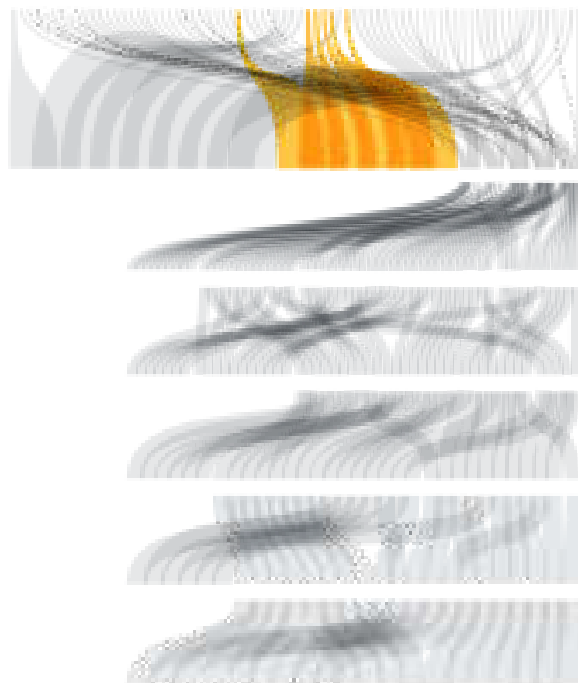
NHW-Ms ●



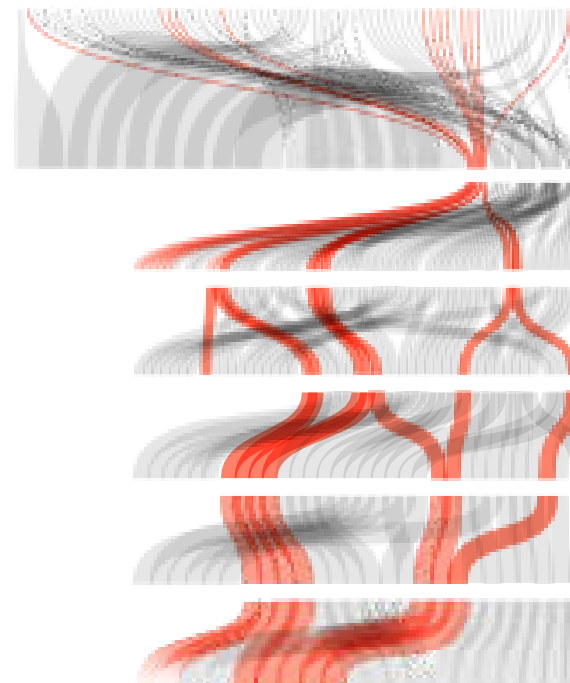
CON-Bor ●



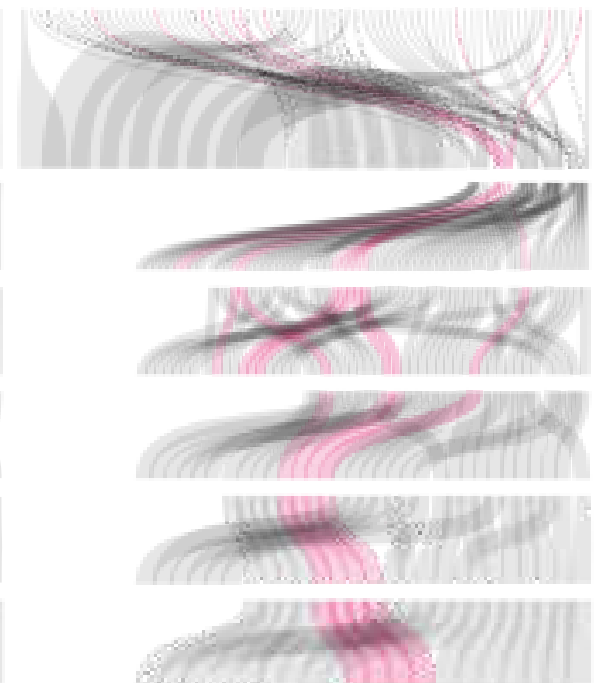
CON-Pin ●



CHW-Dt ●



CHW-Ms ●



Filter Results

Les résultats du filtre

Initial Findings

Through the TBF, the initial list of 74 species is gradually reduced to a list of 17 hardwood candidates that perform well across all six established ecological filters. This represents roughly 23% of the starting population. From those 17 candidates, I decided to extract a short list of five species to focus further on diversity-oriented design. All five species belong to EG that are projected to either maintain or expand their habitat under climate warming, and that show acceptable levels of stress tolerance and biological resistance. They therefore represent species whose increased use in construction would be coherent with the framework.

The promotion criteria are three-fold. The main component for choosing the five flagships from the candidate list was to (a) isolate species coming from varied EG and would therefore express different material traits. For instance, from the four EG represented in the candidate list (CHW-Dt ●, CHW-Ms ●, NHW-Es ● and NHW-Ms ●), I chose one of each, except for the NHW-Ms ● group where a pair were chosen for the invasiveness status of the second species, Norway maple. That way, (b) it is kept as a deliberate case study for how architectural demand might support forest management rather than reinforce the current mono-species model. Finally, (c) I made sure they spanned a wide range of timber behaviour, from relatively light and fast-growing to dense and

Découvertes initiales

À travers du TBF, la liste initiale de 74 espèces est progressivement réduite à une liste de 17 candidats à bois dur qui obtiennent de bons résultats dans les six filtres écologiques établis. Cela représente environ 23 % de la population initiale, soit près d'un quart. À travers du TBF, la liste initiale de 74 espèces est progressivement réduite à une liste de 17 candidats à bois dur qui obtiennent de bons résultats dans les six filtres écologiques établis. Cela représente environ 23 % de la population initiale, soit près d'un quart. Parmi ces 17 candidats, j'ai décidé d'extraire une liste restreinte de cinq espèces afin de me concentrer davantage sur la conception axée sur la diversité. Ces cinq espèces appartiennent toutes à des EG qui devraient maintenir ou étendre leur habitat dans le contexte du réchauffement climatique, et qui présentent des niveaux acceptables de tolérance au stress et de résistance biologique. Elles représentent donc des espèces dont l'utilisation accrue dans la construction serait cohérente avec le cadre.

Les critères de promotion sont triples. Le principal élément qui a présidé au choix des cinq espèces phares parmi la liste des candidates était (a) d'isoler des espèces provenant de divers EG et qui exprimeraient donc des caractéristiques matérielles différentes. Par exemple, parmi les quatre EG représentés dans la liste des candidats (CHW-Dt ●, CHW-Ms ●, NHW-Es ● et NHW-Ms ●), j'ai choisi un représentant de chaque, à l'exception du groupe NHW-Ms ● où deux espèces ont été choisies en

durable hardwoods, so that different structural and envelope roles can be tested.

As stated, the chosen five flagship species are the following: Norway maple (*Acer platanoides*), sugar maple (*Acer saccharum*), yellow birch (*Betula alleghaniensis*), white oak (*Quercus alba*) and American basswood (*Tilia americana*), whereas other selected species are Manitoba maple (*Acer negundo*), bur oak (*Quercus macrocarpa*), northern red oak (*Quercus rubra*), black oak (*Quercus velutina*), white ash (*Fraxinus americana*), pin oak (*Quercus palustris*), slippery elm (*Ulmus rubra*), grey birch (*Betula populifolia*), black maple (*Acer nigrum*), red maple (*Acer rubrum*), black ash (*Fraxinus nigra*), and American hophornbeam (*Ostrya virginiana*).

Species groups like NHW-Ms ● (Northern hardwoods, mid-seral) and CHW-Dt ● (Central hardwoods, drought tolerant) display stronger adaptation and stress tolerance, whereas NDC-Es ● (Northern deciduous, early seral) show general vulnerability. Furthermore, CHW-Ms ● (Central hardwoods, mid-seral) are usually fairly rated through the trait filter, and NHW-Es ● (Northern hardwoods, early seral) tend to be the least fit because of their small size and poor harvestability qualities, even though their biological traits would otherwise rank them high.

Looking at their specific paths through the filter, two NHW-Ms ● (Northern Hardwood, mid-seral) species, Sugar Maple and Norway maple, perform well across most thresholds. They benefit from greatly increasing climate envelopes, good stress tolerances and moderate biological susceptibility, while also offering mostly strong, balanced wood properties. The most apparent distinction between the two species is their historical value and invasiveness status. While the Sugar Maple is a historically significant species in Quebec and Canada's national tree, the Norway Maple is an introduced species that, despite the Sugar Maple's

raison du statut envahissant de la deuxième espèce, l'érable de Norvège. De cette manière, (b) il est conservé comme une étude de cas délibérée sur la manière dont la demande architecturale pourrait soutenir la gestion forestière plutôt que de renforcer le modèle mono-espèce actuel. Enfin, (c) je me suis assuré qu'ils couvraient un large éventail de comportements du bois, allant des bois relativement légers et à croissance rapide aux bois durs denses et durables, afin de pouvoir tester différents rôles structurels et d'enveloppe.

Comme indiqué, les cinq espèces phares choisies sont les suivantes : l'érable de Norvège (*Acer platanoides*), l'érable à sucre (*Acer saccharum*), bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*), chêne blanc (*Quercus alba*) et tilleul d'Amérique (*Tilia americana*), tandis que les autres espèces sélectionnées sont l'érable de Manitoba (*Acer negundo*), le chêne à gros fruits (*Quercus macrocarpa*), le chêne rouge d'Amérique (*Quercus rubra*), le chêne noir (*Quercus velutina*), le frêne blanc (*Fraxinus americana*), le chêne palustre (*Quercus palustris*), l'orme rouge (*Ulmus rubra*), le bouleau gris (*Betula populifolia*), l'érable noir (*Acer nigrum*), l'érable rouge (*Acer rubrum*), le frêne noir (*Fraxinus nigra*) et le charme d'Amérique (*Ostrya virginiana*).

Les groupes d'espèces tels que NHW-Ms ● (feuillus nordiques, mi-successionaux) et CHW-Dt ● (feuillus centraux, tolérants à la sécheresse) présentent une adaptation et une tolérance au stress plus fortes, tandis que les NDC-Es ● (feuillus nordique, séral précoce) montrent une vulnérabilité générale. En outre, les CHW-Ms ● (feuillus du centre, mi-séral) sont généralement bien notés par le filtre des caractéristiques, et les NHW-Es ● (feuillus du nord, stade précoce) ont tendance à être les moins adaptés en raison de leur petite taille et de leurs mauvaises qualités de récolte, même si leurs caractéristiques biologiques leur permettraient autrement d'obtenir un classement élevé.



L'érablière (Oil on canvas, 51.6 x 41.1 cm)

Morrice, James Wilson (1897-1898)

project climate envelope gains, is gradually replacing its native counterpart. That being said, the NHW-Ms ● species are by far the most capable of the species here: discarding only 5 species throughout, indicating overall fitness. They end up representing about 35% of the candidate species, being mainly composed of Maples.

Furthermore, we observe that the tool filters approximately 38% of the CHW-Dt ● species early in the process at the PHC filter. Subsequently, the CHW-Dt ● EG maintains its position throughout, only filtering out European Sweet Chestnut (*Castanea sativa*) until the final filter, where the invasive Black Locust (*Robinia pseudoacacia*) and Siberian Elm (*Ulmus pumila*) are finally removed. This indicates that, with the exception of the small number of PHC discards, drought-tolerant central hardwoods are largely suitable for our analysis. Unsurprisingly, this EG is predominantly composed of oaks (*Quercus* genus), which are known for their slow growth and dense wood.

Inversely, birches (*Betula*), which constitute, alongside cherries/plums (*Prunus*) and mountain-ashes (*Sorbus*), the majority of the NHW-Ex ● EG, do not perform as well in our TBF. Hence the very little representation of the early-seral northern hardwood at the end selection: despite representing almost 20% of the starting population, they form only slightly more than 10% after the last pass. Most NHW-Ex ● are discarded at the WH step, where they represent 83% of the discarded population. This goes to show this EG, although successional useful for our forested ecosystems, (Gestner et al., 2022) tends to be composed of trees with poor harvestability such as weird, irregular shapes or extremely small diameter sizes. The two remaining candidates at the end are effectively two birches: yellow and grey birch (respectively *alleghaniensis* and *populifolia*).

Lastly, another EG performs rather poorly in the

En examinant leurs trajectoires spécifiques à travers le filtre, deux espèces NHW-Ms ● (feuillus nordiques, mi-successionaux), l'érable à sucre et l'érable de Norvège, obtiennent de bons résultats pour la plupart des semis. Elles bénéficient d'une augmentation considérable de leur enveloppe climatique, d'une bonne tolérance au stress et d'une susceptibilité biologique modérée, tout en offrant des propriétés de bois généralement solides et équilibrées. La distinction la plus évidente entre les deux espèces réside dans leur valeur historique et leur statut d'espèce envahissante. Alors que l'érable à sucre est une espèce historiquement importante au Québec et l'arbre national du Canada, l'érable de Norvège est une espèce introduite qui, malgré les gains climatiques du projet de l'érable à sucre, remplace progressivement son homologue indigène. Cela dit, les espèces NHW-Ms ● sont de loin les plus performantes parmi les espèces présentes ici : elles n'écartent que 5 espèces au total, ce qui indique une aptitude globale. Elles représentent environ 35 % des espèces candidates, principalement composées d'érables.

De plus, nous observons que l'outil filtre environ 38 % des espèces CHW-Dt ● dès le début du processus au niveau du filtre PHC. Par la suite, le groupe CHW-Dt ● conserve sa position tout au long du processus, ne filtrant que le châtaignier européen (*Castanea sativa*) jusqu'au filtre final, où le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) et l'orme de Sibérie (*Ulmus pumila*), deux espèces envahissantes, sont finalement éliminés. Cela indique qu'à l'exception d'un petit nombre de rejets PHC, les feuillus centraux résistants à la sécheresse ● sont largement adaptés à notre analyse. Sans surprise, cet EG est principalement composé de chênes (du genre *Quercus*), connus pour leur croissance lente et leur bois dense.

À l'inverse, les bouleaux (*Betula*), qui constituent, avec les cerisiers/pruniers (*Prunus*) et les sorbiers (*Sorbus*), la majorité des NHW-Ex ● EG, ne sont pas aussi performants dans notre TBF. D'où la très faible

TBF: NDC-Es ● (Northern deciduous, early-seral). As early-successional species they in some ways bridge the biological gap between softwoods and hardwoods here in North America. The most example being Tamarack (*Larix laricina*), a boreal deciduous conifer tree with needle-like leaves. Wikipedia, 2025a These species are largely projected to maintain their current climate envelope over the coming century. However, they do not get past the biological susceptibility filter (RBS) due to their often-low tolerance to environmental and biological stresses. While they have a share of diversification to pursue, some early-seral northern deciduous trees, such as Tamarack, are already seeing mainstream use in construction.

Material Correlations

Correlations-wise, trees with slower growths like hardwoods seem to have the time to develop denser fibres with thicker cell walls, making the wood generally stronger. That way, NHW-Ms ● and CHW-Dt ●, usually showing higher density, Janka hardness, and overall mechanical strengths, correlate more with structure applications than other faster-growing trees that essentially trade growth speed for wood volume. Additionally, thermal properties seem to follow porosity. In that sense, lower-density wood species will perform better than structurally stronger ones. This makes CHW-Ms ● and NDC-Es ●, plus eventually CON-Bor ● and CON-Pin ●, potentially stronger candidate families for insulation in construction.

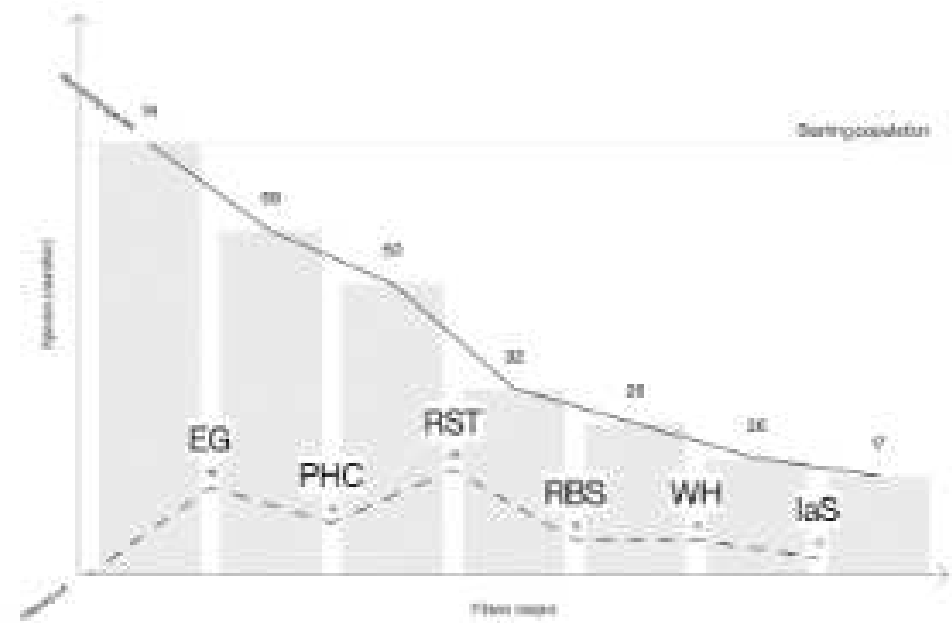
Forest conditions seem to moderately influence the wood characteristics when it comes to the wood's biological resistance. This can be seen in CHW-Dt ● species, mostly Oaks, where they show good rot resistance. Except for the sapwood part of the log, this would mean that it is possible to employ Oak for exterior purposes. The assumption is that drought-tolerant species that grow in water-deprived/shade-less environments develop a

représentation des feuillus nordiques précoces dans la sélection finale : bien qu'ils représentent près de 20 % de la population initiale, ils ne constituent qu'un peu plus de 10 % après le dernier passage. La plupart des NHW-Es ● sont éliminés à l'étape WH, où ils représentent 83 % de la population éliminée. Cela montre que ce groupe, bien qu'utile pour la succession de nos écosystèmes forestiers, Grebner et al., 2022 a tendance à être composé d'arbres difficiles à exploiter, tels que ceux qui ont des formes irrégulières ou un diamètre extrêmement petit. Les deux candidats restants à la fin sont en fait deux bouleaux : le bouleau jaune et le bouleau gris (respectivement *alleghaniensis* et *populifolia*).

Enfin, un autre EG affiche des performances plutôt médiocres dans le TBF : les NDC-Es ● (feuillus nordiques, en début de succession). En tant qu'espèces en début de succession, elles comblent en quelque sorte le fossé biologique entre les résineux et les feuillus ici en Amérique du Nord. L'exemple le plus frappant est celui du mélèze laricin (*Larix laricina*), un conifère boréal à feuilles caduques et à aiguilles, Wikipedia, 2025a Ces espèces devraient largement conserver leur enveloppe climatique actuelle au cours du siècle à venir. Cependant, elles ne passent pas le filtre de susceptibilité biologique (RBS) en raison de leur tolérance souvent faible aux stress environnementaux et biologiques. Bien qu'elles aient encore une part de diversification à poursuivre, certaines essences feuillues nordiques à succession précoce, telles que le mélèze laricin, sont déjà largement utilisées dans la construction.

Corrélations matérielles

En termes de corrélations, les arbres à croissance plus lente, comme les feuillus, semblent avoir le temps de développer des fibres plus denses avec des parois cellulaires plus épaisses, ce qui rend le bois généralement plus résistant. Ainsi, les NHW-Ms ● et les CHW-Dt ●, qui présentent généralement une densité, une dureté Janka et une résistance



Filtering process through the trait-based filter

Lallier, Oscar (2025)

different set of physical traits that add to the rot resistance aspect of the given timber product.

Finally, the evident link between the seral aspect of a tree and its growth speed would indicate that early-seral (early-successional) species like NDC-Es ● and NHW-Es ●, alongside CON-Bor ● and CON-Pin ● groups, by growing faster, should embody less carbon by volume. On the other hand, the mid-seral (mid-successional) groups such as CHW-Ms ● and NHW-Ms ● should logically indicate higher carbon sequestration for an equivalent volume of timber. Construction-wise, this would suggest that using mid-seral as a diversification tool has a more positive impact on global carbon sequestration.

mécanique globale plus élevées, sont davantage adaptés aux applications structurales que les autres arbres à croissance plus rapide qui privilégient essentiellement la vitesse de croissance au détriment du volume de bois. De plus, les propriétés thermiques semblent suivre la porosité. En ce sens, les essences de bois de moindre densité seront plus performantes que celles qui sont structurellement plus résistantes. Cela fait des essences CHW-Ms ● et NDC-Es ●, ainsi que, à terme, CON-Bor ● et CON-Pin ●, des candidates potentiellement plus résistantes pour l'isolation dans la construction.

Les conditions forestières semblent influencer modérément les caractéristiques du bois en ce qui concerne sa résistance biologique. Cela se voit chez les espèces CHW-Dt ●, principalement les chênes, qui présentent une bonne résistance à la pourriture. À l'exception de la partie aubier du tronc, cela signifie

Specific Trees

This section briefly synthesizes material properties from the five candidate species: Norway maple, sugar maple, yellow birch, white oak and American basswood. At this point, after selecting candidates purely on forest traits, I briefly reintroduce material traits to show how the five flagship species span distinct construction roles. It identifies which trees appear to hold the most potential for use in construction, but it only begins to address the implications of these material traits. In reality, this section should be much longer, but it is intended here as a short overview that prepares the ground for the next step.

qu'il est possible d'utiliser le chêne à des fins extérieures. L'hypothèse est que les espèces tolérantes à la sécheresse qui poussent dans des environnements dépourvus d'eau et d'ombre développent un ensemble de caractéristiques physiques différentes qui renforcent la résistance à la pourriture du produit en bois concerné.

D'autre part, les groupes de succession intermédiaire tels que CHW-Ms ● et NHW-Ms ● devraient logiquement présenter une séquestration de carbone plus élevée pour un volume de bois équivalent. Du point de vue de la construction, cela suggère que l'utilisation de la succession intermédiaire comme outil de diversification a un impact plus positif sur la

Sugar maple is a slow-growing hardwood and an extremely abundant species that bears cultural significance in Quebec, with the potential to be used both as a cultural and as a material symbol of our forests and land.

Norway maple Acer platanoides (NHW-Ms ●), or Norway Maple is an invasive hardwood species that is considered unwanted and currently displaces native populations of Sugar Maple: it represents both a threat to our forests and an important opportunity for architectural design. Its wood lacks durability, has low biological resistance, and is moderately dense. ^{Meier, 2008} Potential applications include interior finishes and volume-heavy usages. From a forest resilience perspective, using Norway Maple in construction can transform a management problem into a material resource by providing value to trees that are already being removed. Its inclusion in the selection also points out the need to coordinate

séquestration mondiale du carbone.

Arbres spécifiques

Cette section résume brièvement les propriétés matérielles des cinq espèces candidates : l'érable de Norvège, l'érable à sucre, le bouleau jaune, le chêne blanc et le tilleul d'Amérique. À ce stade, après avoir sélectionné les candidats uniquement sur la base de leurs caractéristiques forestières, je présente brièvement les caractéristiques des matériaux afin de montrer comment les cinq espèces phares peuvent jouer des rôles distincts dans la construction. Cela détermine quels arbres semblent présenter le plus

architectural use with careful strategies to avoid encouraging further planting. Furthermore, as a member of the Acer genus, there is more research to be conducted regarding its dual relationship (forest-building) with Sugar Maple.

Sugar maple Acer saccharum (NHW-Ms ●), or sugar maple is a slow-growing hardwood and extremely abundant species that bears with it a culture in Quebec: it has the potential to be used both a material and a cultural symbol of our forests and land. Additionally, its habitat range will most likely continue to expand and shift northward. Because of its great mechanical performance, potential applications include structure, interior

grand potentiel pour la construction, mais ça ne fait qu'aborder les implications de ces caractéristiques des matériaux. En réalité, cette section devrait être beaucoup plus longue, mais elle est ici conçue comme un bref aperçu qui prépare le terrain pour l'étape suivante.

Érable de Norvège L'Acer platanoides (NHW-Ms ●), ou érable de Norvège, est une espèce de feuillu envahissante considérée comme indésirable et qui supprime actuellement les populations indigènes d'érable à sucre : il représente à la fois une menace pour nos forêts et une opportunité importante pour la conception architecturale. Son bois manque de durabilité, a une

L'érable à sucre est un bois dur à croissance lente, une espèce extrêmement abondante et intimement liée à la culture québécoise, à la fois comme matériau et comme symbole de nos forêts et de notre territoire.

finishes, secondary and specialty wood items. ^{Meier, 2008} Ecologically, the Sugar Maple is an essential component of mid-seral hardwood forests. Increasing its architectural use can support the maintenance of mixed-maple dominated stands. In this sense, it has the potential to be a strategic species where material performance, forest management and built cultural identity could overlap.

Yellow Birch Betula alleghaniensis (NHW-Es ●), or Yellow Birch is also a strong and one of the most abundant native species of Quebec, yet it also proposes balanced material specifications. While Yellow Birch makes for good panel wood

faible résistance biologique et est modérément dense. ^{Meier, 2008} Ses applications potentielles comprennent les finitions intérieures et les utilisations à fort volume. Du point de vue de la résilience des forêts, l'utilisation de l'érable de Norvège dans la construction peut transformer un problème de gestion en une ressource matérielle en donnant de la valeur aux arbres qui sont déjà abattus. Son inclusion dans la sélection souligne également la nécessité de coordonner l'utilisation architecturale avec des stratégies prudentes afin d'éviter d'encourager de nouvelles plantations. En outre, en tant que membre du genre Acer, des recherches supplémentaires doivent être menées sur sa double relation (forêt-

products (for example, plywood), it historically has been used for doors, furniture, and finishes. ^{Mélin, 2008}

Its flexibility and moderate density suggest potential applications to include interior structure, general framing, and finishes of all kinds. Forestry-wise, Yellow Birch often coexists with Sugar Maple and helps maintain species diversity in these stands. Giving it a clearer role in construction can help keep mixed Maple-Birch forests economically viable rather than pushing management toward single species compositions.

White oak *Quercus alba* (CHW-Dt ●), or white oak is a dense, strong wood that offers high durability and natural resistance to decay. Additionally, it is comparatively economical and easy to work with. ^{Mélin, 2008} That being said, it is slow-growing. However, that means longevity and potentially higher carbon embodiment, like other dense hardwoods. Unsurprisingly, potential applications include moisture-prone assemblies, exterior cladding, decking, and hybrid structural components. That being said, White Oak has a low dimensional stability value: it shrinks and warps a lot. Its drought tolerance within the CHW-Dt ● group also aligns with projected warmer and drier conditions, making it a forward-looking choice for both forests and buildings. Targeted use of White Oak in high-value applications could very well justify more active management and planting in suitable parts of southern Quebec.

American basswood *Tilia americana* (CHW-Ms ●), or American basswood is a light, fast-growing hardwood with low strength but excellent workability. American basswood's insulating and acoustic qualities suit interior or composite applications, complementing denser hardwoods in adaptive, low-impact construction systems. ^{Mélin, 2008} In that sense, its potential applications include panel compositions, insulation in general, and weight-sensitive constructions. American basswood is a common component of climate-envelope-rich hardwood stands and could

bâtiment) avec l'érable à sucre.

Érable à sucre L'*Acer saccharum* (NHW-Ms ●), ou érable à sucre, est un bois dur à croissance lente et une espèce extrêmement abondante qui fait partie intégrante de la culture québécoise : il peut être utilisé à la fois comme matériau et comme symbole culturel de nos forêts et de notre territoire. De plus, son aire de répartition continuera très probablement à s'étendre et à se déplacer vers le nord. En raison de ses excellentes performances mécaniques, ses applications potentielles comprennent les structures, les finitions intérieures, les articles en bois secondaires et spécialisés. ^{Mélin, 2008} Sur le plan écologique, l'érable à sucre est un élément essentiel des forêts de feuillus de stade intermédiaire. L'augmentation de son utilisation dans l'architecture peut favoriser le maintien des peuplements mixtes dominés par l'érable. En ce sens, il a le potentiel d'être une espèce stratégique où les performances matérielles, la gestion forestière et l'identité culturelle construite pourraient se recouper.

Bouleau jaune Le *Betula alleghaniensis* (NHW-Es ●), ou bouleau jaune, est également une espèce indigène robuste et l'une des plus abondantes au Québec, mais il présente également des caractéristiques matérielles équilibrées. Bien que le bouleau jaune soit un bon matériau pour la fabrication de panneaux (par exemple, le contreplaqué), il a toujours été utilisé pour la fabrication de portes, de meubles et de finitions. ^{Mélin, 2008} Sa flexibilité et sa densité modérée suggèrent des applications potentielles dans les structures intérieures, les charpentes générales et les finitions de toutes sortes. Sur le plan forestier, le bouleau jaune coexiste souvent avec l'érable à sucre et contribue à maintenir la diversité des espèces dans ces peuplements. Lui donner un rôle plus clair dans la construction peut aider à maintenir la viabilité économique des forêts mixtes d'érables et de bouleaux plutôt que de pousser la gestion vers des compositions mono-espèces.

theoretically help maintain productivity and canopy closure after disturbances. Assigning it a defined role in weight-conscious and composite uses has the potential to add value to a species that is often overlooked.

Chêne blanc Le *Quercus alba* (CHW-Dt ●), ou chêne blanc, est un bois dense et solide qui offre une grande durabilité et une résistance naturelle à la pourriture. De plus, il est relativement économique et facile à travailler. ^{Mélin, 2008} Cependant, il pousse lentement : cela signifie qu'il exprime potentiellement une longue durée de vie et un potentiel de stockage de carbone plus élevé, tout comme les autres bois durs et denses. Sans surprise, ses applications potentielles comprennent les assemblages sujets à l'humidité, les revêtements extérieurs, les terrasses et les composants structurels hybrides. Malheureusement, le chêne blanc a une faible stabilité dimensionnelle : il rétrécit et se déforme beaucoup. Sa tolérance à la sécheresse au sein du groupe CHW-Dt ● correspond également aux conditions plus chaudes et plus sèches prévues, ce qui en fait un choix d'avenir tant pour les forêts que pour les bâtiments. L'utilisation ciblée du chêne blanc dans des applications à forte valeur ajoutée pourrait très bien justifier une gestion et une plantation diversificatrice plus actives dans les régions appropriées du sud du Québec.

Tilleul d'Amérique Le *Tilia americana* (CHW-Ms ●), ou tilleul d'Amérique, est un bois dur léger à croissance rapide, peu résistant mais très facile à travailler. Les qualités isolantes et acoustiques du tilleul d'Amérique peuvent convenir aux applications intérieures ou composites, complétant les bois durs plus denses dans les systèmes de construction adaptatifs à faible impact écologique. ^{Mélin, 2008} En ce sens, ses applications potentielles comprennent la composition de panneaux, l'isolation en général et les constructions sensibles au poids. Le tilleul d'Amérique est une des espèces courantes des peuplements de feuillus riches en enveloppe climatique (CE) et pourrait théoriquement contribuer à maintenir la **productivité et la fermeture** de la canopée après des perturbations. Lui attribuer un rôle défini dans les utilisations sensibles au poids et composites pourrait ajouter de la valeur à une espèce souvent négligée.

Tool Analysis

Analyse *de l'*outil

Discussion

Looked at as an ensemble, the results confirm that a trait-based approach can identify a small group of hardwood species that both respond positively to climate projections and offer relevant material characteristics for construction. The final list bridges early and mid-successional groups and spans a gradient from low density, easily worked wood to dense, durable timber. This spread is important for upcoming design exercises. It means that diversification does not point toward one single “*new SPF*” species for example, rather toward a set of complementary roles that different trees can play in buildings and in forests. Osborne, 2025

However, the TBF also exposes clear trade-offs. white oak scores very highly on drought tolerance and biological resistance but is currently less abundant in Quebec, which raises questions about how quickly it could be integrated into local supply chains. Norway maple, in contrast, is abundant and stress tolerant but invasive; using it in construction could help manage its spread, while at the same time requiring caution not to encourage further planting. Sugar maple and yellow birch occupy a middle ground as iconic, abundant, and mechanically strong species that already hold a certain importance yet remain underused in contemporary timber systems. American basswood, finally, reminds us that diversification can also include low strength, low density wood that is better suited to interior or

Discussion

Considérés dans leur ensemble, les résultats confirment qu'une approche basée sur les caractéristiques permet d'identifier un petit groupe d'essences de feuillus qui réagissent positivement aux projections climatiques et offrent des caractéristiques matérielles pertinentes pour la construction et l'architecture. La liste finale fait le lien entre les groupes en début et en milieu de succession et couvre un gradient allant du bois à faible densité et facile à travailler au bois dense et durable. Cette diversité est importante pour les futurs exercices de conception. Cela signifie que la diversification ne conduit pas vers une seule « *nouvelle espèce SPF* », par exemple, mais plutôt vers un ensemble de rôles complémentaires que différents arbres peuvent jouer dans les bâtiments et dans les forêts. Osborne, 2025

Cependant, le TBF met également en évidence des compromis évidents. Le chêne blanc obtient d'excellents résultats en matière de tolérance à la sécheresse et de résistance biologique, mais il est actuellement moins abondant au Québec, ce qui soulève des questions quant à la rapidité avec laquelle il pourrait être intégré dans les chaînes d'approvisionnement locales. L'érable de Norvège, en revanche, est abondant et tolérant au stress, mais envahissant ; son utilisation dans la construction pourrait contribuer à gérer sa propagation, tout en exigeant la prudence afin de ne pas encourager de nouvelles plantations. L'érable à sucre et le bouleau

composite applications than to primary structure. From a methodological perspective, the TBF demonstrates that starting from forest traits rather than from material performance alone leads to a different shortlist than conventional material selection would likely produce. Instead of reinforcing the status quo around fast growing, straight, highly standardised species, the filter keeps species that are projected to remain or become ecologically robust and that contribute to a more complex forest composition. This suggests that similar tools could be used to guide future diversification efforts in other regions, provided, of course, that their thresholds and trait selections are carefully adapted to local contexts.

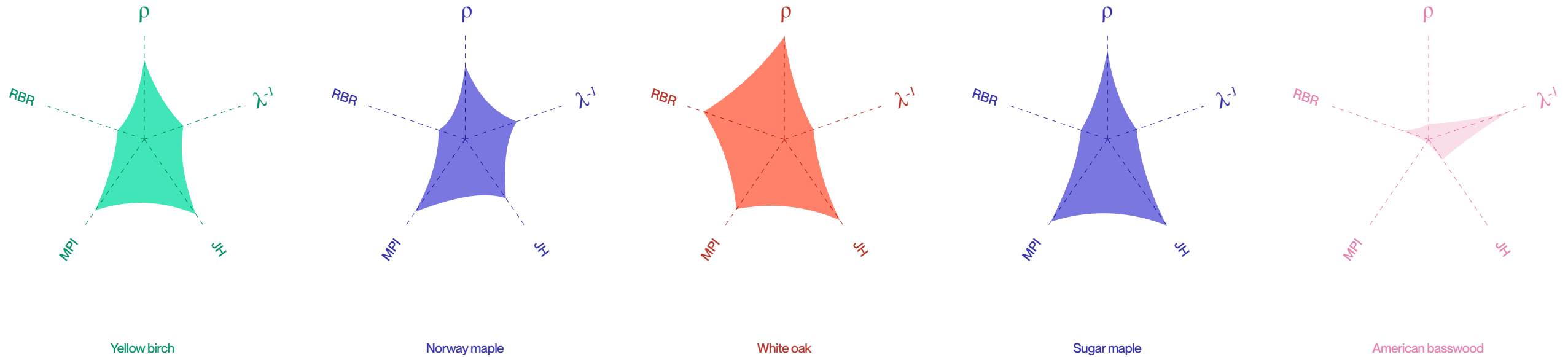
The following design phase aims to use the selected flagship species (Norway maple, sugar maple, yellow birch, white oak, and American basswood), and data and translate it into architectural proposals, without limiting itself to this list of five and being allowed to reach for the 17 candidates. As research through design, this work aims to learn from results produced through design and true-scale model making. Such prototyping should focus on a few of the selected hardwoods to test their behaviour in construction use-cases. These explorations aim to form a practical pathway for integrating diversified hardwoods into Quebec's construction loop.

Methodological Issues

As already briefly mentioned, potential issues with the trait filter arise at several levels. First, by removing all conifer species at the beginning of the process through EG thresholds, the filter clearly prioritizes the hardwood species that are most valuable for this research. Even if that is our goal here, there are few softwood species that are not overused and that still deserve attention from a diversification perspective. This group of trees is relatively small, and because they are softwoods

jaune occupent une place intermédiaire en tant qu'espèces emblématiques, abondantes et mécaniquement résistantes, qui ont déjà une certaine importance mais restent sous-utilisées dans les systèmes contemporains d'exploitation du bois. Enfin, le tilleul d'Amérique nous rappelle que la diversification peut également inclure du bois de faible résistance et de faible densité, mieux adapté aux applications intérieures ou composites qu'aux structures primaires. D'un point de vue méthodologique, le TBF démontre que le fait de partir des caractéristiques forestières plutôt que des seules performances des matériaux conduit à une sélection différente de celle que produirait probablement une sélection conventionnelle des matériaux. Au lieu de renforcer le statu quo autour d'essences à croissance rapide, droites et hautement standardisées, le filtre conserve les essences qui devraient rester ou devenir écologiquement robustes et qui contribuent à une composition forestière plus complexe. Cela suggère que des outils similaires pourraient être utilisés pour orienter les futurs efforts de diversification dans d'autres régions, à condition, bien sûr, que leurs seuils et leurs sélections de caractéristiques soient soigneusement adaptés aux contextes locaux.

La phase de conception suivante vise à utiliser les espèces phares sélectionnées (érable de Norvège, érable à sucre, bouleau jaune, chêne blanc et tilleul d'Amérique), ainsi que les données, et à les traduire en propositions architecturales, sans se limiter à cette liste de cinq espèces et en pouvant puiser parmi les 17 espèces candidates. En tant que recherche par la conception, ce travail vise à tirer des enseignements des résultats obtenus grâce à la conception et à la fabrication de maquettes à l'échelle réelle. Ces prototypes devraient se concentrer sur quelques-uns des bois durs sélectionnés afin de tester leur comportement dans des cas d'utilisation dans la construction. Ces explorations visent à tracer une voie pratique pour intégrer des bois durs diversifiés dans le cycle de construction au Québec.



Material Traits Radar Chart

Lallier, O. (2025)

with characteristics that are likely similar to other softwoods already used in construction, their architectural applications would be more accessible and would require less intensive research. They mainly require diversification rather than deep investigation. If they are to be considered, the effort should focus on species that have not yet reached their southern climatic limit in Quebec.

There are also potential limitations in the data handling process. The system does not correctly differentiate between planted and natural forests. This is problematic because it prevents the datasets from being sufficiently comprehensive for national-level forestry applications, particularly in relation to climate envelope predictions data used. Nonetheless, the filter is based on relative evolutions expressed as percentages, which

Soucis méthodologiques

Comme nous l'avons déjà brièvement mentionné, le filtre de caractéristiques soulève plusieurs problèmes potentiels. Tout d'abord, en éliminant toutes les espèces de conifères au début du processus à l'aide de seuils EG, le filtre donne clairement la priorité aux essences de feuillus qui présentent le plus d'intérêt pour cette recherche. Même si tel est notre objectif ici, il existe quelques essences de résineux qui ne sont pas surexploitées et qui méritent néanmoins notre attention dans une perspective de diversification. Ce groupe d'arbres est relativement petit, et comme il s'agit de résineux dont les caractéristiques sont probablement similaires à celles d'autres résineux déjà utilisés dans la construction, leurs applications architecturales seraient plus accessibles et nécessiteraient moins de recherches approfondies. Elles nécessitent principalement une

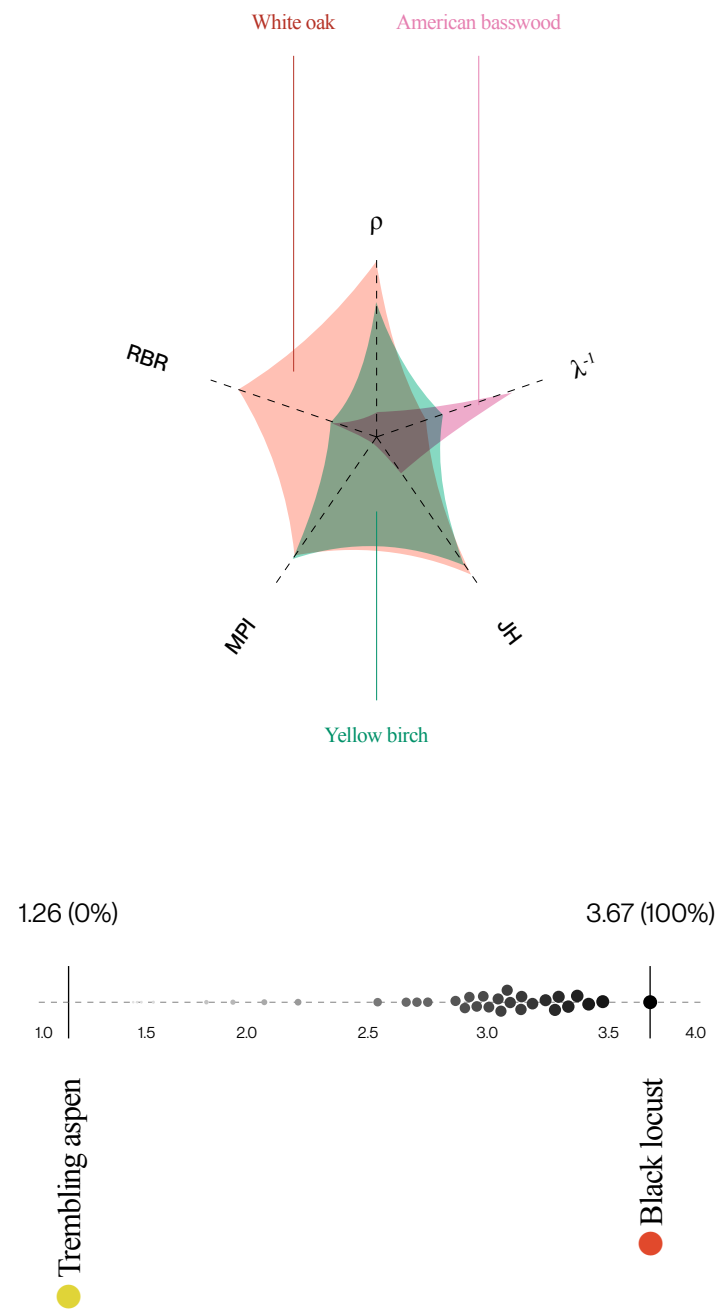
should in principle be applicable regardless of the climate envelope size or occupied area of the species. In this sense, that filtering level mainly serves to deepen and support the following filters rather than to decide alone.

The indexes used, such as biological resistance to pathogens and pests and resistance to stresses such as drought, shade, and cold, are not weighted to one another because of the very limited amount and accessibility of precise information for Quebec species. Weighting the data within a single index, as done in other research, would help to emphasize the most important issues or at least give an order of magnitude to the influence of each trait. *Quirk et al., 2020* The indexes are directly linked to the available information and remain tied to the specific territory, which is positive in this context but could become

diversification plutôt qu'une étude approfondie. Si elles doivent être prises en considération, les efforts devraient se concentrer sur les espèces qui n'ont pas encore atteint leur limite climatique sud au Québec.

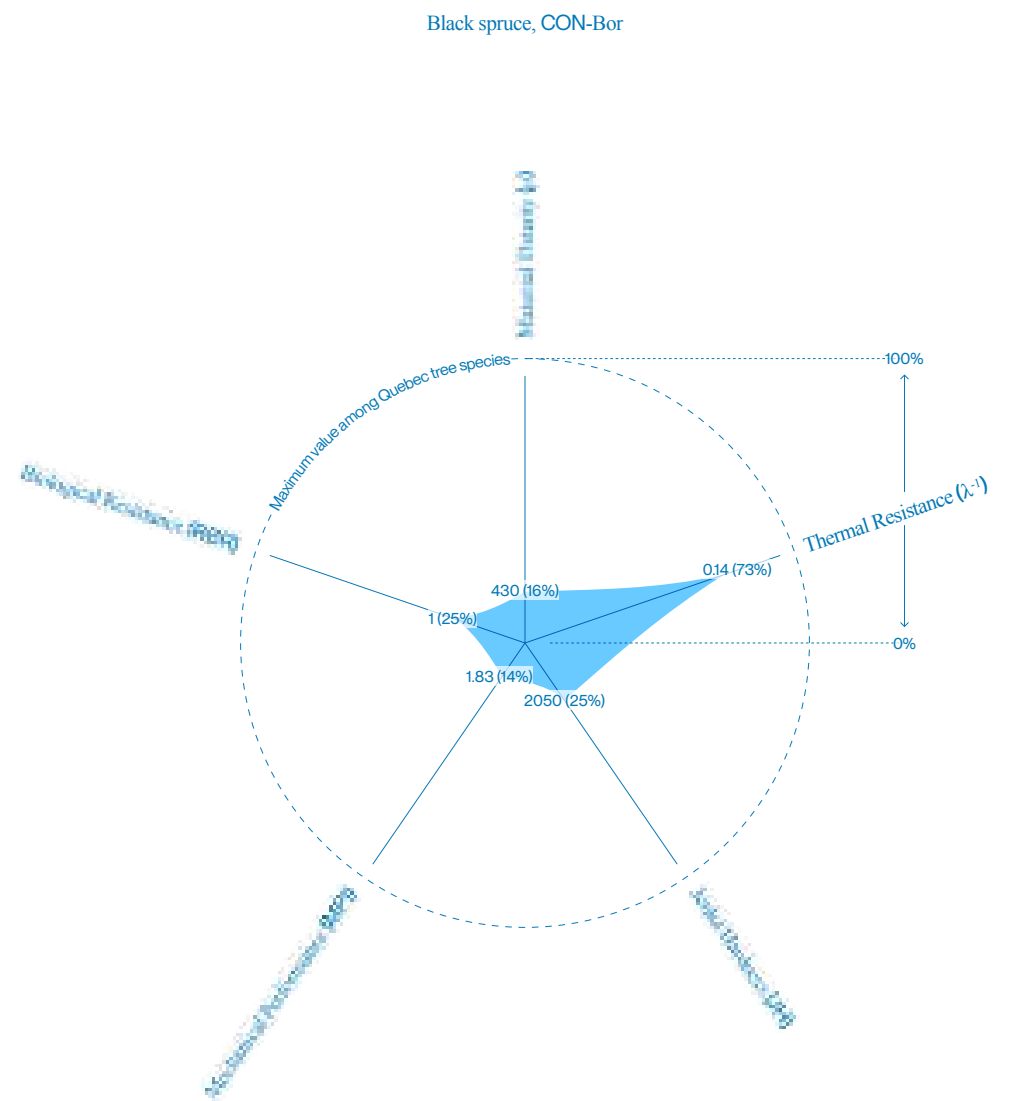
Le processus de traitement des données présente également certaines limites potentielles. Le système ne fait pas correctement la distinction entre les forêts plantées et les forêts naturelles. Cela pose problème, car cela empêche les ensembles de données d'être suffisamment complets pour les applications forestières au niveau national, en particulier en ce qui concerne les données utilisées pour les prévisions relatives à l'enveloppe climatique. Néanmoins, le filtre est basé sur des évolutions relatives exprimées en pourcentages, qui devraient en principe être applicables indépendamment de la taille de l'enveloppe climatique ou de la superficie occupée par l'espèce. En ce sens, ce niveau de filtrage sert

Trait-Based Filter



68

Prototyping Forest Resilience



69



Le four, illustration pour « Maria Chapdelaine » (Charcoal on paper, 31.8 x 48.5 cm)

Duguay, R., and Suzor-Côté, Marc-Aurèle de Foy (1927)

inaccurate if the context is poorly defined or if the model is applied elsewhere. They could perhaps be improved by including more resistance levels or by being placed at a different point in the filter sequence.

Another potential issue concerns EG classification. There may be other EG depending on the classification method used and thus requires more reading on the topic. This model relies on the classification proposed by P. Osborne in 2023 and forms an important part of the analytical basis here. Still, the main problem is that this analysis assumed EG membership based on

principalement à approfondir et à soutenir les filtres suivants plutôt qu'à prendre une décision à lui seul.

Les indices utilisés, tels que la résistance biologique aux agents pathogènes et aux ravageurs et la résistance aux stress tels que la sécheresse, l'ombre et le froid, ne sont pas pondérés les uns par rapport aux autres en raison de la quantité très limitée et de l'accessibilité des informations précises sur les espèces du Québec. La pondération des données au sein d'un seul indice, comme cela a été fait dans d'autres recherches, permettrait de mettre en évidence les questions les plus importantes ou, à tout le moins, de donner un ordre de grandeur à

known data, which may not be entirely correct. It would have been preferable to contact the author to confirm these assignments. Additionally, there may be more groups that would help to clarify more distant or specific cases. Some species may also be misclassified, which can have either positive or negative effects on the results, for example at the first filter level. The advantage is that apart from the first level of filtering, this does not change much since the positions are not limited by ecological grouping.

The acceptability thresholds were generally defined arbitrarily in order to quickly reach a reduced pool of candidates. By removing about 20% per step, or one-fifth of the set, the process quickly leads to strong forest level candidates. This is intentionally coarse and is discussed here as something to further refine in future iterations of the species-selection process. Another possible improvement would be that by lowering the threshold and adding more filters, it would be possible to further specialise the results and change the outcome.

Finally, there are too many forest traits to fully understand and include. The largest limitation is the forest dynamics, which are almost impossible to precisely analyze and therefore to incorporate into prediction models. With more time, these results could be refined and understandings deepened.

Questions

Looking at the filter and discussion, a few questions arise: First, how far is the TBF from actual forest management practices and how can it inform subsequent design work? Second, many other countries have already started a process of embedding diversity in construction legislation.¹⁴⁹² For example, Germany is objectively more advanced than Canada in terms of hardwood regulatory integration. To what extent can current

l'influence de chaque caractère.¹⁴⁹² Les indices sont directement liés aux informations disponibles et restent liés au territoire spécifique, ce qui est positif dans ce contexte, mais pourrait devenir inexact si le contexte est mal défini ou si le modèle est appliqué ailleurs. Ils pourraient peut-être être améliorés en incluant davantage de niveaux de résistance ou en étant placés à un autre endroit dans la séquence de filtrage.

Une autre question potentielle concerne la classification des EG. Il peut exister d'autres EG selon la méthode de classification utilisée, ce qui nécessite donc de se documenter davantage sur le sujet. Ce modèle s'appuie sur la classification proposée par Osborne en 2023 et constitue une partie importante de la base analytique utilisée ici. Cependant, le principal problème réside dans le fait que cette analyse a supposé l'appartenance à un EG sur la base de données connues, qui peuvent ne pas être tout à fait correctes. Il aurait été préférable de contacter l'auteur pour confirmer ces attributions. En outre, il pourrait exister d'autres groupes qui aideraient à clarifier des cas plus éloignés ou plus spécifiques. Certaines espèces pourraient également être mal classées, ce qui peut avoir des effets positifs ou négatifs sur les résultats, par exemple au premier niveau de filtrage. L'avantage est qu'à part le premier niveau de filtrage, cela ne change pas grand-chose puisque les positions ne sont pas limitées par le regroupement écologique.

Les seuils d'acceptabilité ont généralement été définis de manière arbitraire afin d'obtenir rapidement un nombre réduit de candidats. En éliminant environ 20 % à chaque étape, soit un cinquième de l'ensemble, le processus permet d'obtenir rapidement des candidats solides au niveau de la forêt. Cette méthode est volontairement approximative et est présentée ici comme un élément à affiner dans les prochaines itérations du processus de sélection des espèces. Une autre amélioration possible serait d'abaisser le seuil et d'ajouter davantage de filtres, ce qui permettrait de spécialiser

building codes in Quebec accommodate these hardwood species and how is it a priority in this ongoing research? ^{cecobois, 2025} Finally, how can design, education, and professional practices integrate this trait-based thinking so that we transition to a more sustainable view of wood as a multitude of species instead of an undefined, generic material like concrete? This last question is particularly interesting, because with the rising interest around engineered wood products, we have collectively and wrongfully adapted construction logics initiated by concrete and steel. ^{Settimi, 2025} This creates a disconnect between the living properties of trees in the forest and the material properties of wood in construction, while also stripping timber building of its ancestral culture.

davantage les résultats et de modifier le résultat final.

Enfin, il existe tout simplement trop d'interactions forestières pour les comprendre avec une vision globale afin de toutes les inclure. La plus grande limitation est ainsi les dynamiques forestières, qui sont presque impossible à analyser avec précision et donc à intégrer dans les modèles de prédiction, particulièrement dans le cadre de cette étude. Avec plus de temps, ces résultats pourraient donc être affinés, et la compréhension approfondie.

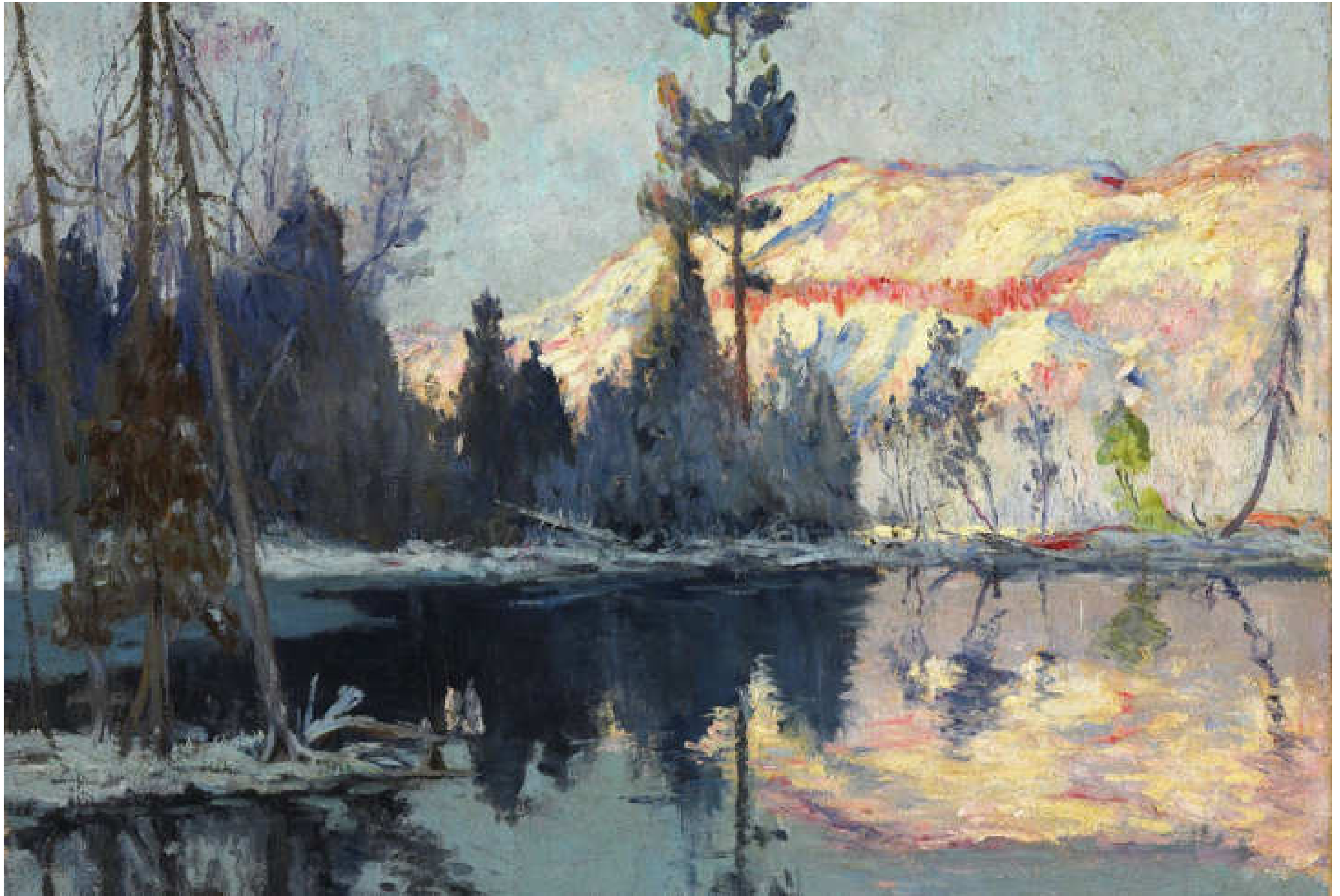
Questions

En examinant le filtre et la discussion, plusieurs questions se posent. Premièrement, dans quelle mesure le TBF est-il éloigné des pratiques réelles de gestion forestière et comment peut-il éclairer les travaux de conception ultérieurs ? Deuxièmement, de nombreux autres pays ont déjà entamé un processus d'intégration de la diversité dans la législation sur la construction. ^{Merz et al., 2021} Par exemple, l'Allemagne est objectivement plus avancée que le Canada en matière d'intégration réglementaire du bois dur. Dans quelle mesure les codes du bâtiment actuels au Québec peuvent-ils s'adapter à ces essences de bois dur et en quoi cela constitue-t-il une priorité dans cette recherche en cours? ^{cecobois, 2025} Enfin, comment la conception, l'éducation et les pratiques professionnelles peuvent-elles intégrer cette réflexion basée sur les caractéristiques afin que nous passions à une vision plus durable du bois en tant que multitude d'essences plutôt que comme un matériau générique et indéfini tel que le béton ? Cette dernière question est particulièrement intéressante, car avec l'intérêt croissant pour les produits de bois d'ingénierie, nous avons collectivement et à tort adapté les logiques de construction initiées par le béton et l'acier. ^{Settimi, 2025} Cela crée un décalage entre les propriétés vivantes des arbres dans la forêt et les propriétés matérielles du bois dans la construction, tout en dépouillant la construction en bois de sa culture ancestrale.



Rivière du nord (Oil on canvas, 115.1 x 102 cm)

Thomson, Tom (1914-1915)



Lever du soleil, lac Tremblant (Oil on canvas, 61.1 x 81.4 cm)

Form Studies

To Draw *is to* Understand Dessiner *pour* comprendre

Drawing Traits

Even before discovering Leanne Shapton's drawings in *Native Trees of Canada* (2010), a work of remarkable sensitivity that bridges the scientific eye and the artistic hand, the series that follows had already been drawn. Shapton offers a reissue of one of the most fundamental texts for anyone beginning to study the various tree species found across Canada. This work, originally published in 1917, ^{Dominion Forest Service, 1949} has been the subject of numerous subsequent editions and publications. For this research alone, three editions of *Native Trees of Canada* were consulted.

This micro-series of drawings aims neither at botanical accuracy nor at achieving an aesthetic ideal. It seeks knowledge through the act of making, through the drawing itself: a gradual familiarization with each selected species through sustained observation. The process was hybrid, combining drawing from photographs as well as on-site observation: sitting in front of a tree and simply drawing it. Yellow birch, drawn using photographic references and then observed *in person*, revealed through its very form its role in the succession process: its straight, competitive growth attests to a tree faithful to its functional traits; the drawing made visible what the literature described. In that sense, this project is also the product of a personal relationship with forests and the outdoors.

Dessiner des traits

Avant même de découvrir les dessins de Leanne Shapton dans *Native Trees of Canada* (2010), une œuvre d'une sensibilité remarquable qui réconcilie regard scientifique et main artistique, la série qui suit avait déjà été dessinée. Shapton propose une réédition d'un des documents les plus élémentaires lorsque l'on commence l'étude des différentes espèces d'arbres sur le territoire canadien. Cet ouvrage, initialement publié en 1917, ^{Dominion Forest Service, 1949} a fait l'objet de nombreuses éditions et publications ultérieures. Seulement pour la présente recherche, trois éditions de *Native Trees of Canada* ont été consultées.

Cette micro-série de dessins ne vise ni l'exactitude botanique ni l'atteinte d'un idéal esthétique. Elle cherche la connaissance par le fait de faire, par le dessin lui-même : une familiarisation progressive avec chaque espèce sélectionnée à travers un regard soutenu. Le processus fut hybride, combinant le dessin par observation de photographies, mais aussi par observation in situ : aller s'installer, accompagné de proches, devant un arbre et tout simplement le dessiner. Le bouleau jaune, dessiné avec références photographiques puis observé *en personne*, a révélé par sa forme même son statut successional : une croissance droite et compétitive témoigne d'un arbre fidèle à ses caractéristiques fonctionnelles : le dessin rendait visible ce que la littérature décrivait. Ce projet est aussi le produit d'une relation personnelle avec les forêts et le plein air.



Eastern White Cedar, *The Native Trees of Canada*



Yellow birch (Oil pastel on vellum, 8 x 10 in.)







Sugar maple (Oil pastel on vellum, 8 x 10 in.)





Le Pont Bourbeau sous la neige (Oil on canvas, 84.4 x 122.5 cm)

Suzor-Côté, Marc-Aurèle de Foy (1921)

Catalogue

The Catalogue as *an* Exercise

Le catalogue comme exercice

The Studio Rarely Builds

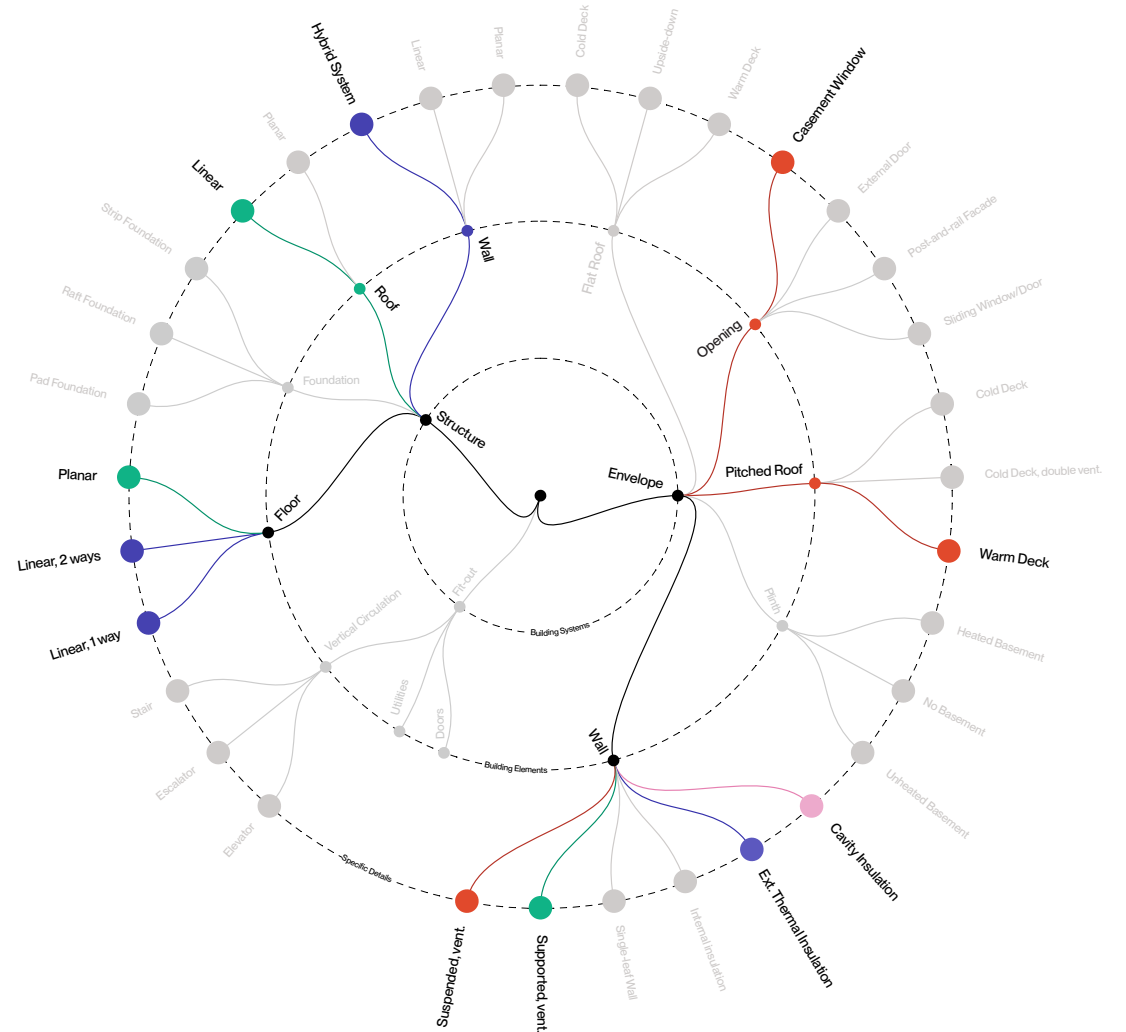
Starting this research process, I already had a fascination for construction references, detail catalogues, and technical manuals: how things are built, and how they behave over time through use, weather, and climate. In recollection, this fascination is partly what brought me to architecture. Throughout my studies, I have constantly tried to consider the studio as a site of learning and experimentation through construction. Beyond the studio, construction (understood here both as the process of building and the built form itself) and architecture are not only inseparable: they exist simultaneously. In my opinion, and contrary to dominant modernist teachings and pedagogical models, architecture is not solely an art of form or an abstract exercise in space. Loos, 1913; Midal, 2019/2023; Silberberger, 2021 Concepts like “spatiality” can only emerge as the functional collaboration between envelope and environment becomes ecosystematically synchronized. Plus, I believe that both the discipline and domain of architecture will morph into more scientifically informed, systems-oriented, and ecologically accountable practices.

Nonetheless, construction in academic contexts becomes a sort of applied research ritual, where material science intersects with structural engineering, thermodynamics, and spatial planning. Berthier et al., 2022; Prévost et al., 2021; Silberberger, 2021 For this project, that technical intersection is expanded

L'atelier bâtit rarement

Au moment d’entreprendre cette recherche, je nourrissais déjà une fascination pour les références constructives, les catalogues de détails et les manuels techniques : la manière dont les choses sont construites et dont elles évoluent dans le temps sous l’effet de l’usage, des intempéries et du climat. Avec le recul, cette fascination est en partie ce qui m’a amené vers l’architecture. Tout au long de mes études, j’ai constamment cherché à considérer l’atelier comme un lieu d’apprentissage et d’expérimentation à travers la construction. Au-delà du cadre de l’atelier, la construction, à la fois comme processus de mise en œuvre et comme forme bâtie, et l’architecture ne sont pas seulement indissociables : elles coexistent. À mon sens, et contrairement à certains enseignements et modèles pédagogiques dominants issus du modernisme, l’architecture ne saurait se réduire à un art de la forme ni à un exercice abstrait sur l’espace. Loos, 1913 ; Midal, 2019/2023 ; Silberberger, 2021 Des notions telles que « *spatialité* » n’émergent véritablement que lorsque l’enveloppe et l’environnement entrent en collaboration fonctionnelle et s’inscrivent dans une synchronisation écosystémique. J’estime par ailleurs que tant la discipline que le domaine de l’architecture évolueront vers des pratiques davantage informées scientifiquement, articulées autour d’une pensée systémique et d’une conception interdisciplinaire de la durabilité.

En contextes académiques, la construction peut

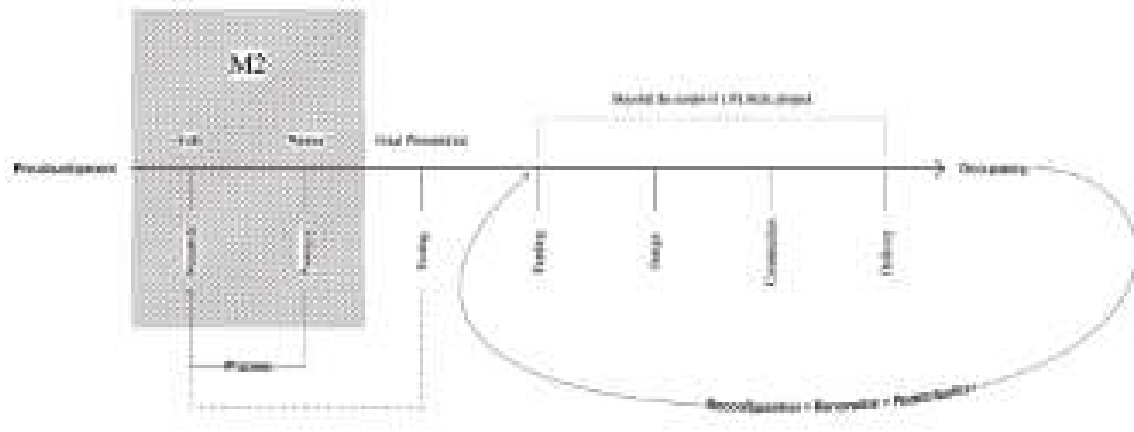


Catalogue Detail Dendrogram

Lallier, Oscar (2025)

to include biology, forestry, and ecology, thus positioning material choices as a systemic design decision rather than a capitalistic default. That being said, taught architecture rarely becomes construction. Malterre-Barthes, 2025; Silberberger, 2021 One might ask how architectural education can reconcile the separation between design and construction, and what might change if construction were treated

tendre à devenir une forme de recherche appliquée, où se croisent science des matériaux, ingénierie structurelle, thermodynamique et planification spatiale. Berthier et al., 2022 ; Prévost et al., 2021 ; Silberberger, 2021 Dans le cadre de ce projet, cette intersection technique est élargie afin d’y intégrer biologie, foresterie et écologie au sens large, positionnant ainsi le choix des matériaux comme une décision de conception



Research and Development in the M2 Timeline

Lallier, Oscar (2026)

not as the outcome of design, but as a point of departure: something that informs design.

Some of my previous studio experience includes studying at the IBOIS lab, taught by Agathe Mignon (Assist., Ph.D.) and supervised by Yves Weinand (Prof., Ph.D.), at the École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) from 2023 to 2024, where I first engaged with prototyping. At IBOIS, the construction detail served as the core design device, rather than a mere deliverable marketed as a technical resolution. ^{Mignon, 2023} While I think that my fascination for details began early in my design education, the exceptional access to facilities, professional expertise, and material supply at EPFL enabled my colleagues and I to test construction ideas at a 1:1 scale. ^{Assy & Lallier, 2023}

systemique plutôt que comme un réflexe dicté par d'agressives logiques capitalistiques. Cela étant dit, l'architecture académique se matérialise rarement en construction. ^{Malterre-Barthes, 2025 ; Silberberger, 2021} Dès lors, on pourrait se demander comment l'enseignement de l'architecture peut-il réconcilier la séparation entre design et construction ? Que changerait le fait de considérer la construction non pas comme l'aboutissement du projet d'architecture, mais comme un point de départ, un principe générateur informant le processus de design lui-même ?

Une part de mon expérience d'atelier comprend deux sessions consécutives au studio du laboratoire IBOIS, dirigé par Yves Weinand (Prof., Ph.D.) et enseigné par Agathe Mignon (Assis., Ph.D.), à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), de 2023 à 2024, où j'ai travaillé sur du prototypage en bois rond. Chez IBOIS, le détail constructif

Colours in Technical Drawings

Among the references I have held most closely during my studies is the book simply titled "Construction" from the Bautechnologie und Konstruktion (BUK) chair of construction technology from the Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ), led by Daniel Mettler and Daniel Studer. ^{Mettler et al., 2021} The precision of its drawings and representational conventions brought me to adopt the isometric as the primary tool in this project for three-dimensional description of technical assemblies.

Another important graphic reference of the present project is *Empreinte d'un habitat : Construire léger et décarboné* by the firm Philippe Rizzotti Architecte and the IBI Lab at ETHZ, to which Agathe Mignon contributed through the modelling of the digital drawings. ^{Rizzotti, 2021} In addition to documenting roughly thirty projects and reflecting the capacity of these architectures to respond to the techniques and expectations of their time, ^{Pavillon de l'Arsenal, 2021} the book develops a material accounting of architecture through the question of mass, expressed both as physical weight in kilograms and as carbon-equivalent impact in kilograms of CO₂e (kg eq. CO₂), thus situating construction choices within and quantitative approach.

Past its analytical objectives, the ouvrage offers a concise history of lightweight, euro-centred construction across modernity to more recent times, using influential case studies to demonstrate how structural systems, envelopes, and finishes influence mass across homes, especially in innovative and modular construction systems. A key contribution of the publication lies in its graphic methodology. Showcased projects are typically composed of hybrid assemblies combining concrete, timber, various metals and plastics, and the drawings deploy a consistent colour code to easily differentiate material families

constituait l'outil central du projet plutôt qu'un simple livrable présenté comme résolution technique. ^{Mignon, 2023} Si mon intérêt pour le détail s'est développé tôt dans mon parcours, l'accès exceptionnel aux infrastructures, à l'expertise professionnelle et aux matériaux offerts à l'EPFL a permis à mes collègues et à moi-même de tester nos hypothèses constructives à l'échelle 1:1. ^{Assy & Lallier, 2023}

La couleur en dessin technique

Parmi les références qui ont le plus marqué mon parcours figure l'ouvrage intitulé *Construction*, publié par la chaire Bautechnologie und Konstruktion de l'Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ), dirigée par Daniel Mettler et Daniel Studer. ^{Mettler et al., 2021} La précision de ses dessins et de ses conventions graphiques m'a conduit à adopter l'isométrie comme principal outil de représentation, dans ce projet, pour la description tridimensionnelle des assemblages techniques.

Une autre référence graphique importante du présent projet est *Empreinte d'un habitat : Construire léger et décarboné*, réalisé par la firme Philippe Rizzotti Architecte et le laboratoire IBI de l'ETHZ, auquel Agathe Mignon a contribué par la modélisation des dessins numériques. ^{Rizzotti, 2021 ; Pavillon de l'Arsenal, 2021} En plus de documenter une trentaine de projets et de témoigner de la capacité de ces architectures à s'adapter aux techniques et aux attentes de leur époque, l'ouvrage développe une comptabilité matérielle de l'architecture à partir de la question de la masse, exprimée à la fois comme poids physique en kilogrammes et comme impact carbone en kilogrammes équivalent CO₂, situant ainsi les choix constructifs dans une approche quantitative et lisible.

Au-delà de ses objectifs analytiques, l'ouvrage propose une synthèse concise de l'histoire de la construction légère, principalement eurocentrée, de la modernité à des périodes plus récentes, à partir d'études de cas influentes. Ces exemples démontrent comment les systèmes structuraux, les enveloppes et



Dans'l bois mock-up, IBOIS Studio (École Polytechnique Fédérale de Lausanne)

Schroff, M. — Albert Assy & Oscar Lallier (2023)



Duramen mock-up, IBOIS Studio (École Polytechnique Fédérale de Lausanne)

Lallier, O. — Billotte, A., & Breen, A. et al. (2024)

and, by extension, their modes of extraction, production, and on-site implementation. Timber and other bio-based materials (for example, straw) are rendered in a green-turquoise tint, while extractive mineral-based materials such as concrete and rockwool insulation are rendered in a light grey, making material choices readable at a glance. With familiarity, this chromatic graphic representation becomes a comparative device: the “weight” of a building can be approximated visually by the distribution of distinctive colours, and different buildings can be graphically compared to one another, without having to exclusively rely on conventional analytical tools like tables or text.

Fundamentally, colour there operates as a technical device rather than a stylistic gesture. Even if it is sometimes avoided in contemporary architecture students’ projects, using consistent chromatic representation can have significant value for communicating construction intent, material consequences, and the distribution of impacts across an assembly. While I have used this method in previous studio work, particularly when analysing hetero-material construction details, it quickly became limiting in the present mono-material research context. Here, the project deliberately develops primarily timber propositions: wood-maximized details and, in certain cases, all-wood constructions. In such conditions, a colour code organized by broad, loosely selected material families loses graphic relevance, since most components would collapse into a single category and the drawing would obviously no longer communicate meaningful differentiation.

Colour-as-species

The following drawings presented in this chapter therefore operate as a synthesis of two graphic lineages mentioned, BUK’s *Construction* and

les finitions influencent la masse des bâtiments résidentiels, notamment dans des systèmes constructifs innovants et modulaires. L’une des contributions majeures de la publication réside dans sa méthodologie graphique. Les projets présentés sont généralement composés d’assemblages hybrides combinant béton, bois, différents métaux et plastiques, et les dessins utilisent un code chromatique cohérent permettant de distinguer aisément les familles de matériaux et, par extension, leurs modes d’extraction, de production et de mise en œuvre. Le bois et les autres matériaux biosourcés, par exemple la paille, sont représentés par une teinte vert turquoise, tandis que les matériaux minéraux issus de l’extraction, tels que le béton ou l’isolant en laine de roche, sont figurés en gris pâle, rendant les choix matériels immédiatement perceptibles. Avec l’habitude, cette représentation chromatique devient un véritable outil comparatif : la « masse » d’un bâtiment peut être approximée visuellement par la répartition des couleurs distinctives, et différents projets peuvent être comparés graphiquement entre eux sans recourir exclusivement à des outils analytiques conventionnels comme les tableaux ou les descriptions textuelles.

Fondamentalement, la couleur y opère comme un dispositif technique plutôt que comme un geste stylistique. Bien qu’elle soit parfois évitée dans les projets d’étudiants en architecture contemporains, l’usage d’une représentation chromatique cohérente peut présenter une valeur significative pour communiquer l’intention constructive, les conséquences matérielles et la distribution des impacts au sein d’un assemblage. Si j’ai mobilisé cette méthode dans des travaux antérieurs en atelier, notamment lors de l’analyse de détails constructifs hétéromatériaux, elle s’est toutefois révélée limitante dans le contexte de la présente recherche monomatériau. Le projet développe ici délibérément des propositions majoritairement en bois : des détails maximisant l’usage du bois et, dans certains cas, des constructions entièrement en bois. Dans de telles



Ouverture du chemin (Oil on canvas, 93 x 175.6 cm)

Cruikshank, William (1894)

Rizzotti’s *Empreinte d’un habitat*. More importantly, they rephrase the “colour-as-material” logic into a “colour-as-species” (CaS) method, in which colour is assigned not to a generic material category, but to the specific species, specifically EG. This shift aligns with the project’s argument about species selection. The proposed CaS method goes beyond providing visual information about tree origins; it allows precise reading of ecological and industrial implications, species combinations, and behaviours within an assembly. In effect, colour becomes a referential system for ecological provenance, here figuratively roots, allowing the drawing to communicate both technical intent and an underlying logic of material sourcing situated in a growing desire to ethicize extraction. Most importantly, the proposed CaS representational method aims to maintain the drawing connected to the material’s biological reality: its ecological provenance. Since the wood at the centre of the designs necessarily originates from a tree, the drawing must resist presenting wood as a neutral, plasticized, and fully dimensionally-standardized product, as this typically ends up creating a

conditions, un code chromatique organisé selon de larges familles matérielles sélectionnées de manière générale perd de sa pertinence graphique, puisque la plupart des composantes se trouveraient regroupées dans une seule catégorie, et le dessin ne communiquerait plus de différenciation significative.

Couleur comme espèce

Les dessins présentés dans ce chapitre opèrent ainsi comme une synthèse de deux lignées graphiques précédemment évoquées, *Construction* du BUK et *Empreinte d’un habitat* de Philippe Rizzotti Architecte. Plus encore, ils reformulent la logique du « couleur-comme-matériau » en une méthode « couleur-comme-espèce » (CaS), dans laquelle la couleur n’est plus attribuée à une catégorie générique de matériau, mais à un EG précis. Cette manœuvre s’inscrit en cohérence avec l’argument central du projet concernant la sélection des espèces. La méthode CaS ne se limite pas à fournir une information visuelle sur l’origine des arbres ; elle permet une lecture fine des implications écologiques et industrielles, des combinaisons d’essences et de

profound disconnect between tree and building. Drawings conventions guiding the design well-established SPF and upcoming engineered timber products like CLT and glulam continually illustrate forest-based products as abstract matter in various dimensional form factors.

This lost connection can alternatively be addressed through more illustrative techniques that emphasize wood as a linear and anisotropic matter: living, fibrous, and grainy. Drawing using qualities such as grain direction, fibre continuity, and simply expressing the logics of cutting and lamination help communicate that wood behaves as a material with intrinsic orientation and

leurs comportements au sein d'un assemblage. La couleur devient ainsi un système référentiel de provenance écologique, figurativement enraciné, par lequel le dessin communique à la fois une intention technique et une logique sous-jacente d'approvisionnement en matériaux, inscrite dans une volonté croissante d'éthiciser l'extraction. Plus fondamentalement, la méthode CaS vise à maintenir le dessin en lien avec la réalité biologique du matériau : sa provenance écologique. Puisque le bois au cœur des propositions provient nécessairement d'un arbre, la représentation doit résister à la tentation de le présenter comme un produit neutre, plastifié et entièrement standardisé dimensionnellement, ce qui engendre fréquemment

Colour becomes a referential system for ecological provenance, here figuratively roots, allowing the drawing to communicate both technical intent and an underlying logic of material sourcing situated in a growing desire to ethicize extraction and harvest.

mechanical properties. ^{Ross, 2021} Essentially, wood possesses constraints and potentials that differ fundamentally from conventional isotropic industrial products like concrete and steel, and we should, as architects, designers, and engineers, be graphically and technically accounting for the living properties of timber in our drawings.

Beyond identification, a CaS model provides input on growth patterns and ecological relations. By repeatedly associating a specific colour with a given species, the reader gradually builds a mental map of provenance and forest contexts: typical growing conditions and impacts, relative growth rates, successional status correlating to diameter

une déconnexion marquée. Les conventions graphiques guidant la conception des systèmes en SPF bien établis et des produits d'ingénierie émergents comme le CLT ou le lamellé-collé tendent à illustrer les produits forestiers comme une matière abstraite déclinée en divers formats dimensionnels.

Cette rupture peut être atténuée par des techniques plus illustratives qui mettent en évidence le bois comme matière linéaire et anisotrope, vivante, fibreuse et marquée par son fil. Le fait de représenter la direction du fil, la continuité des fibres ou encore les logiques de débitage et de lamination permet de rappeler que le bois se comporte comme un matériau

at breast height (DBH), and other broader ecological dynamics. In effect, the drawings begin to link material functional traits to tree functional traits and, by extension, to forest behaviours. This matters because it frames species selection as a decision that implies consequences, not only in terms of performance in the chosen assembly, but also in terms of forest resiliency. This ecological readability brings another practical design question: the possibility of substitution within and across ecological groups. For example, if the reader can recognize that multiple species share comparable ecological profiles, the catalogue can function as a visual inventory to ask whether a

doté d'une orientation intrinsèque et de propriétés mécaniques spécifiques. ^{Ross, 2021} Le bois présente des contraintes et des potentiels qui diffèrent fondamentalement de ceux des matériaux industriels isotropes comme le béton ou l'acier, et il importe, pour les architectes, concepteurs et ingénieurs, d'en rendre compte graphiquement et techniquement dans les dessins.

Au-delà de l'identification, un modèle CaS introduit également une lecture des dynamiques de croissance et des relations écologiques. En associant de manière répétée une couleur à une espèce donnée, le lecteur construit progressivement une carte mentale de provenance et de contexte forestier : conditions de

La couleur devient ainsi un système référentiel de provenance écologique, permettant au dessin d'articuler intention technique et logique d'approvisionnement, fondamentalement ancrée dans une volonté d'éthique extractive.

prescribed "standard" species could be replaced by another species within the same ecological group, either because it offers similar material behaviour or because it better aligns with desired forest dynamics. CaS representation thus becomes a tool for extrapolation, enabling comparisons that are simultaneously technical and ecological, and supporting the current project's broader aim toward forest diversification.

In this series of theoretical drawings, colour is deployed through CaS representation and is used only when wood is present in the assembly. That means that non-wood elements simply aren't coloured. Additionally, the details are also selected

croissance typiques, impacts, vitesses relatives de croissance, statut successional corrélé au diamètre à hauteur de poitrine (DHP), et autres dynamiques écologiques plus larges. Les dessins en viennent ainsi à relier les traits fonctionnels du matériau aux traits fonctionnels de l'arbre, et par extension, aux comportements forestiers. Cet enjeu est déterminant, car il situe la sélection des essences comme un choix porteur de conséquences, non seulement en termes de performance au sein de l'assemblage retenu, mais également en termes de résilience forestière. Cette lisibilité écologique ouvre une autre question de conception : celle de la substituabilité à l'intérieur et entre groupes écologiques. Si plusieurs espèces



Landscape (Oil on academy board, 17.3 x 12.8 cm)

Beatty, John William (1912)

and designed to minimize the number of species expressed in a single drawing. A wall detail, for example, may render only the cladding in colour if it is the sole timber component, while the remaining layers remain uncoloured. This controlled use of colour allows the reader to understand, in relative terms, how a specific wood application would integrate into an otherwise conventional assembly, and it prevents the drawing from becoming visually saturated.

The Catalogue Format

In developing potential detail propositions for species diversification in timber construction, it is necessary to situate several draft proposals within conventional construction standards. Establishing a conservative baseline provides a frame of reference against which proposed variations can be meaningfully compared. The reference assemblies used here are derived from documentation produced by the Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC), which has developed a standardized housing catalogue to support affordable residential delivery across the country. The goal of this “*Housing Design Catalogue*” is to provide complete technical packages downloadable online that essentially simplify housing projects with ready-to-use design packages. Canada Mortgage and Housing Corporation, 2025

These reference designs are regionally adapted, with each proposition tailored to the climate and regulatory context of a specific province or territory. In this case, the baseline assembly is “*Rowhouse 01*”, detailed for an urban context and comparable to many examples from Montreal’s existing housing stock. As mentioned, the selected assemblies (W1, W1A, W3, and F3 from A001, and more generally A004) focus on housing envelope strategies. They represent simple yet widely applicable constructions that can be implemented in common residential typologies in the province. In that sense, the level

partagent des profils écologiques comparables, le catalogue peut alors agir comme incitation à interroger la pertinence d’une essence « *standard* » prescrite et à envisager son remplacement par une autre espèce du même groupe écologique, soit pour des raisons de comportement matériel similaire, soit pour un meilleur alignement avec des dynamiques forestières souhaitées. La représentation CaS devient ainsi un outil d’extrapolation, permettant des comparaisons à la fois techniques et écologiques, et soutenant l’objectif plus large du projet en faveur de la diversification forestière.

Dans cette série de dessins théoriques, la couleur est mobilisée exclusivement selon la logique CaS et uniquement lorsque du bois est présent dans l’assemblage. Les éléments non ligneux ne sont pas colorés. Par ailleurs, les détails sont sélectionnés et conçus de manière à limiter le nombre d’essences représentées dans un même dessin. Un détail de mur, par exemple, pourra ne colorer que le parement extérieur s’il constitue l’unique composant en bois, les autres couches demeurant neutres. Cet usage contrôlé de la couleur permet au lecteur de comprendre, de façon relative, comment une application spécifique du bois s’insère dans un assemblage autrement conventionnel, tout en évitant une saturation visuelle excessive.

Le medium du catalogue

Dans le développement de propositions de détails visant la diversification des essences en construction bois, il est nécessaire d’inscrire plusieurs esquisses dans le cadre des standards constructifs conventionnels. L’établissement d’un point de référence conservateur fournit un cadre comparatif au sein duquel les variations proposées peuvent être évaluées de manière pertinente. Les assemblages de référence mobilisés ici sont issus de la documentation produite par la Société canadienne d’hypothèques et de logement (SCHL), qui a élaboré un catalogue de logements standardisés afin de



QC Rowhouse 01

Canada Mortgage Housing Corporation (2025)

of complexity was deliberately set at this threshold. Less demanding envelopes, such as those for industrial buildings or unconditioned sheds, are already accessible in virtually any material. Inversely, more demanding assemblies, tend to become full projects in themselves. The chosen baseline therefore situates the investigation within a reasonable and relevant construction context.

soutenir la production résidentielle abordable à l'échelle du pays. L'objectif de ce « *Housing Design Catalogue* » est de proposer des ensembles techniques complets, téléchargeables en ligne, qui simplifient la réalisation de projets d'habitation au moyen de solutions prêtes à l'emploi. Canada Mortgage and Housing Corporation, 2025 Ces propositions de référence sont adaptées régionalement, chaque modèle étant ajusté

The following series of isometric drawings draws on the five species identified in the preceding Trait-Based Filter chapter: Yellow birch (NHW-Es ●), Norway maple (NHW-Ms ●), White oak (CHW-Dt ●), Sugar maple (NHW-Ms ●), and American basswood (CHW-Ms ●). Selected for their intricate forest functional traits and high diversification potential, these species are currently underutilized in contemporary timber construction. Osborne, 2025 This design phase of the research seeks to identify plausible and technically coherent applications for each species within familiar building assemblies. The catalogue comprises fifteen details. Three revise existing standards through direct comparison, six reinterpret CMHC guideline assemblies, and six propose original variations derived from new and upcoming construction logics in contemporary wood construction across Europe and North America. Basically, each detail is treated as a defined hypothesis: a specific placement of a specific species within a fixed baseline assembly. The objective is not to claim universality, but to make comparison possible by looking at catalogue as an ensemble. By maintaining a consistent background condition, species substitutions could eventually be read in relation to ecological groupings and functional traits, and the implications of replacing one species with another could potentially be evaluated. At the end, wall assemblies are put through a software to perform hygrothermal analyses. Ubakus, 2025

Finally, the catalogue format is intentionally adopted as a research instrument, as it enables the development of multiple distinct proposals without delving into one single detail. Here, three distinct applications are explored per species, requiring that each species be tested beyond its conventional or limited uses, which are sometimes nonexistent within the construction industry for reasons we've looked at in earlier chapters. This constraint forces the identification of alternative

aux conditions climatiques et réglementaires propres à une province ou à un territoire. Dans le présent cas, l'assemblage de base retenu est le « *Rowhouse 01* », conçu pour un contexte urbain et comparable à de nombreux exemples du parc résidentiel existant à Montréal. Comme mentionné, les assemblages sélectionnés (W1, W1A, W3 et F3 du dossier A001, et plus largement A004) portent principalement sur des stratégies d'enveloppe du bâtiment. Ils correspondent à des constructions simples, mais largement applicables aux typologies résidentielles courantes au Québec. Le niveau de complexité a donc été volontairement fixé à ce seuil. Les enveloppes moins exigeantes, telles que celles de bâtiments industriels ou d'abris non chauffés, sont déjà réalisables avec pratiquement tout matériau. À l'inverse, des assemblages plus complexes tendent à constituer des projets à part entière. Le cadre de référence retenu situe ainsi l'enquête dans un contexte constructif à la fois raisonnable et largement pertinent.

La série suivante de dessins isométriques s'appuie sur les cinq essences identifiées au chapitre précédent du « *Trait-Based Filter* » : le bouleau jaune (NHW-Es ●), l'érable de Norvège (NHW-Ms ●), le chêne blanc (CHW-Dt ●), l'érable à sucre (NHW-Ms ●) et le tilleul d'Amérique (CHW-Ms ●). Sélectionnées en raison de leurs traits fonctionnels forestiers complexes et de leur potentiel de diversification élevé, ces essences demeurent actuellement sous-utilisées en construction bois contemporaine. Osborne, 2025 Cette phase de conception vise à identifier des applications plausibles et techniquement cohérentes pour chacune d'elles au sein d'assemblages familiers. Le catalogue comprend quinze détails : trois révisent des standards existants par comparaison directe, six réinterprètent des assemblages issus des lignes directrices de la SCHL, et six proposent des variations originales inspirées de logiques constructives émergentes en Europe et en Amérique du Nord. Chaque détail est abordé comme une hypothèse définie : l'intégration d'une essence

placements and functions for species that would otherwise not appear in the repetitively highlighted current construction practices. The catalogue thus becomes both a design device and a reference tool: a structured inventory of possibilities that can inform subsequent prototyping, which still remains the final objective of this project at this point. Cataloguing therefore supports comparison and selection by comparing variations and isolating substitutable components within a single detail. Lastly, the proposals remain hypothetical and untested. In that sense, the catalogue basically clarifies the project's method without attesting validity: it establishes a conventional reference and highlights underutilized species with potential, introduces species-specific solutions and substitutions to compare outcomes, and uses the insights to inform subsequent prototyping.

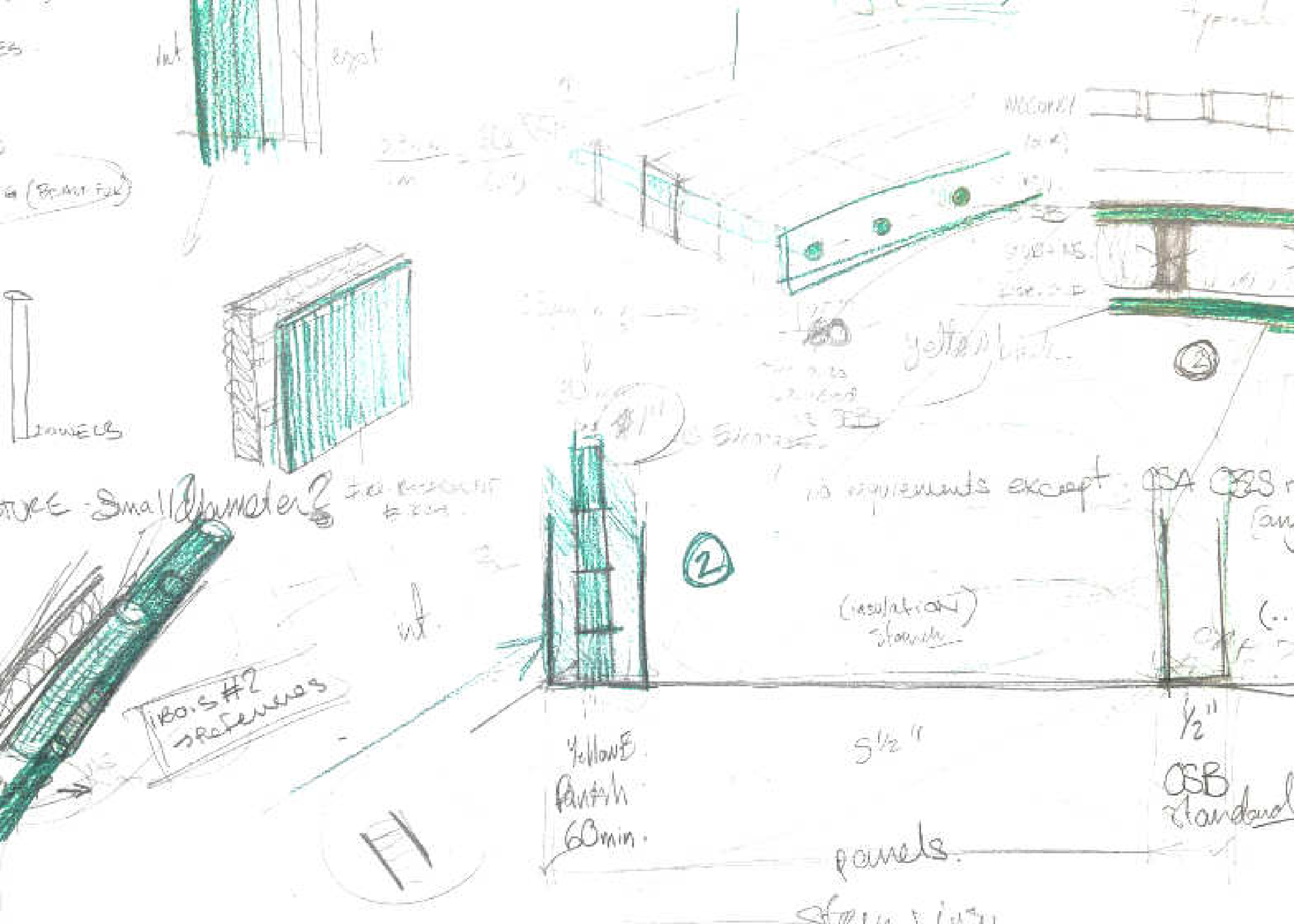
précise à un emplacement spécifique au sein d'un assemblage de base maintenu constant. L'objectif n'est pas d'en revendiquer l'universalité, mais de rendre la comparaison possible à l'échelle de l'ensemble du catalogue. En conservant des conditions de fond cohérentes, les substitutions d'essences peuvent être mises en relation avec leurs groupes écologiques et leurs traits fonctionnels, et les implications du remplacement d'une essence par une autre peuvent être examinées de manière structurée. Puis, les murs sont testés dans un logiciel pour effectuer des analyses hygrothermiques. ^{Ubakus, 2025}

Enfin, le format du catalogue est adopté intentionnellement comme instrument de recherche, puisqu'il permet de développer plusieurs propositions distinctes sans concentrer l'analyse sur un seul détail. Trois applications sont ainsi explorées pour chaque essence, exigeant que chacune soit testée au-delà de ses usages conventionnels ou limités, parfois inexistantes dans l'industrie de la construction pour des raisons abordées précédemment. Cette contrainte conduit à identifier des positions et des fonctions alternatives pour des essences qui n'apparaissent habituellement pas dans les pratiques constructives dominantes. Le catalogue devient ainsi à la fois un dispositif de conception et un outil de référence : un inventaire structuré de possibilités susceptible d'orienter la phase ultérieure de prototypage, qui demeure l'objectif final du projet à ce stade. Le catalogage favorise la comparaison et la sélection en examinant des variations contrôlées et en isolant les composantes substituables à l'intérieur d'un même détail. Les propositions demeurent toutefois hypothétiques et non validées expérimentalement. En ce sens, le catalogue explicite la méthode du projet sans en revendiquer la validation : il établit un référentiel conventionnel, met en lumière des essences sous-utilisées à fort potentiel, introduit des solutions et substitutions spécifiques aux essences, compare les résultats obtenus et mobilise ces observations pour orienter les étapes subséquentes de prototypage.



Première neige (Oil on canvas, 60.5 x 74 cm)

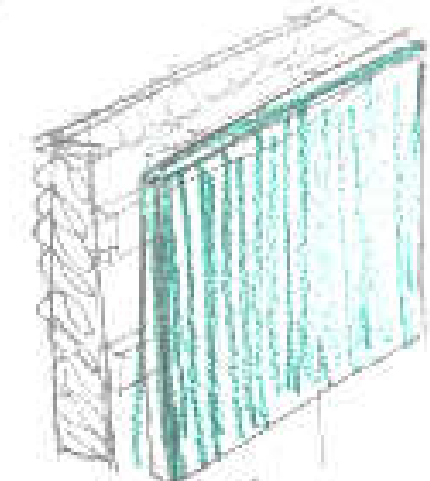
Cullen, Maurice (1906)



int. ext.

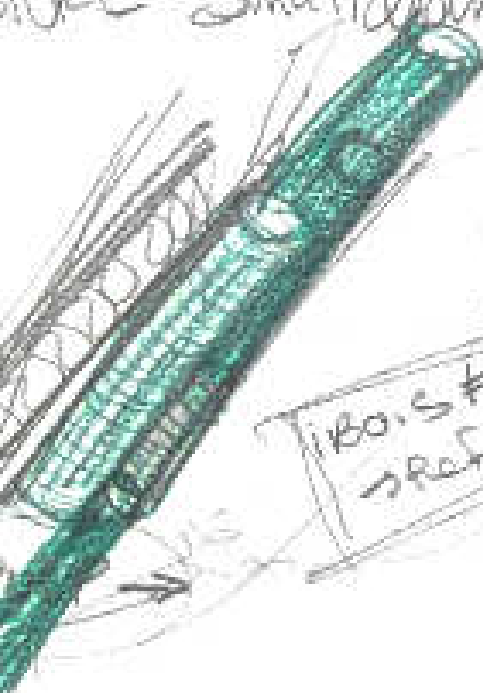
(BRICK FILL)

INSULATION



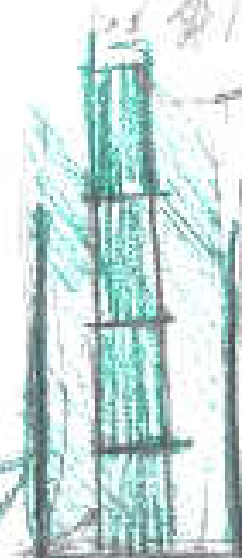
2x4 studs
#204

WALL - Small Diameter?



BOIS #2
REFERENCES

int.



Yellow E
Furish
60min.

②

(insulation)
sheathing

5/8"

panels.

STAIN

WOOD

5/8" x 15"
2x4

yellow furish

2x4
2x4
2x4

5/8" x 15"

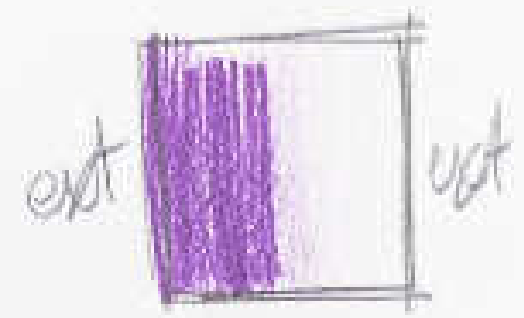
no improvements except

OSB OSB

1/2"

OSB
Standard

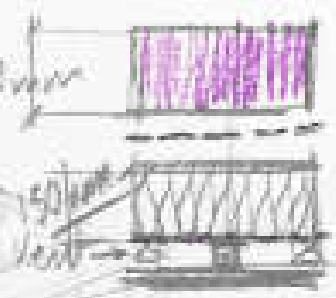
HW-MS.



① Thermal mass + struct.



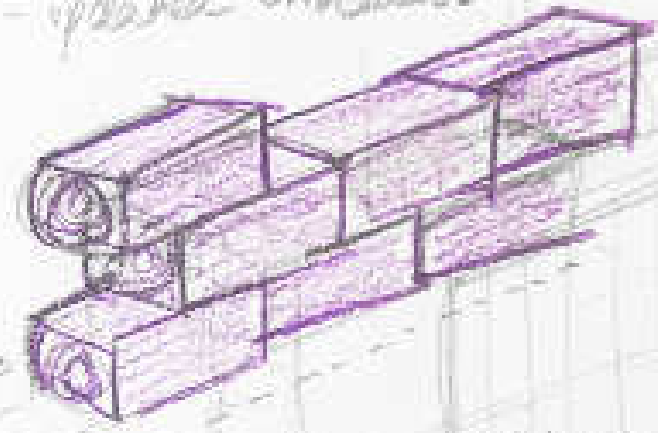
Jerry-Pansey style 300mm
- updated structure.



NMA
air
NMA
Ch...

REINFORCED
INVASIVE

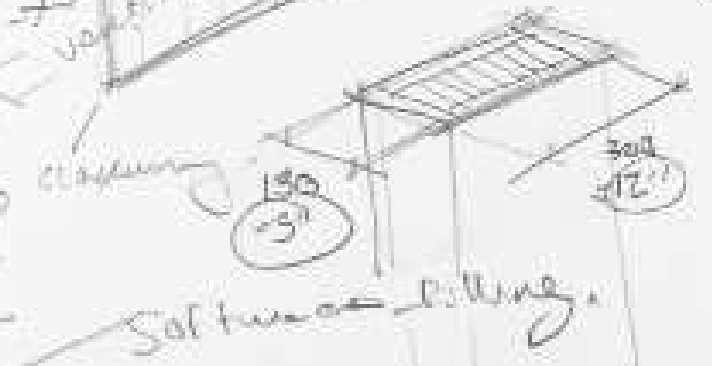
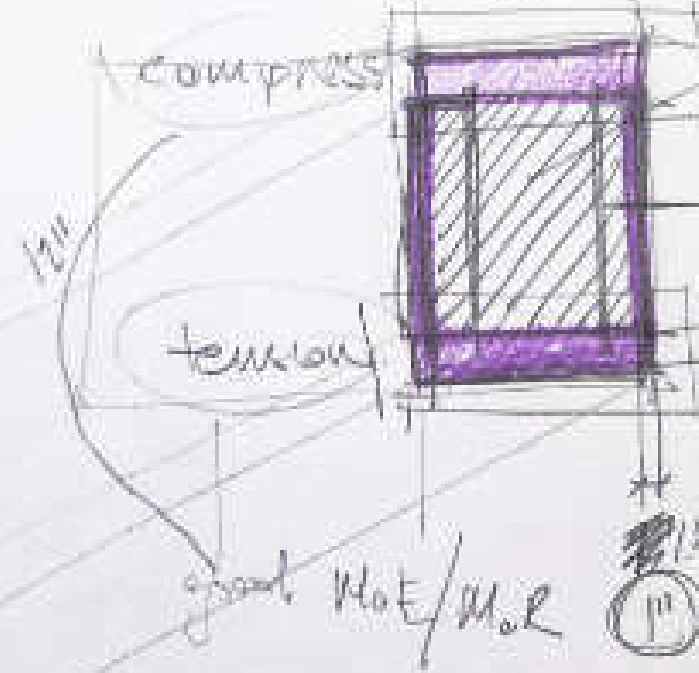
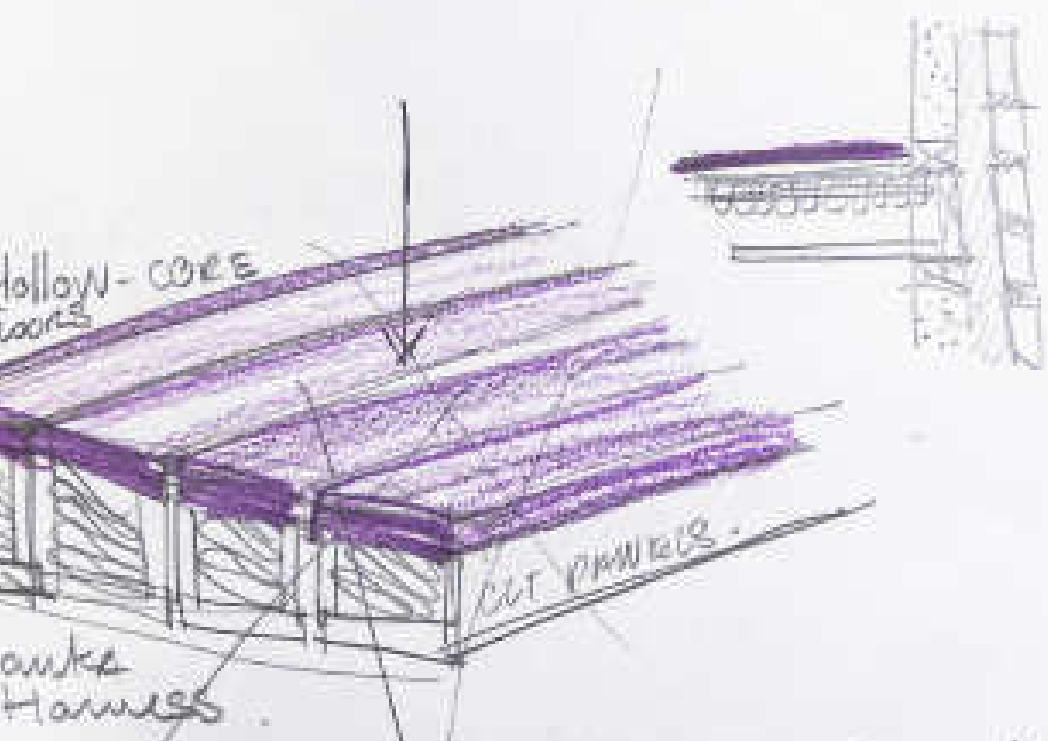
→ Strong-ish
→ nice finish...



Amber treated.

② BOARDS

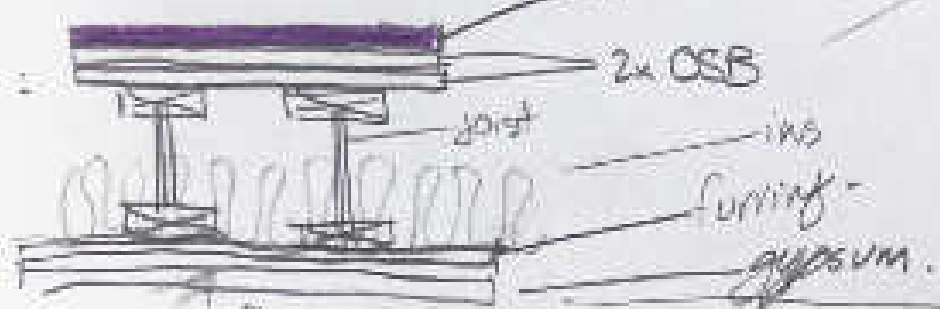
FOR VOLUME-CUT?



more like ves. than
3e ft wood

KMHC Deta.

③ # easy to implement
finish.



susp. ceiling

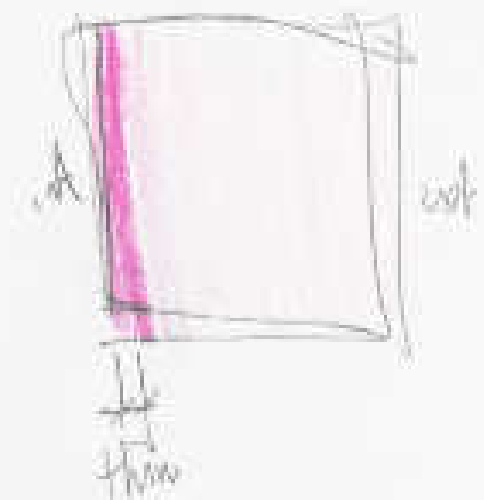
1 1/2" x 40 mm
④



WOOD BOARD

CLW - M5

highly useful.
less dense.
→ insa...



light indoor
USES

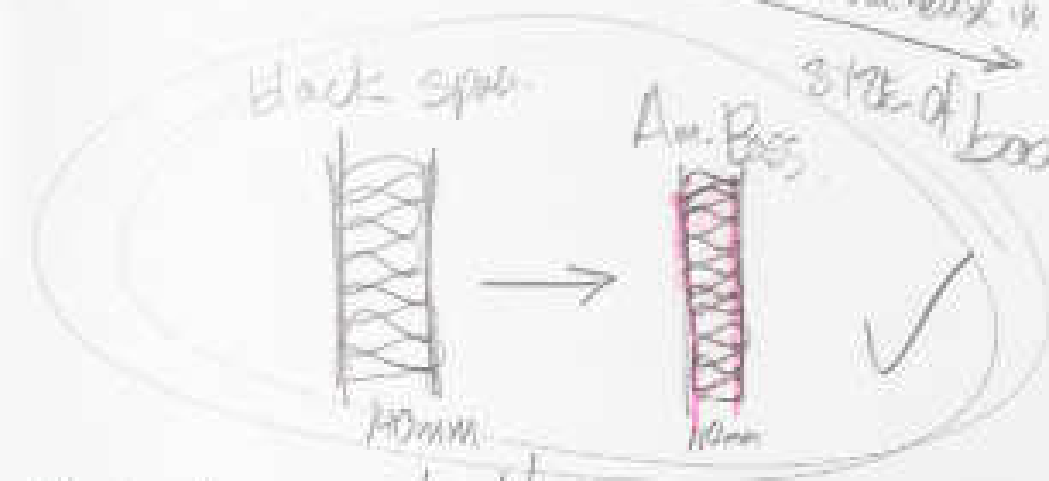
Acoustic Panels!



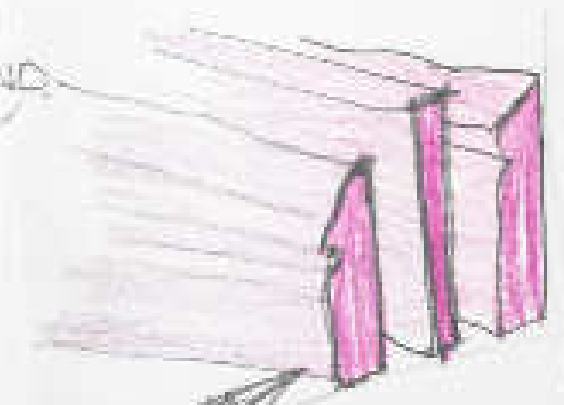
replace
bath paper
or film

③ INSULATION BOARDS (PULP)

- Normal pulp = residues of pulp → spruce
- AB = 0.100 Σ^+



④ with own plinthas



etc...

find good panels...

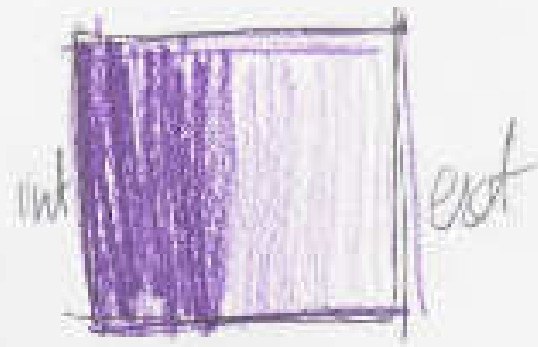


MR. MURPLE

MAN-MS

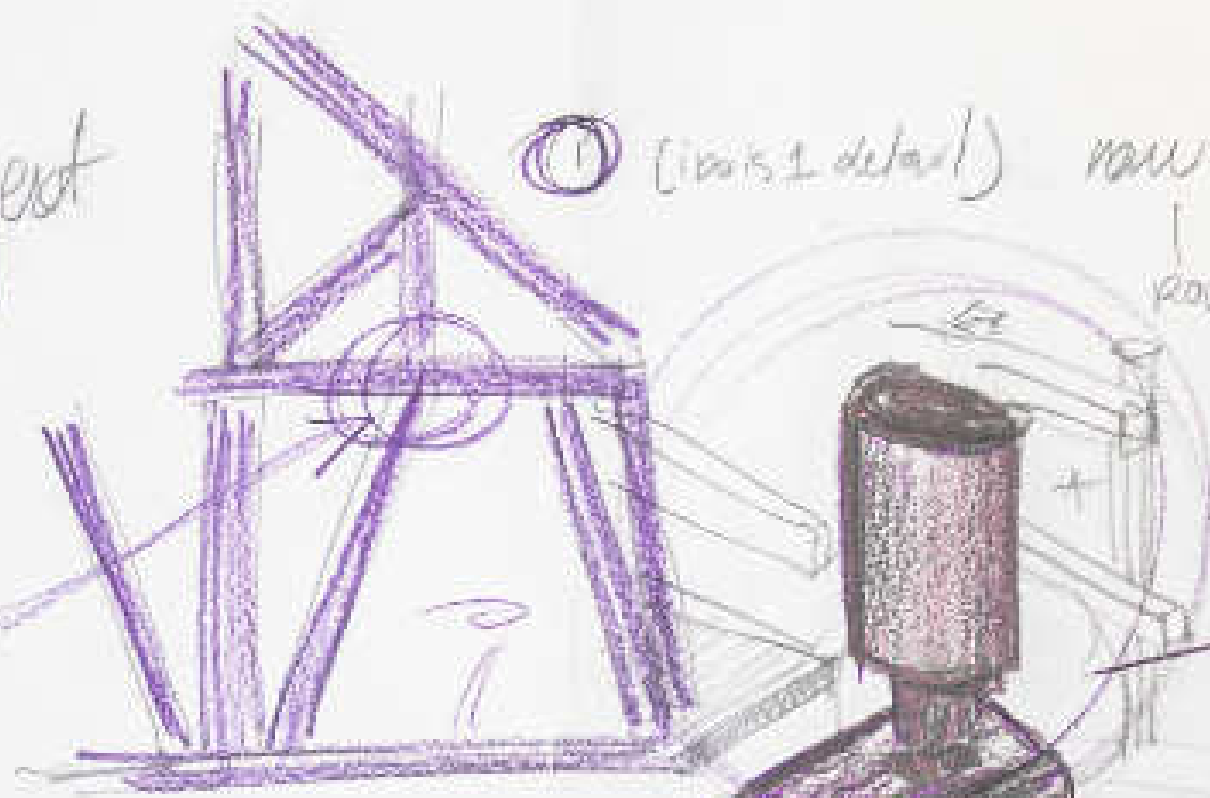
good overall
culture... GC/CAN.

built-in furniture



① (roofs & detail)

RAW-WOOD STRUCTURE

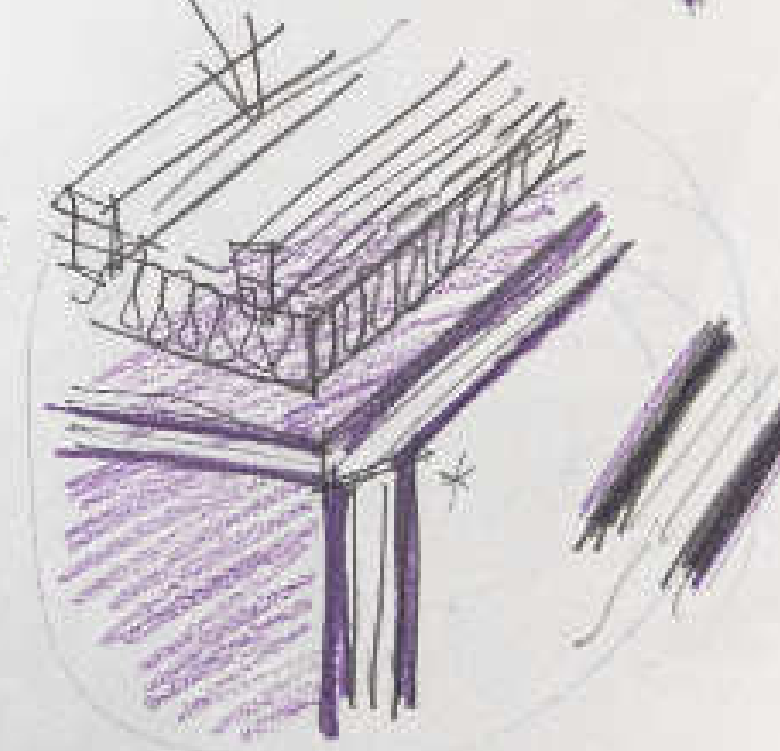
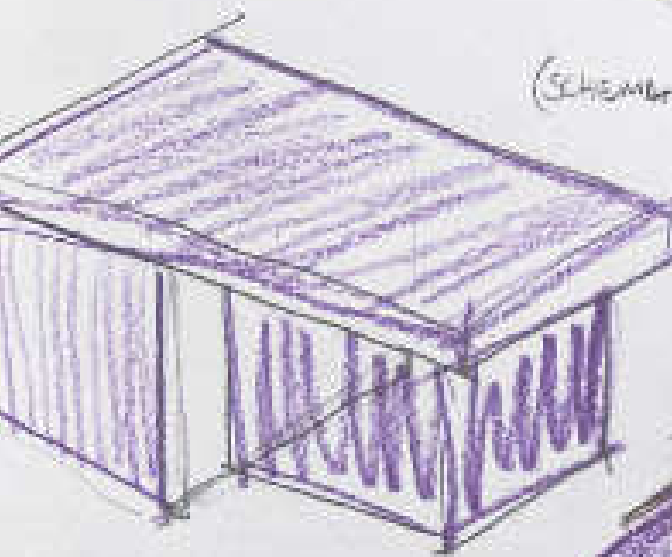


JOINTS @ VARIOUS

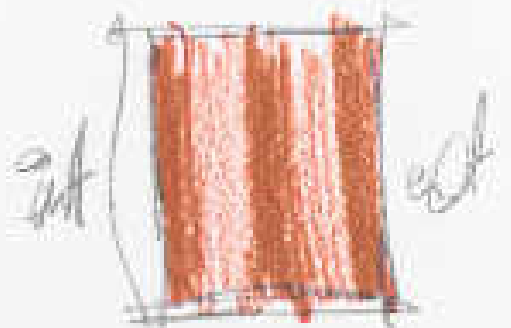
②

MINI-SCALE CUT WALLS/ROOFS

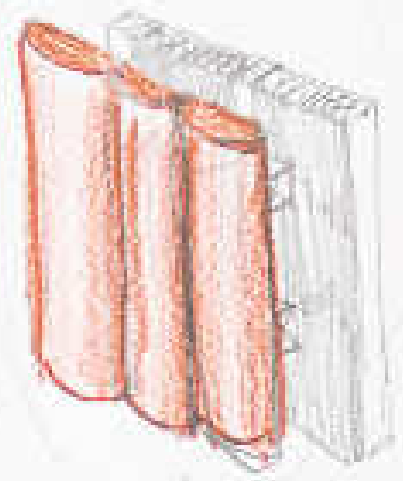
(Schematics)



3 CAT
CHW-DT.



EXT. CLADDING →



?

utilize it

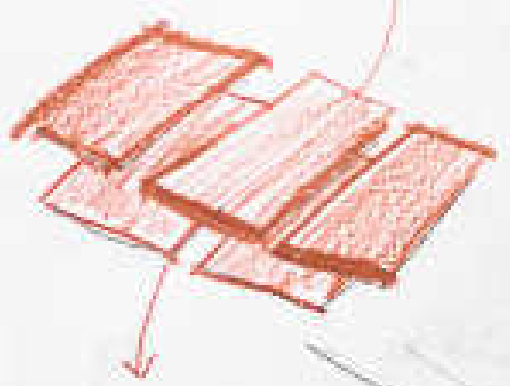
relais de coupe

refrauda
detail

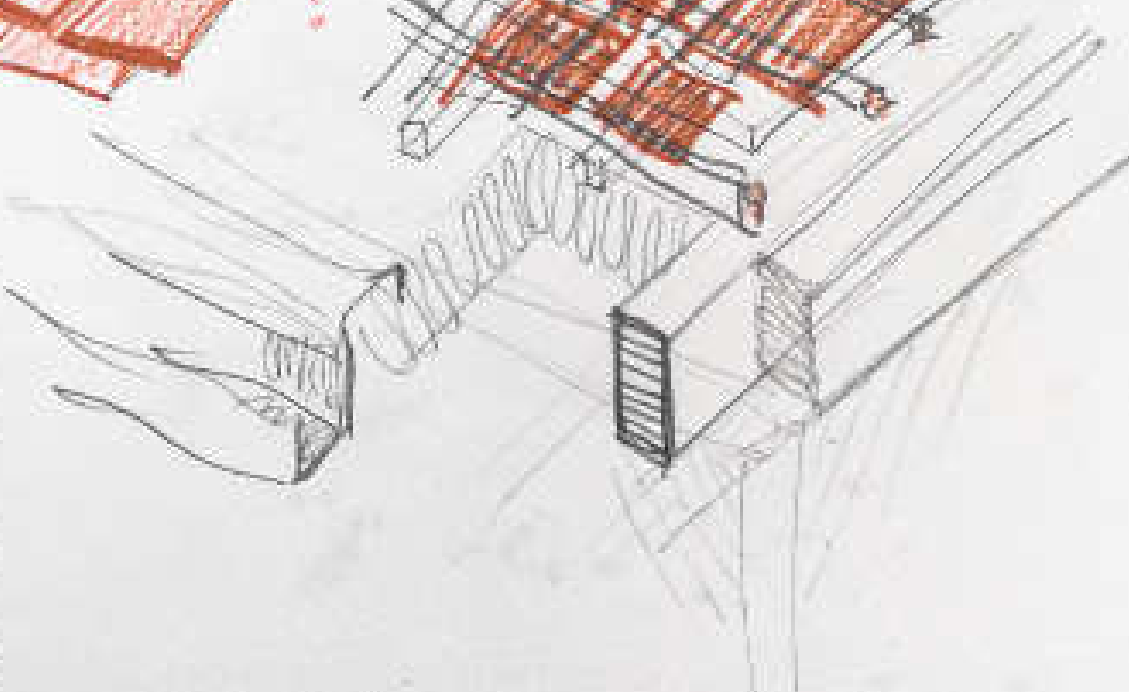
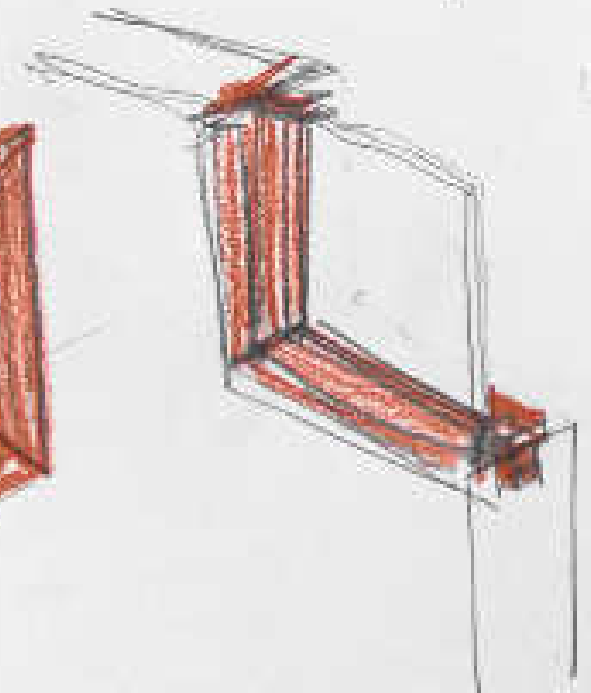
WINDOW FRAME ✓

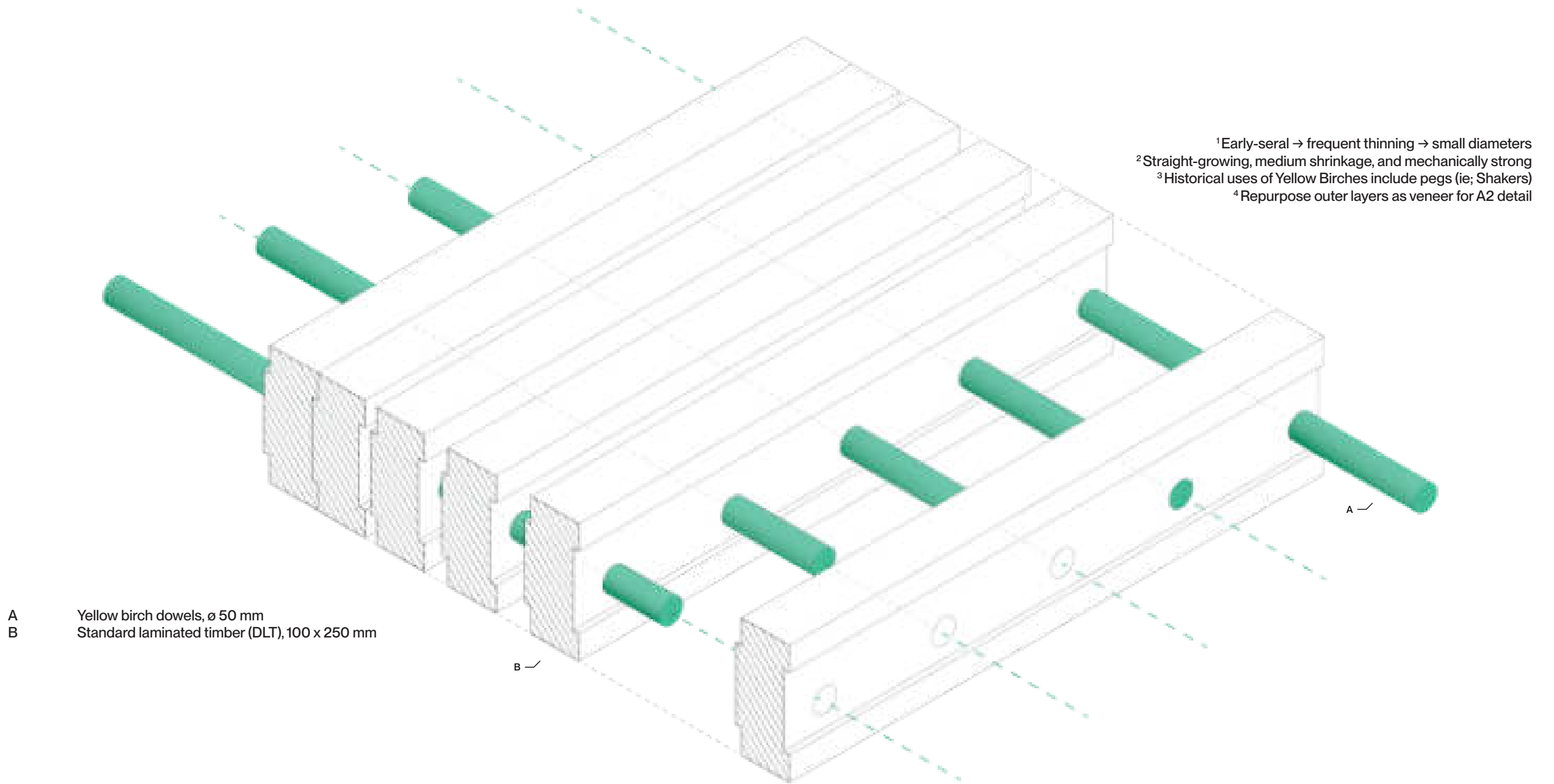
typical window frame,
but wooden

Roof truss? (Snijdes?) ✓



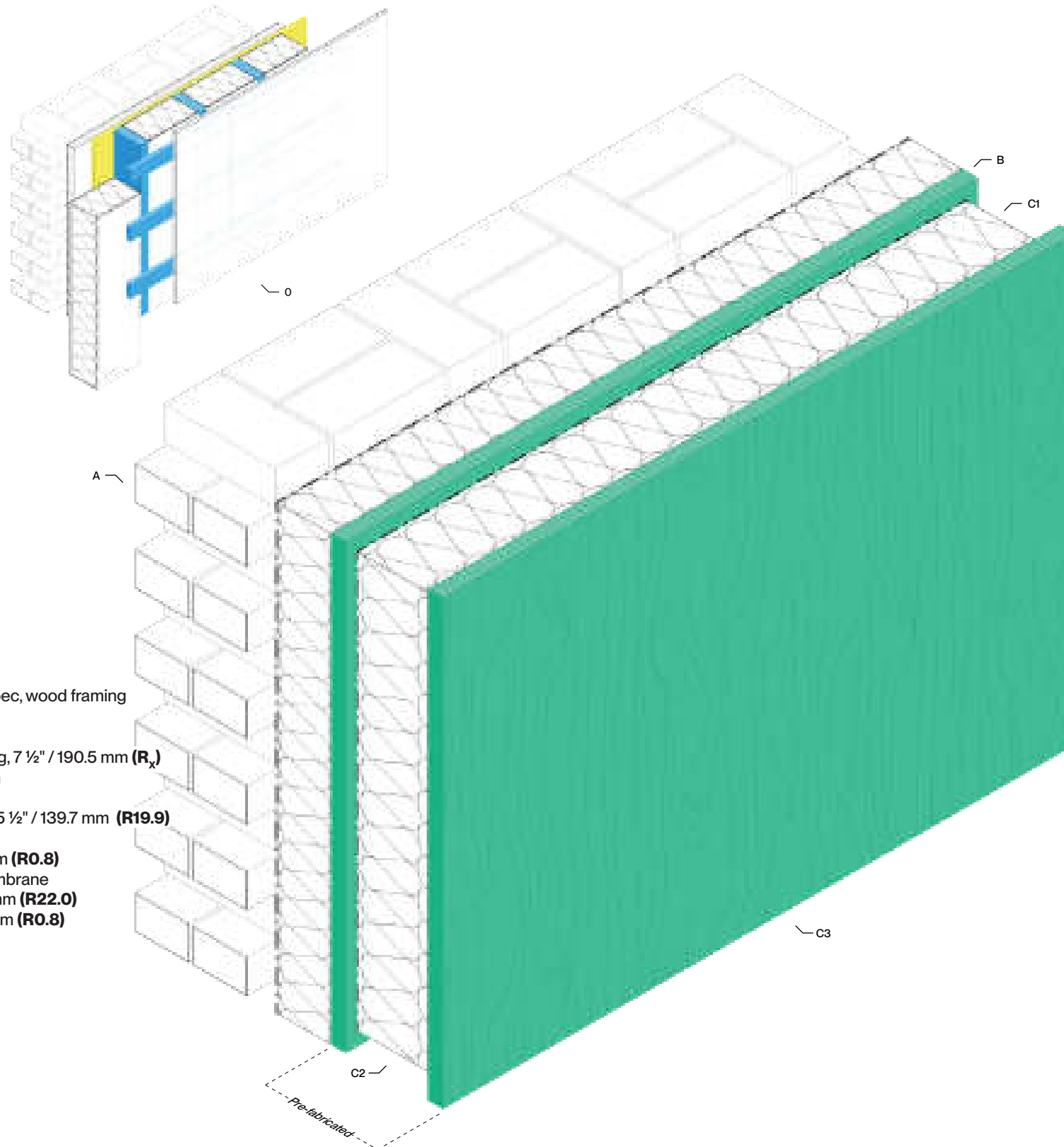
?





Yellow birch

Dowels for doweled-laminated timber (DLT)



- O CMHC-standard detail, Quebec, wood framing
- Exterior*
- A Double exterior brick cladding, 7 1/2" / 190.5 mm (R_x)
Ventilated cavity, 1" / 25.4 mm
Air barrier, vapour permeable
- B Rigid polystyrene insulation, 5 1/2" / 139.7 mm (R19.9)
- C1 Yellow birch OSB, 1" / 25.4 mm (R0.8)
Vapor retarder, retention membrane
- C2 In-fill insulation, 5 1/2" / 139.7 mm (R22.0)
- C3 Yellow birch panel, 1" / 25.4 mm (R0.8)
- Interior*
- R 43.5+

¹Based on existing timber products (Made in Quebec)
²Suppresses the need for SPF studs: insulated structure
³Gypsum Yellow birch finishing (fire retardant)
⁴Aesthetic concerns
⁵Lower on-site installation times

Yellow birch

Gypsum-replacing sandwich panel: structural, insulating and fire-retardant (60')

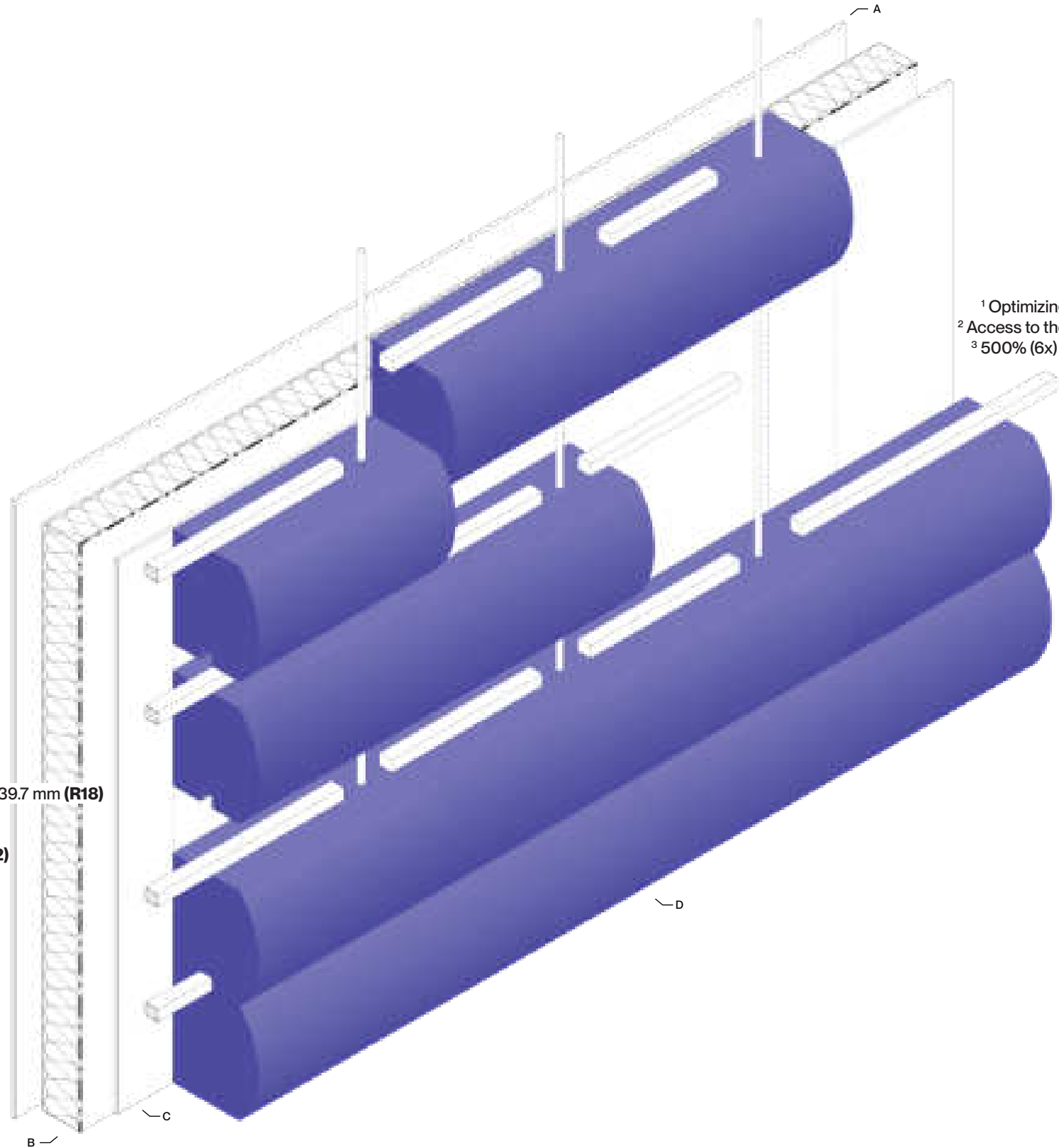


A CAO-designed, small-diameter yellow birch
B Roof composition, standard

¹ Utilizes short-lived/thinned trees (NHW-Es)
² (strong) Small-diameter sections → complex structure
³ See: Duramen (2024), EPFL

Yellow birch

CAO roof structures, small-diameter elements

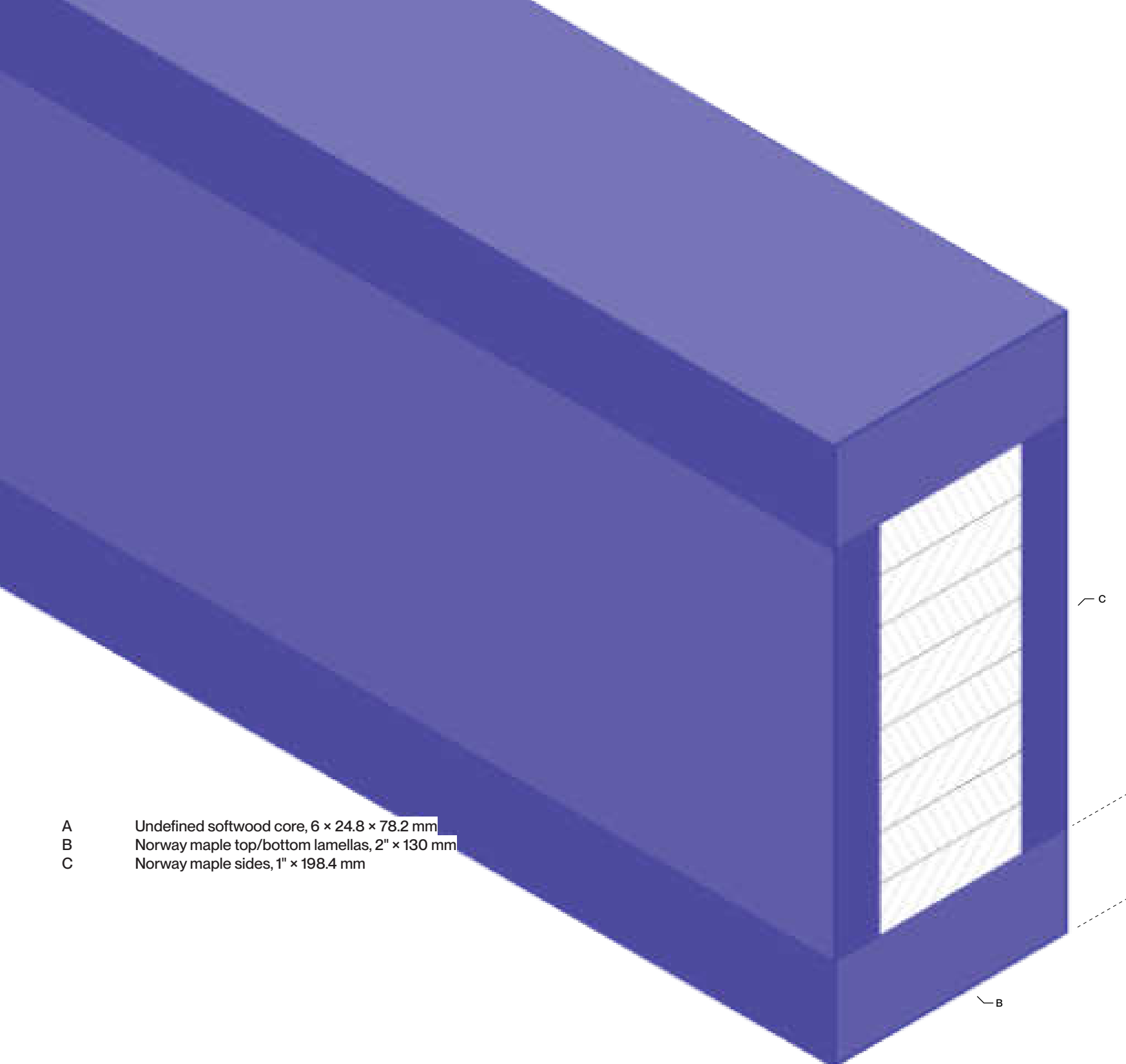


¹ Optimizing timber extraction from ecologically-harmful tree
² Access to thermal mass without mineral materials (renewable)
³ 500% (6x) ↑ in heat storage capacity, compared to standard

- A Exterior
 - Aluminium cladding, 1/8" / 3.175 mm
 - Ventilated cavity, 1" / 25.4 mm
 - B Wood fiber insulation boards, 5 1/2" / 139.7 mm (R18)
 - Air barrier, vapor permeable
 - C OSB, 1/2" / 12.7 mm (R0.6)
 - D Norway maple, 12" / 304.8 mm (R10.2)
 - Interior
- R 30.2

Norway maple

Abundant and invasive species as a thermal mass wall

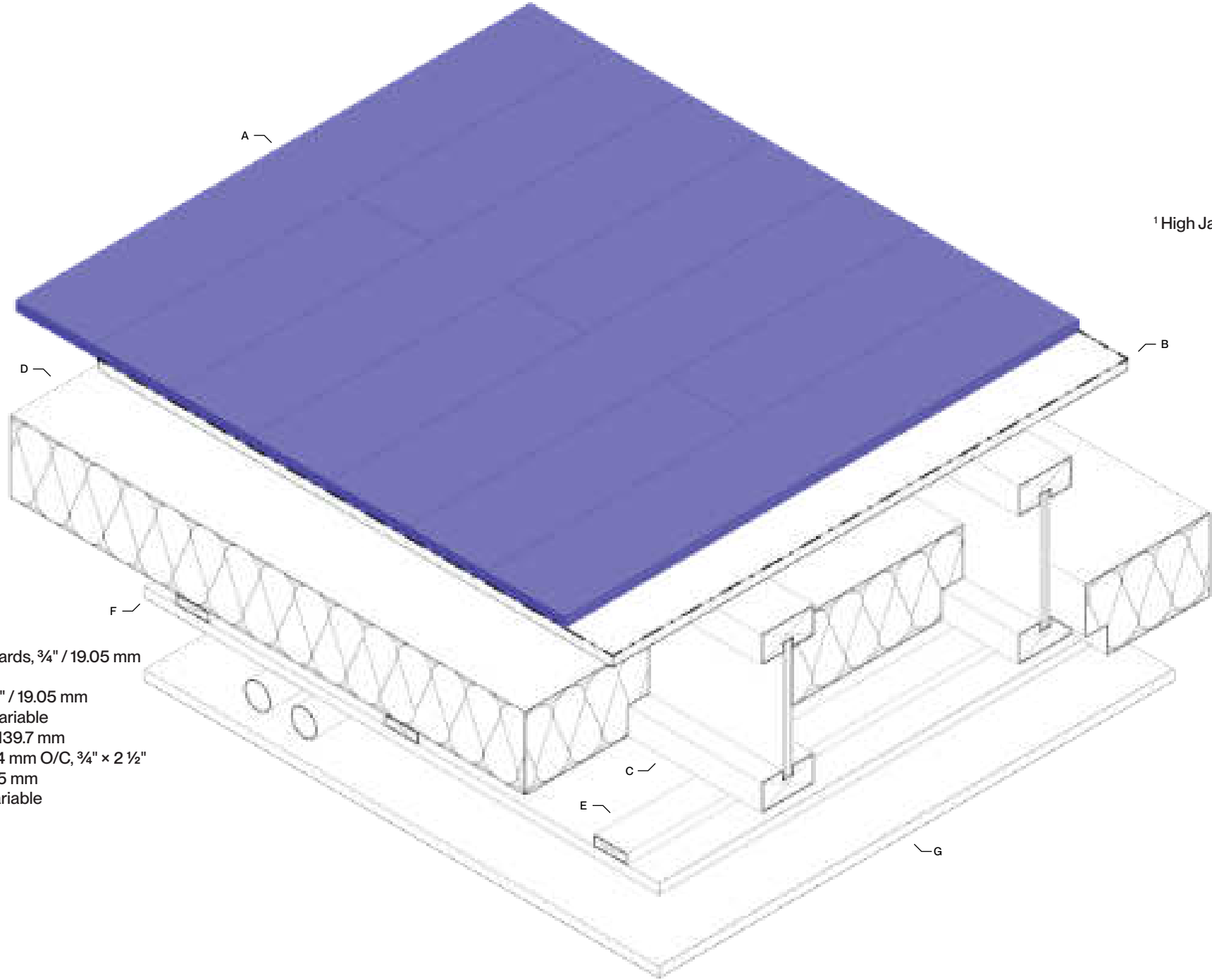


- A Undefined softwood core, 6 × 24.8 × 78.2 mm
- B Norway maple top/bottom lamellas, 2" × 130 mm
- C Norway maple sides, 1" × 198.4 mm

- ¹ Swaping top (compression) and bottom (tension) lamellas
- ² Keeping softwood core for weight concerns
- ³ Increase in MoE/MoR → improved bending strength
- ⁴ Longer fire retardant
- ⁵ Aesthetic concerns

Norway maple

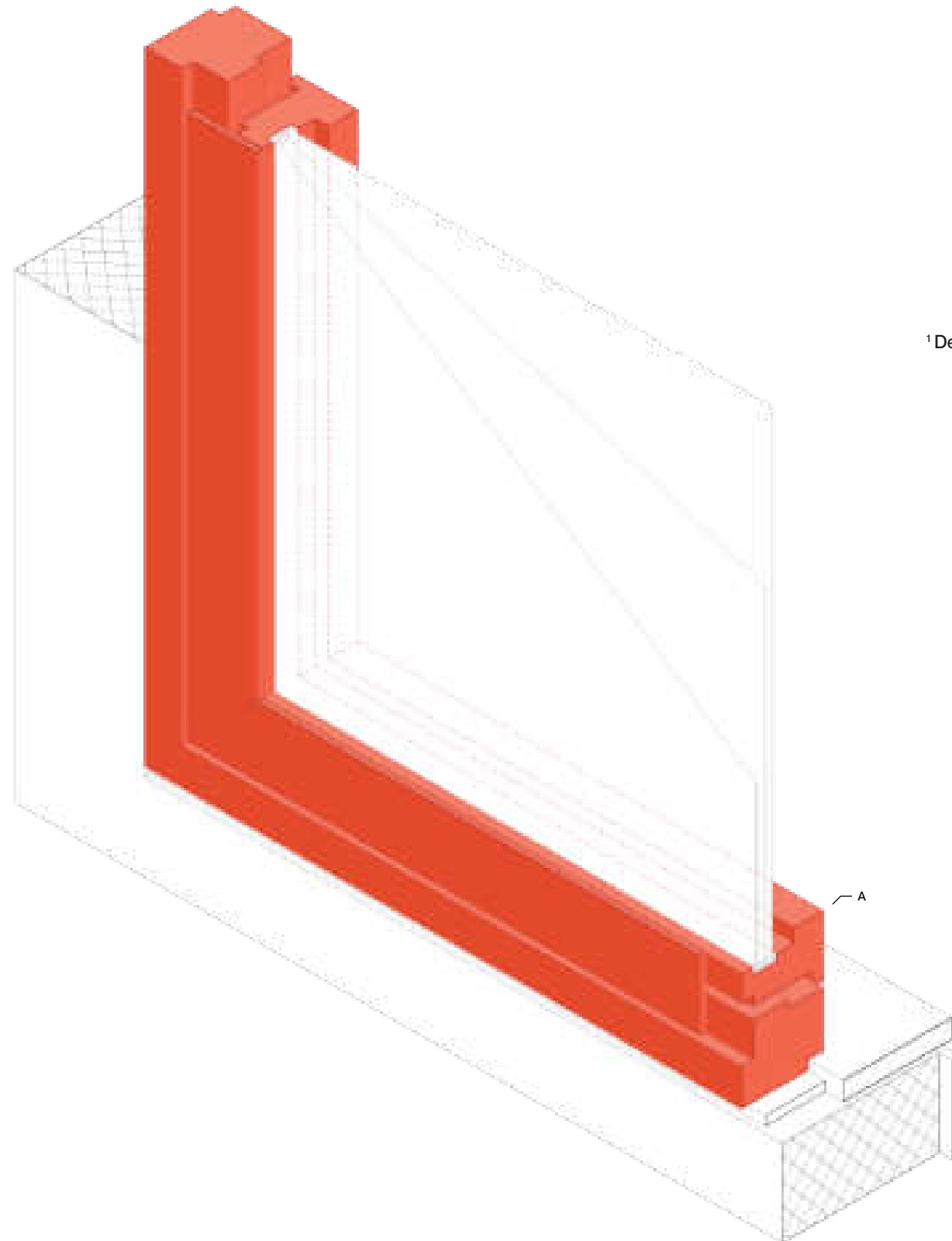
Glulam beam envelope for softwood core



¹ High Janka Hardness makes great floor finish
² Standard CMHC interior floor detail
³ Aesthetic concerns

- A Interior
Norway maple flooring boards, 3/4" / 19.05 mm
- B Sound attenuation mat
- C Interior-grade plywood, 3/4" / 19.05 mm
- D Engineered-wood joists, variable
- E Acoustic batt in-fill, 5 1/2" / 139.7 mm
- F Wood furring @ 16" / 406.4 mm O/C, 3/4" x 2 1/2"
- G Gypsum board, 5/8" / 15.875 mm
- Suspended ceiling gap, variable

Norway maple
 Hardwood flooring, typical CMHC floor detail

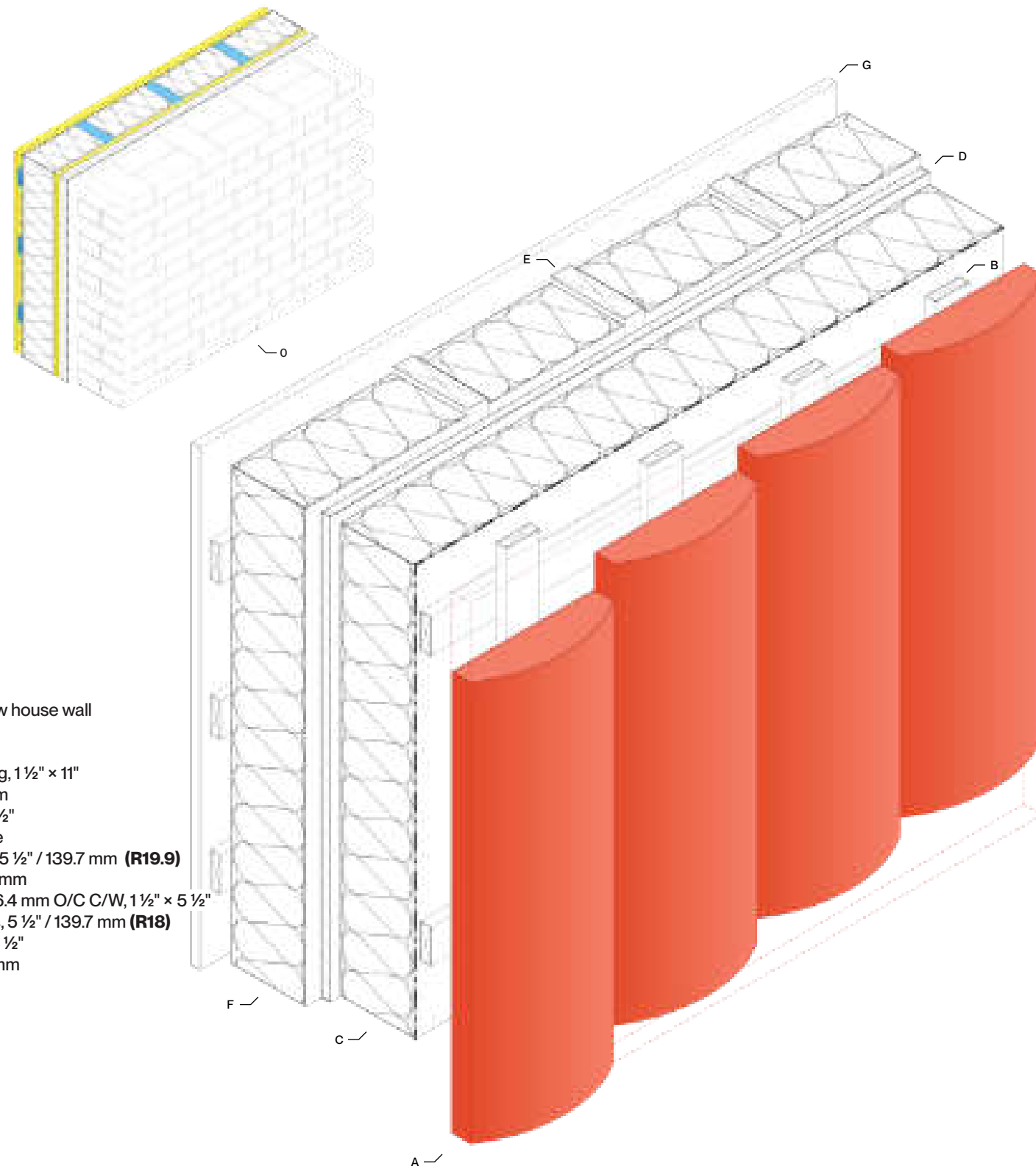


¹ Dense and rot-resistant wood → high performance window frame

A White oak window frame

White oak

Rot-resistant wooden window frame



¹ Timber cutting chutes/wastes → facade cladding
² Rot resistant species

O Standard CMHC Quebec row house wall

Exterior

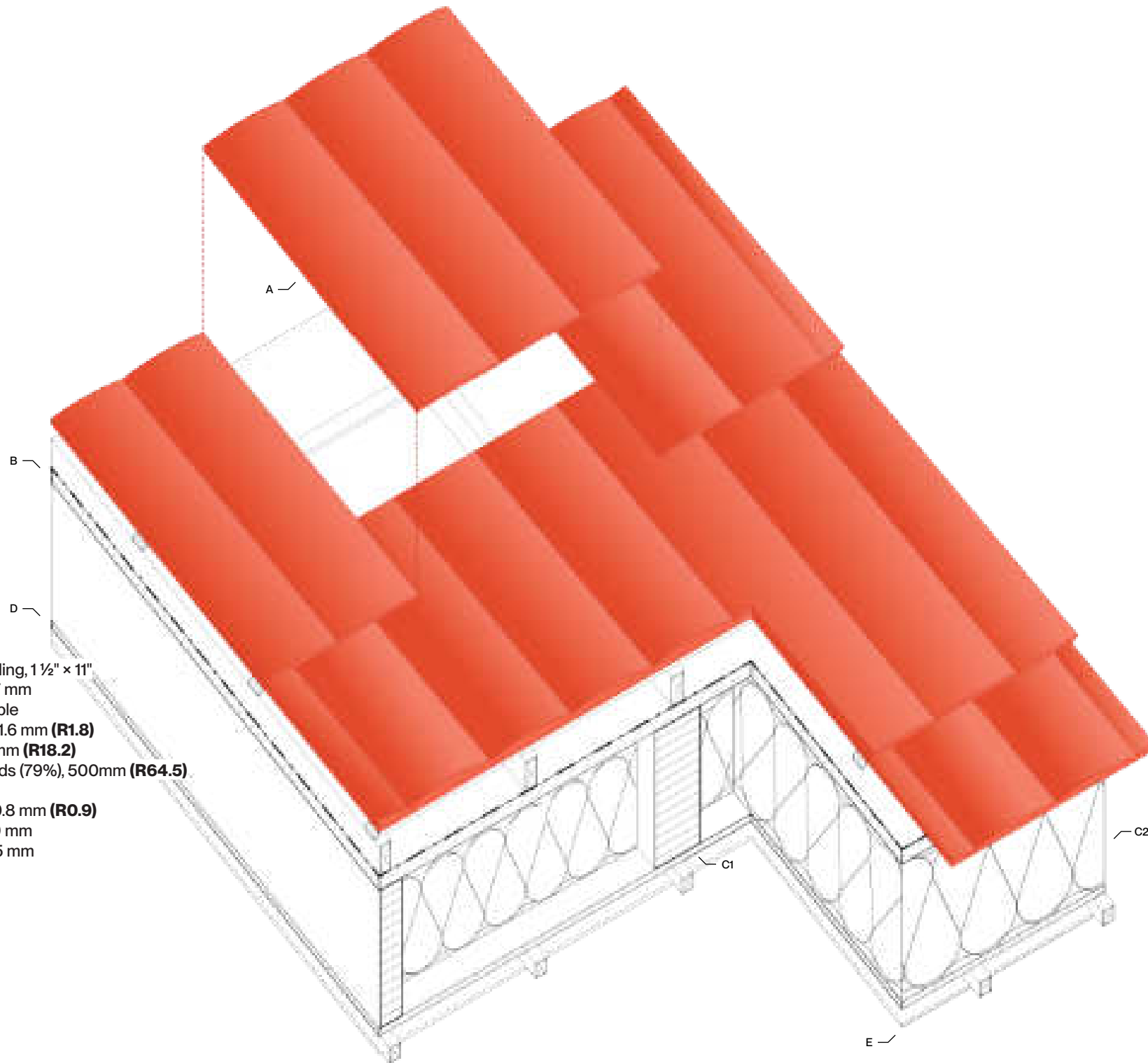
- A Cut round White oak cladding, 1 1/2" x 11"
- Ventilated cavity, 3" / 76.2 mm
- B Interior SPF furring, 1 1/2" x 3 1/2"
- Air barrier, vapour permeable
- C Rigid polystyrene insulation, 5 1/2" / 139.7 mm **(R19.9)**
- D Standard SPF OSB, 1" / 25.4 mm
- E SPF stud framing @ 16" / 406.4 mm O/C C/W, 1 1/2" x 5 1/2"
- F Wood fiber insulation boards, 5 1/2" / 139.7 mm **(R18)**
- Exterior SPF furring, 1 1/2" x 3 1/2"
- G Gypsum board, 5/8" / 15.875 mm

Interior

R 41.8

White oak

Timber scraps as exterior cladding

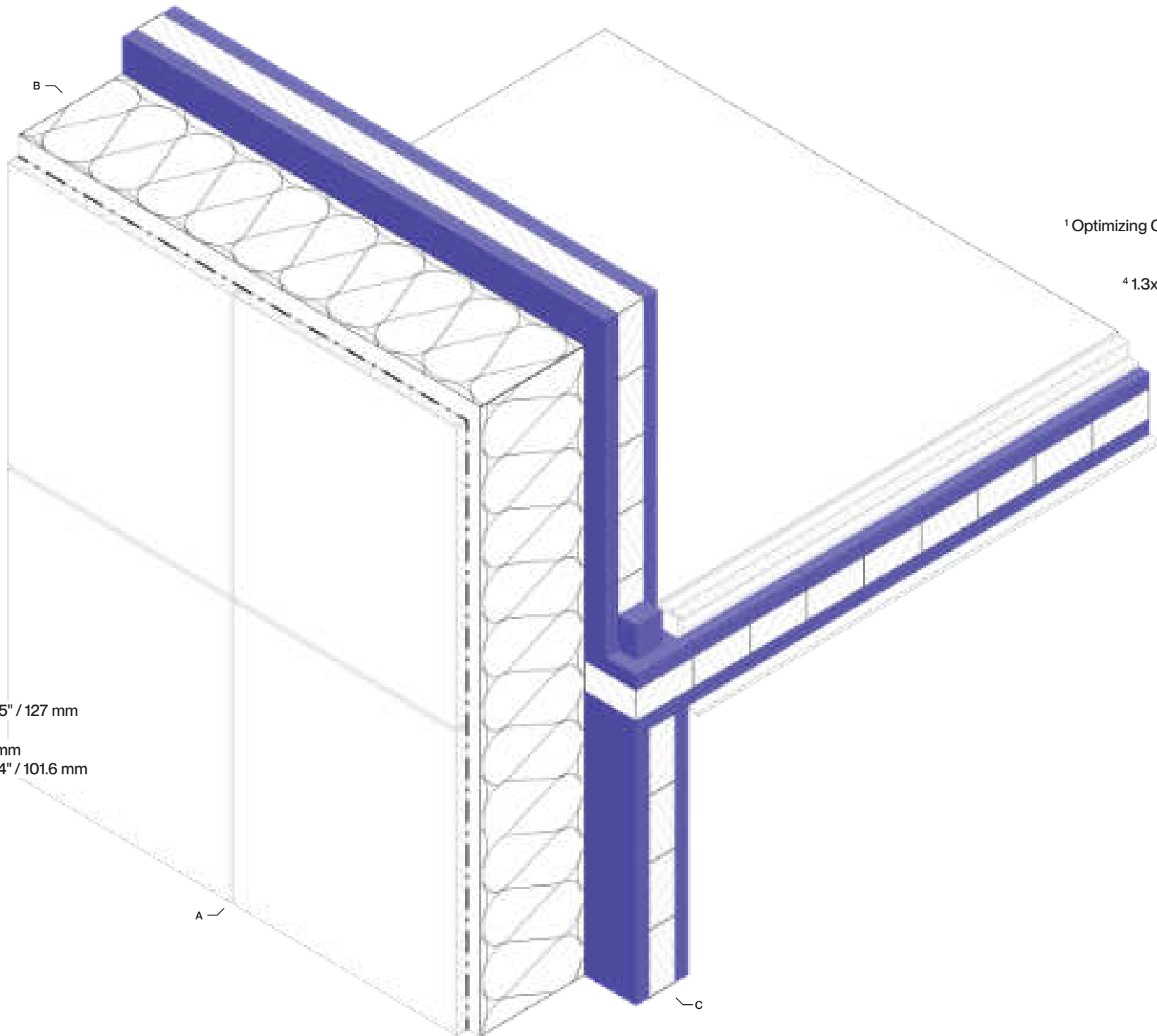


¹ Timber cutting wastes → roof cladding
² Rot resistant species

- Exterior*
- A Raw white oak chute cladding, 1 1/2" x 11"
Double furring, 5 1/2" / 139.7 mm
Air barrier, vapour permeable
 - B Standard SPF OSB, 4" / 101.6 mm (R1.8)
 - C1 Glulam beams (21%), 500mm (R18.2)
 - C2 Wood fiber insulation boards (79%), 500mm (R64.5)
Vapour barrier
 - D Standard SPF OSB, 2" / 50.8 mm (R0.9)
Lumber furring, 3 1/2" / 88.9 mm
 - E Gypsum board, 5/8" / 15.875 mm
- Interior*
- R 50.4**

White oak

Timber scraps as roof long shingles



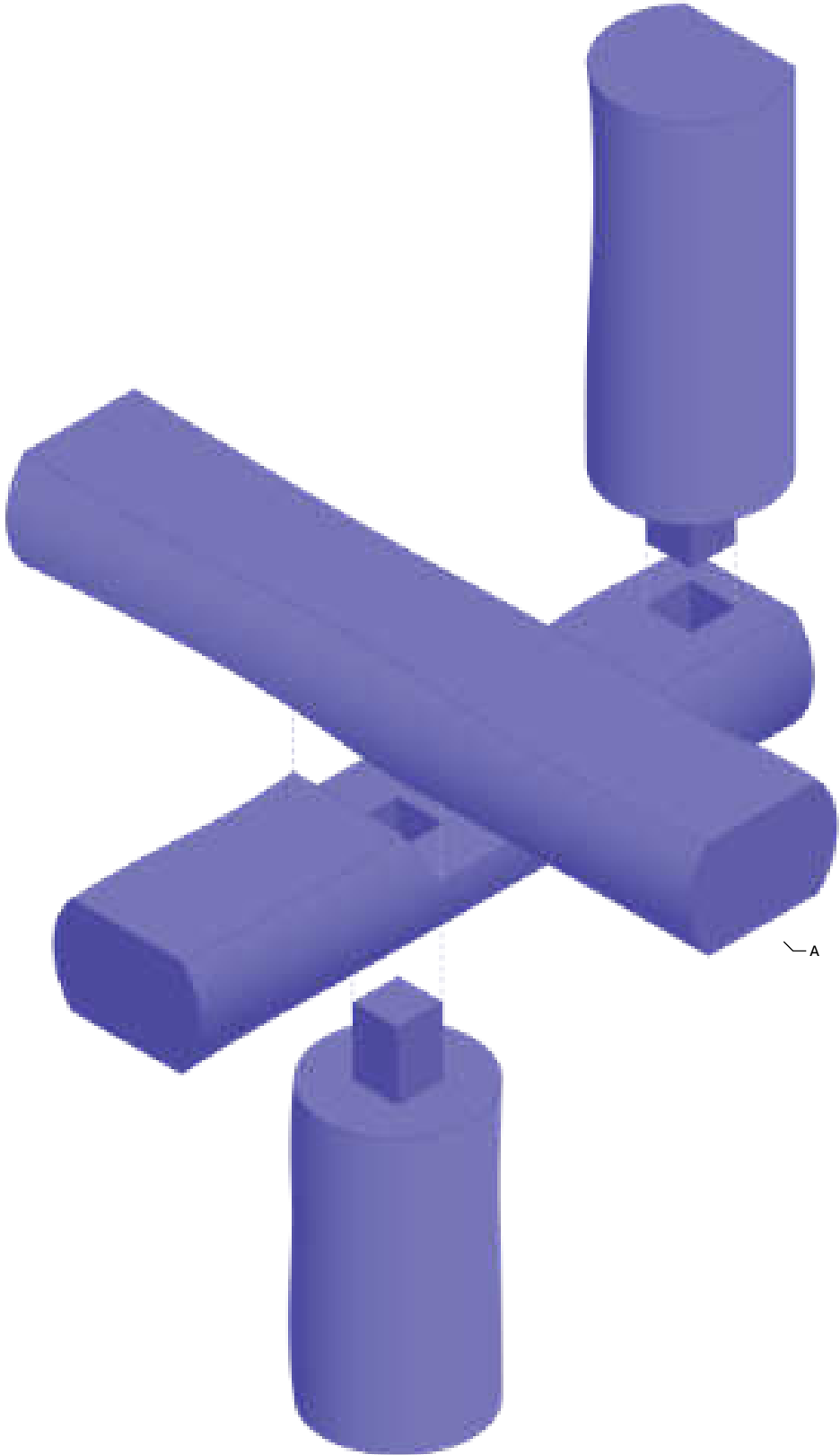
- A Exterior
Pre-cast concrete panels, 5" / 127 mm
Vapour barrier
- B EPS insulation, 8" / 203.2 mm
- C Mixed-species 5-ply CLT, 4" / 101.6 mm

R 32.0

- ¹ Optimizing CLT's strength with sugar maple's ↑ MPI
- ² Pleasing odor + aesthetic concerns
- ³ CLT is has a growing interest
- ⁴ 1.3x more fire retardant than SPF (mm/min)

Sugar maple

Outer layers of 5-ply CLT wall system

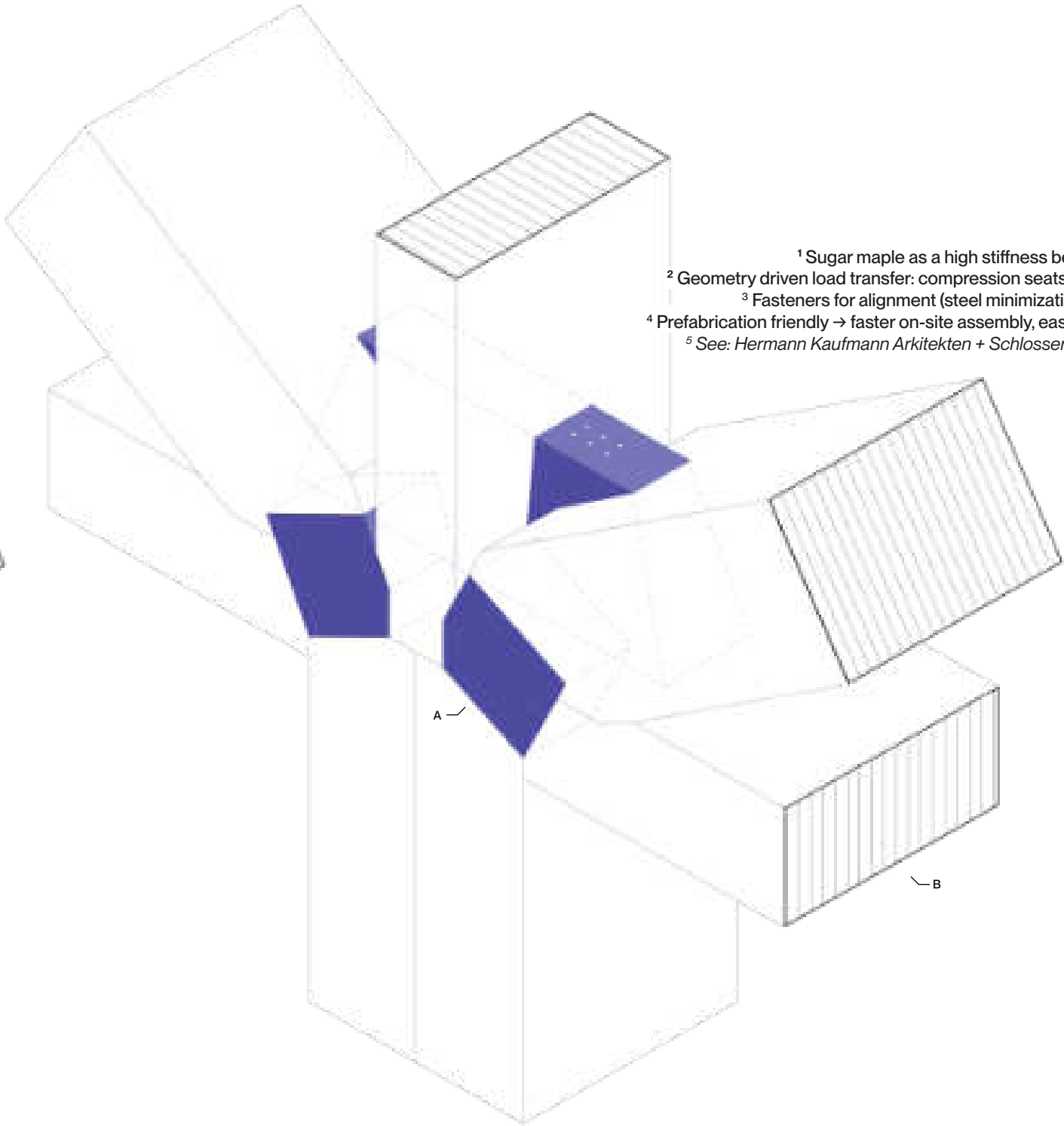
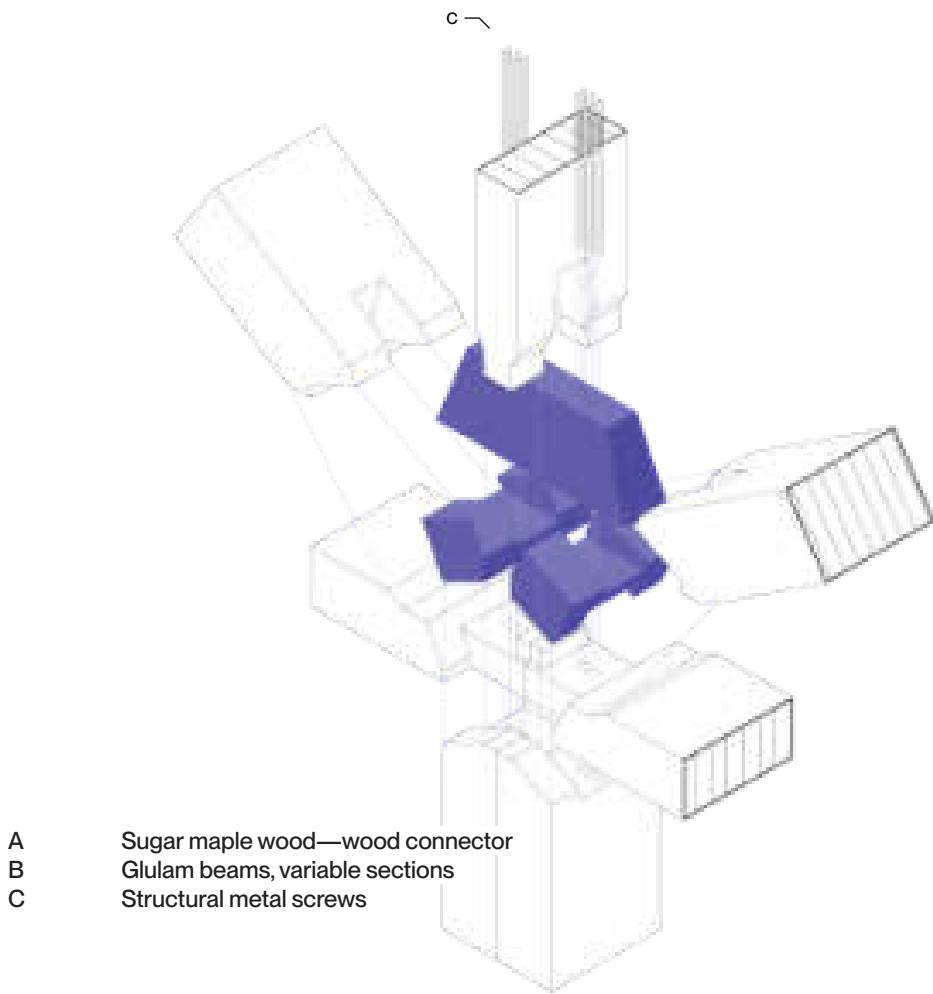


A Round raw sugar maple, variable sections

¹ Sugar maple has historical significance in Quebec
² Naturally strong, yet mechanically balanced
³ Narrative: woodworking → self-building scenario
⁴ Raw wood → 2.5x stronger than sawn wood
⁵ See: *Dans'l bois (2023), EPFL*

Sugar maple

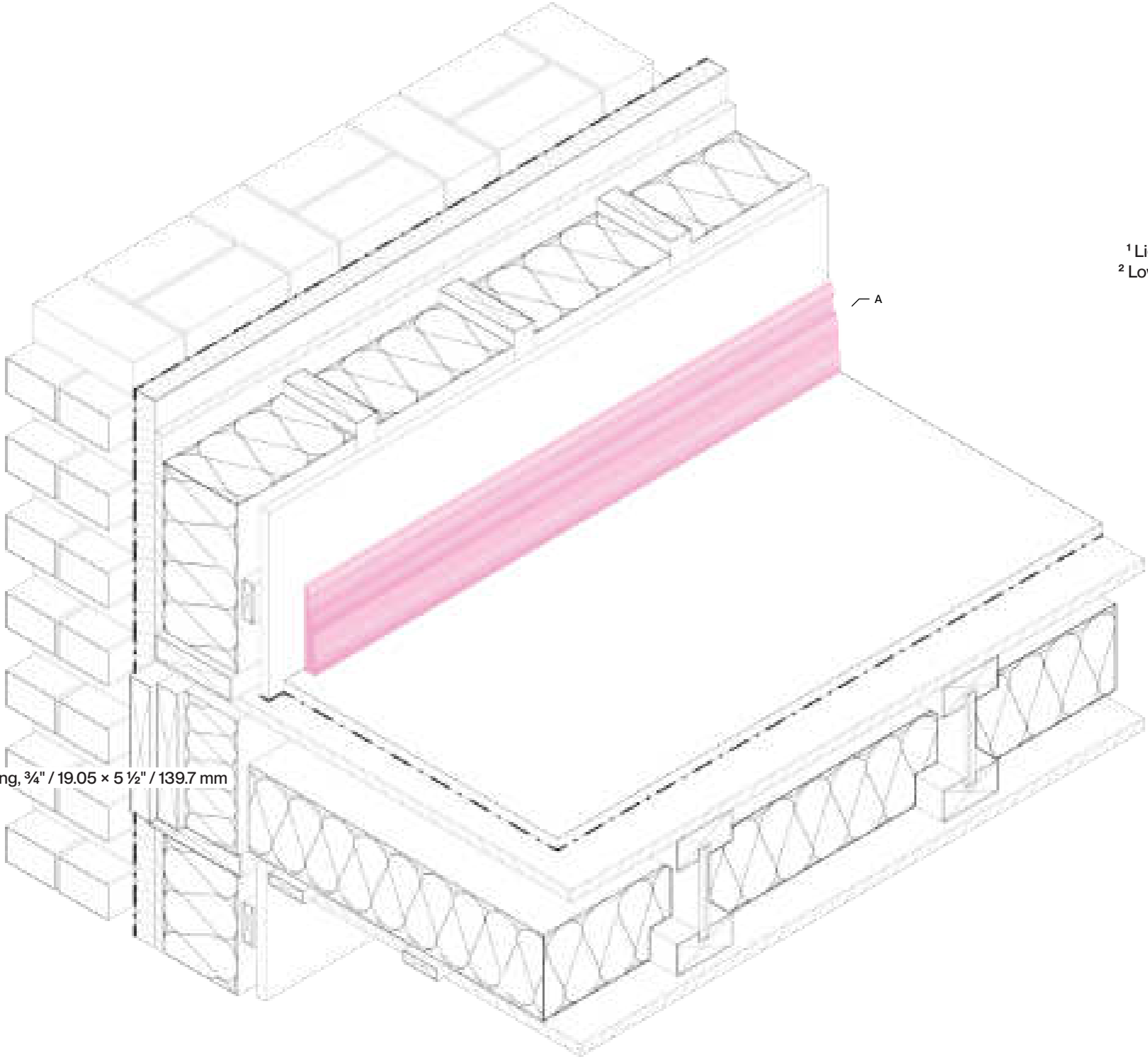
Mortise and tenon joint, raw wood structure



- ¹ Sugar maple as a high stiffness bearing interface;
- ² Geometry driven load transfer: compression seats and shear keys
- ³ Fasteners for alignment (steel minimization, screws only)
- ⁴ Prefabrication friendly → faster on-site assembly, easier disassembly
- ⁵ See: Hermann Kaufmann Architekten + Schlosser Holzbau GmbH

Sugar maple

Wood—wood connection for engineered wood products

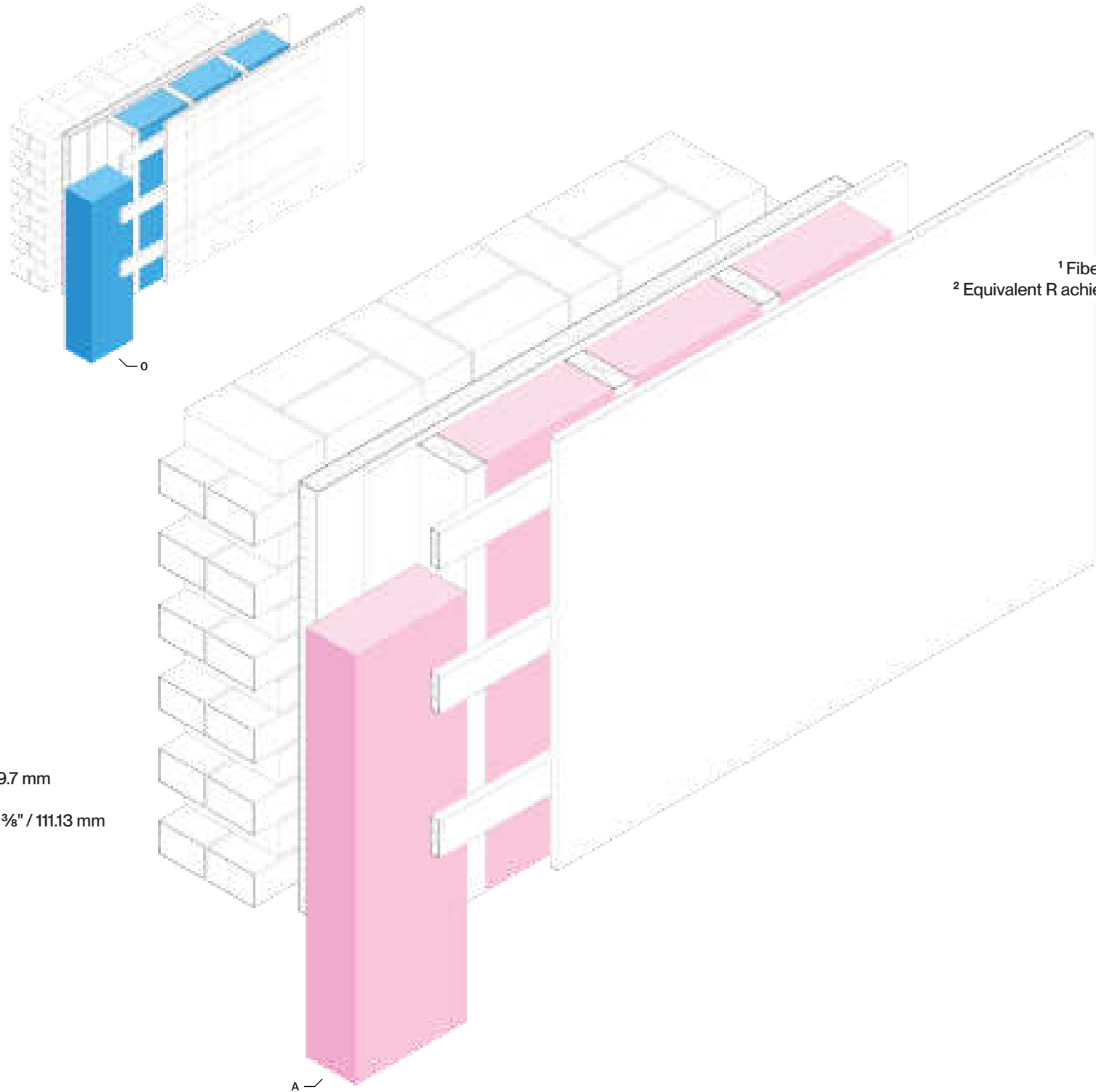


- ¹ Lightweight plinths, easy to profile and carve
- ² Low-weight ornamentation → interior retrofits
- ³ CNC optimized
- ⁴ Aesthetic concerns

A American basswood wall molding, 3/4" / 19.05 × 5 1/2" / 139.7 mm

American basswood

Lightweight baseboards and moldings: ornamentation

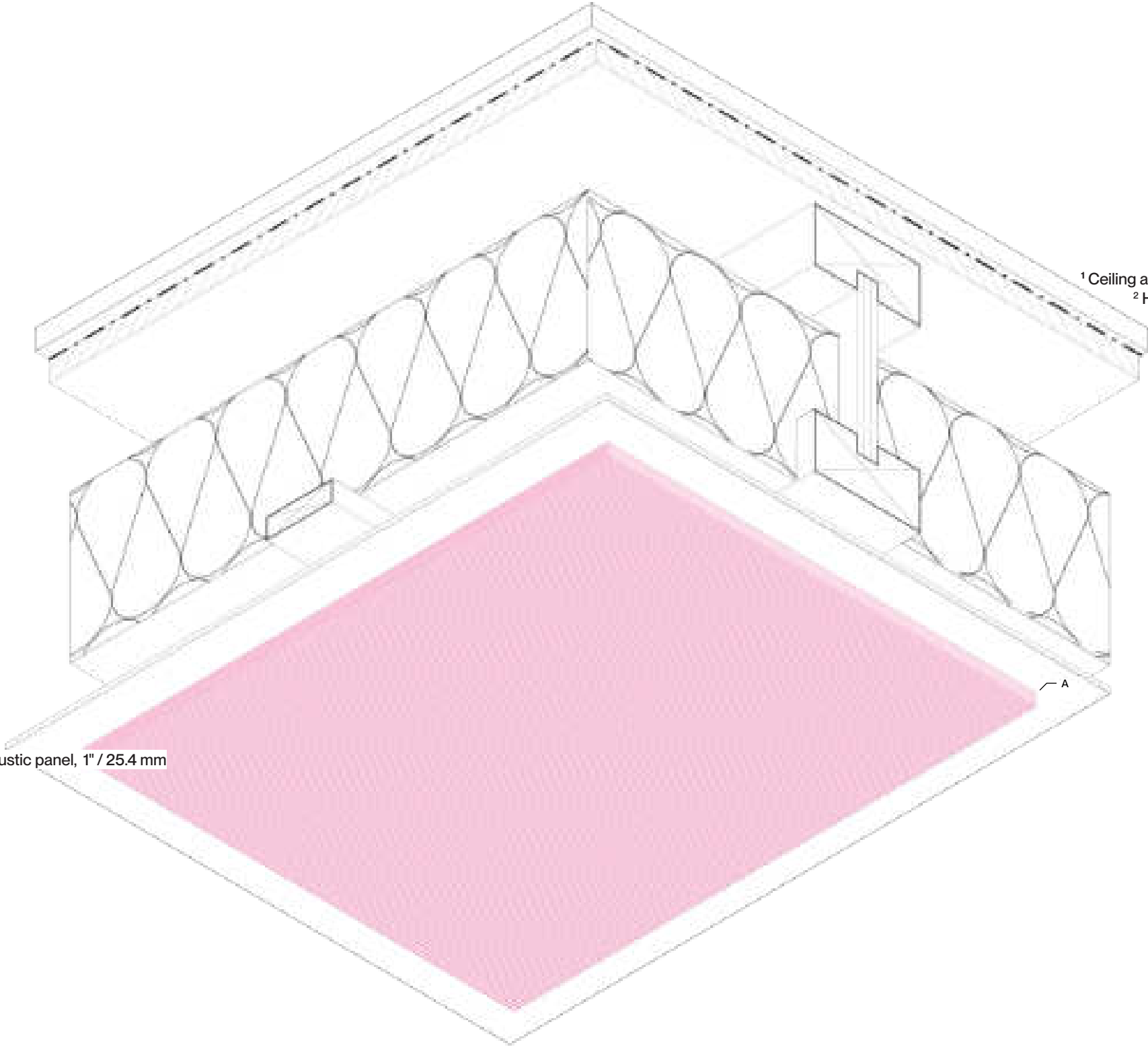


¹ Fiber board at ~20% lower λ than SPF-based boards
² Equivalent R achieved with reduced thickness: 140 mm to ~110 mm
³ Made from chutes and wastes (pulp)

- O Standard SPF fiber boards, 5 1/2" / 139.7 mm
- A American basswood fiber boards, 4 3/8" / 111.13 mm

American basswood

Thinner wood fiber insulation boards



¹ Ceiling acoustic panels: lightweight noise control
² High workability for perforation / patterns

A American basswood acoustic panel, 1" / 25.4 mm

American basswood

Ceiling acoustic panels

Toward Material Testing

Vers une validation matérielle

Reframing Extraction

As this project reaches a stage where its technical propositions must confront the realities of contemporary practices, it becomes difficult to ignore that “*business-as-usual*” architecture is too often anchored in extractive and systematically violent labor and supply chains. Those chains are frequently sustained by colonial land regimes, racialized and gendered divisions of work, and a persistent externalization of environmental and social costs onto distant territories, precarious workers, and also non-human ecologies. Keena et al., 2023; Malterre-Barthes, 2025 I therefore want to address a central tension: although the project’s core domains of inquiry (forestry, material sourcing, and construction) remain extractive by definition, the research is oriented toward sustainably-regenerative, or if possible, post-extractive models. It argues for a reform of architecture as a hierarchical and oppressive discipline, not only through different materials, but through different goals and protocols. In practical terms, the best-case scenario would of course be to not build. When intervention is required, priority should be given to renovation, repair and redistribution of existing space. That way, new construction becomes a last resort, justified only where social needs cannot be met otherwise and where extraction is demonstrably regenerative and accountable. Scholars like Dr. Charlotte Malterre-Barthes provide a reference point for this idea

Repenser l'extraction

À ce stade du projet, où ses propositions techniques doivent faire face aux réalités des pratiques contemporaines, il devient difficile d’ignorer que l’architecture « *business-as-usual* » est trop souvent ancrée dans des chaînes d’approvisionnement et de travail extractives et systématiquement violentes. Ces chaînes sont fréquemment maintenues par des régimes fonciers coloniaux, des divisions racialisées et genrées du travail, ainsi que par une externalisation persistante des coûts environnementaux et sociaux vers des territoires éloignés, des travailleurs précaires et les écosystèmes non humains. Keena et al., 2023 ; Malterre-Barthes, 2025 Je souhaite donc aborder une tension centrale : bien que les domaines d’enquête principaux du projet (sylviculture, approvisionnement en matériaux et construction) restent extractifs par définition, la recherche s’oriente vers des modèles durables-régénératifs, voire post-extractifs. Elle plaide pour une réforme de l’architecture en tant que discipline hiérarchique et oppressive, non seulement par le biais de matériaux différents, mais aussi par des objectifs et protocoles différents. En termes pratiques, le scénario idéal serait bien sûr de ne pas construire. Lorsque l’intervention est nécessaire, la priorité devrait être donnée à la rénovation, à la réparation et à la redistribution de l’espace existant. Ainsi, la nouvelle construction devient un dernier recours, justifiée uniquement lorsque les besoins sociaux ne peuvent être comblés autrement et



The Devil's River near Mont-Tremblant (Oil on canvas, 61.6 x 81.9 cm)

Cullen, Maurice (1931)

through her call for a moratorium on new construction, which reframes the building stock as the primary resource and challenges the profession’s tendency to normalize ongoing extraction as inevitable. Malterre-Barthes, 2025

Returning to this project’s specific contribution, the research is framed as designing for forest dynamics rather than designing primarily for the construction industry. This shift matters because many forestry practices already produce material flows that are poorly valued by conventional supply chains. Forest thinning, for instance, can be a necessary practice for stand health and long-

lorsque l’extraction est démontrablement régénérative et responsable. Des chercheuses comme la Dre Charlotte Malterre-Barthes offrent un point de référence pour cette idée par son appel à un moratoire sur la nouvelle construction, qui réenvisage le parc bâti comme ressource principale et remet en question la tendance de la profession à normaliser l’extraction continue comme inévitable. Malterre-Barthes, 2025

En revenant à la contribution spécifique de ce projet, la recherche se positionne comme une conception axée sur les dynamiques forestières plutôt que sur les impératifs de l’industrie de la construction. Ce

term resilience, while also supporting the maintenance of non-tree species and broader habitat conditions. ^{Beaudet & Messier, 1998; Dumont et al., 2023} If treated as a legitimate feedstock rather than as waste, thinning can yield small-diameter sections from species that are otherwise underrepresented in construction, such as yellow birch and other northern hardwoods. A second case, repeatedly mobilized in this work, is that of invasive or naturalized species, notably Norway maple (*Acer platanoides*) in southern Quebec. The Government of Quebec explicitly lists Norway maple among established exotic invasive species, ^{Gouvernement du Québec, 2025b} which signals an institutional recognition of its ecological risk. ^{Mottet et al., 2021; Postma,}

changement est significatif, car de nombreuses pratiques forestières génèrent déjà des flux de matériaux sous-évalués par les chaînes d'approvisionnement conventionnelles. Par exemple, l'éclaircie forestière, bien qu'essentielle pour la santé des peuplements et leur résilience à long terme, contribue aussi à la préservation des espèces non arborescentes et des conditions d'habitat plus larges. ^{Beaudet & Messier, 1998 ; Dumont et al., 2023} Si ces résidus d'éclaircie étaient considérés comme une matière première plutôt que comme des déchets, ils pourraient fournir des sections de petit diamètre issues d'espèces actuellement sous-représentées dans la construction, comme le bouleau jaune et d'autres feuillus nordiques. Un second cas, fréquemment mobilisé

Architecture must move beyond “*better materials*”. When extraction is unavoidable, it should align with regenerative practices and prioritize renovation. Prototyping becomes a tool for justice, testing how design can challenge extractive norms.

²⁰²⁰ Beyond formal listing, research and science communication in Quebec describe how Norway maple can displace native species, including sugar maple, through high seed production and competitive establishment, with cascading effects on forest composition and associated ecological relationships. If this replacement continues, the consequences could potentially extend beyond ecology to cultural and economic systems that depend on sugar maple stands and their management. In short, the project acknowledges the systemic problems that comes with building, and it refuses to present so-called “*better materials*” as a sufficient solution. Instead, it argues

dans ce travail, concerne les espèces invasives ou naturalisées, notamment l'érable de Norvège (*Acer platanoides*) dans le sud de la province. Le gouvernement du Québec classe explicitement cet érable parmi les espèces exotiques envahissantes établies, ^{Gouvernement du Québec, 2025b} ce qui témoigne d'une reconnaissance institutionnelle de son risque écologique. ^{Mottet et al., 2021 ; Postma, 2020} Au-delà de cette classification officielle, les recherches et la communication scientifique au Québec démontrent comment l'érable de Norvège peut déplacer des espèces indigènes, dont l'érable à sucre, grâce à sa production abondante de graines et à son établissement compétitif, avec des effets en cascade

that when extraction cannot be avoided, architecture must explicitly align itself with regenerative practices and renovation-first strategies.

Prototyping Change

Because this project argues for a re-evaluation of timber construction practices through a broader and more diverse set of species, mostly hardwoods, it opens new possibilities for structural and hygrothermal innovation in wood-based envelope systems, simply because different species carry different traits. That being said, architectural proof rarely emerges instantly: it

sur la composition des forêts et les relations écologiques associées. Si cette substitution se poursuit, les conséquences pourraient dépasser le domaine écologique pour toucher les systèmes culturels et économiques dépendant des peuplements d'érables à sucre et de leur gestion. En somme, ce projet reconnaît les problèmes systémiques liés à la construction et refuse de présenter des « *matériaux améliorés* » comme une solution suffisante. Il soutient plutôt que lorsque l'extraction ne peut être évitée, l'architecture doit s'aligner explicitement sur des pratiques régénératives et des stratégies privilégiant la rénovation.

L'architecture doit aller au-delà les « *meilleurs matériaux* ». Elle doit privilégier régénération et rénovation. Ici, le prototypage devient un outil pour la justice, testant comment le design peut contester les normes extractives.

seems to be typically produced through climate and occupancy. In this sense, the present research positions itself as an initial academic step that makes innovation testable. It brings together trait-based research and design proposals through prototyping.

The ability to pursue such work in an academic setting is an undeniable privilege, but it should be understood first as a responsibility. The trust, time, and public and institutional capital invested in architectural education should be mobilized toward systematic change rather than absorbed by self-contained exercises. ^{Malterre-Barthes, 2025} In that

Prototyper le changement

En proposant une réévaluation des pratiques de construction en bois à travers un éventail plus large et diversifié d'espèces, principalement des feuillus, ce projet ouvre de nouvelles possibilités d'innovation structurelle et hygrothermique dans les systèmes d'enveloppe à base de bois, simplement parce que chaque espèce possède des caractéristiques distinctes. Cela dit, la validation architecturale émerge rarement instantanément : elle semble généralement se construire à travers le climat et l'occupation. En ce sens, la présente recherche se positionne comme une première étape académique



Étude de bouleaux (Oil on wood, 18.5 x 13 cm)

Delfosse, Georges (1890)

sense, the academic studio becomes a legitimate site for trans-scalar sustainability: a space where social responsibility, construction, and ecological thinking can be articulated together, and where design is treated as a method for pushing the status quo, not merely for producing useless and isolated objects. Silberberger, 2021

rendant l'innovation testable. Elle rassemble la recherche basée sur les caractéristiques des matériaux et les propositions de conception par le prototypage.

La possibilité de mener ce type de travail dans un cadre académique est un privilège indéniable, mais il doit avant tout être compris comme une responsabilité. La confiance, le temps et le capital public et institutionnel investis dans l'éducation architecturale devraient être mobilisés vers un changement systémique plutôt que absorbés par des exercices autarciques. Malterre-Barthes, 2025 En ce sens, l'atelier académique devient un lieu légitime de durabilité trans-scalaire : un espace où la responsabilité sociale, la construction et la pensée écologique peuvent être articulées ensemble, et où la conception est traitée comme une méthode pour faire évoluer le statu quo, et non simplement pour produire des objets inutiles et isolés. Silberberger, 2021



La vieille cabane (Oil on canvas, 15.8 x 24.5 cm)

Wall Proposal

Draft Assembly

Esquisse d'Assemblage

Setting

The wall proposal is not a prescriptive solution for any new construction, but a draft detail designed to work through the Trait-Based Approach mentioned earlier in the research. Its purpose is to present a complete assembly that can support hygrothermal analysis, test geometric and structural relationships, and deepen familiarity with the species identified through the Trait-Based Filter. It aims to consolidate the most productive findings from the catalogue into a single coherent fragment.

The assembly situates itself within the ambition of synchronizing forests and architecture in Quebec through the use of under-utilized hardwood species, here specifically Norway maple (NHW-Ms ●), yellow birch (NHW-Es ●), and white oak (CHW-Dt ●). It assumes an urban or peri-urban sourcing context, limits engineered wood products typically derived from conifers and seeks to maximize whole-tree utilization. The target climate is Köppen Dfb, ASHRAE zone 6A, with a south-facing orientation to maximize solar incidence and thermal gain. The setting assumes a maximum of three storeys and a sloped roof with sufficient overhang to protect the facade. No specific program is prescribed, though the assembly is calibrated for housing or small institutional use.

Mise en contexte

La proposition de mur n'est pas une solution prescriptive pour toute nouvelle construction, mais une esquisse de détail conçue pour traverser l'Approche par Traits mentionnée plus tôt dans la recherche. Son but est de présenter un assemblage complet pouvant soutenir une analyse hygrothermique, tester des relations géométriques et structurales, et approfondir la familiarité avec les espèces identifiées dans le Filtre à Base de Traits. Elle vise à consolider les résultats les plus productifs du catalogue en un seul fragment cohérent.

L'assemblage s'inscrit dans l'ambition de synchroniser forêts et architecture au Québec par l'utilisation d'essences de feuillus sous-utilisées, ici spécifiquement l'érable de Norvège (NHW-Ms ●), le bouleau jaune (NHW-Es ●) et le chêne blanc (CHW-Dt ●). Il suppose un contexte d'approvisionnement urbain ou péri-urbain, limite les produits de bois d'ingénierie typiquement issus de conifères et cherche à maximiser l'utilisation de l'arbre entier. Le climat cible est Köppen Dfb, zone ASHRAE 6A, avec une orientation plein sud pour maximiser l'incidence solaire et les gains thermiques. Le contexte suppose un maximum de trois étages et un toit en pente avec un débord suffisant pour protéger la façade. Aucun programme spatial n'est prescrit, bien que l'assemblage soit calibré pour un usage résidentiel ou institutionnel de petite échelle.

Specific Materials

The interior structure consists of squared sugar maple beams, selected for their high modulus of rupture. The primary compression wall is formed by round Norway maple logs at 200mm (8"), a section calibrated to the mean diameter of these peri-urban trees. Norway maple is an invasive species that actively threatens native sugar maple stands, displacing them in urban and peri-urban forest understories while holding negligible commercial value in conventional supply chains. One of the main reasons for this displacement is that Norway maple, compared to native species of maple, is more tolerant to shade and other disturbances. That, alongside other functional traits, makes Norway maple have shorter growth cycles, especially in periurban contexts. Borzan, n.d.; bplant.org, 2019; Meier, 2008; Nowak & Rowntree, 1990; NVCA Administration Office, 2026; Postma, 2020 Its selection here directly addresses both conditions. Only three sides are milled, minimizing cut waste and embodied processing energy, while maximizing mass in order to achieve as high of a thermal mass as possible. The fourth side, left uncut and curved, becomes structurally useful: pressed against a mineral clay gasket, it creates a mechanically sealed, continuous air-tight interface without synthetic membrane. The clay layer is bio-based, DfD compatible, and leaves the interior wall surface clean and free for later spatial choices.

Yellow birch dowels, harvested from the heartwood of the same stems that supply the sheathing plywood and exterior cladding panels, tie the logs vertically and the rest of the assembly horizontally: it simply aligns the primary compression wall to the inside structure. They are selected for the high MoR and crushing strength of yellow birch, Meier, 2008 ensuring no part of the yellow birch stem goes unused elsewhere in the assembly.

Beyond the structural wall, 400mm (16") of

Matériaux spécifiques

La structure intérieure est composée de poutres en érable à sucre équarri, sélectionné pour son module de rupture élevé. Le mur de compression primaire est formé de rondins d'érable de Norvège à 200mm (8"), une section calibrée au diamètre moyen de ces arbres péri-urbains. L'érable de Norvège est une espèce envahissante qui menace activement les peuplements d'érable à sucre indigènes, les déplaçant dans les sous-étages forestiers urbains et péri-urbains, tout en ayant une valeur commerciale négligeable dans les chaînes d'approvisionnement conventionnelles. L'une des principales raisons de ce déplacement est que l'érable de Norvège, comparé aux espèces indigènes d'érable, tolère mieux l'ombre et d'autres perturbations. Cela, combiné à d'autres traits fonctionnels, lui confère des cycles de croissance plus courts, particulièrement en contexte péri-urbain. Borzan, n.d.; bplant.org, 2019; Meier, 2008; Nowak & Rowntree, 1990; NVCA

Administration Office, 2026; Postma, 2020 Sa sélection ici répond directement aux deux conditions. Seules trois faces sont fraisées, minimisant les déchets de coupe et l'énergie grise, tout en maximisant la masse afin d'atteindre une inertie thermique aussi élevée que possible. La quatrième face, laissée brute et courbée, devient structurellement utile : pressée contre un joint d'étanchéité en argile minérale, elle crée une interface continue et étanche à l'air sans membrane synthétique. La couche d'argile est biosourcée, compatible avec le DfD, et laisse la surface intérieure du mur libre pour les choix spatiaux ultérieurs.

Les goujons de bouleau jaune, tirés du bois de cœur des mêmes tiges qui fournissent le contreplaqué de coffrage et les panneaux de bardage extérieur, relient les rondins verticalement et le reste de l'assemblage horizontalement : ils alignent simplement le mur de compression primaire à la structure intérieure. Ils sont sélectionnés pour le module de rupture et la résistance à l'écrasement élevés du bouleau jaune, Meier, 2008 garantissant qu'aucune partie de la tige de bouleau jaune ne soit inutilisée ailleurs dans l'assemblage.

compressed rye straw bales provide most of the insulation. Straw is an annually regenerating agricultural byproduct with low embodied energy; rye is selected over wheat for its denser fiber structure, superior moisture buffering capacity, and stronger shear and compression performance. The bale mass also physically supports the cantilevered dowels, preventing rotation under load. Together, the Norway maple mass wall and the straw insulation bring the assembly to $U=0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$, meeting Passive House requirements for ASHRAE 6A, with a thermal capacity of $451 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ and amplitude attenuation exceeding 100x. Yellow birch plywood, derived from the secondary material streams of the dowel production, closes the insulation cavity, provides lateral shear resistance, and distributes wind loads across the assembly. It could even be taped for air control if needed. White oak studs, ideally raw or minimally squared, establish the ventilated drainage cavity through natural rot resistance alone, without chemical treatment, at small section. Yellow birch scraps and offcuts, ideally fabricated in collaboration with a colleague specializing in wood fabrication, form the rainscreen cladding panels, mechanically fixed and fully reversible without metal or plastic fasteners.

Outcome

The assembly is vapor-open toward the exterior, air-controlled at the clay interface, and drains through the ventilated cavity. No membranes, metal fasteners, or petrochemical products are introduced at any layer.

This proposal is admittedly demanding of a single wall assembly, but that ambition is precisely the point of the exercise. The analyses conducted through Ubakus confirm the hygrothermal viability of the section in both Summer and winter conditions, ^{Plag, 2026} though condensation at the

Au-delà du mur structural, 400mm (16") de ballots de paille de seigle comprimés assurent l'essentiel de l'isolation. La paille est un sous-produit agricole à régénération annuelle et à faible énergie grise; le seigle est sélectionné plutôt que le blé pour sa structure de fibre plus dense, sa capacité de tamponnage de l'humidité supérieure et ses meilleures performances en cisaillement et en compression. La masse des ballots soutient également physiquement les goujons en porte-à-faux, empêchant leur rotation sous charge. Ensemble, le mur masse en érable de Norvège et l'isolation en paille amènent l'assemblage à $U=0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, répondant aux exigences de la maison passive pour la zone ASHRAE 6A, avec une capacité thermique de $451 \text{ kJ/m}^2\text{K}$ et une atténuation d'amplitude dépassant 100x. Le contreplaqué de bouleau jaune, issu des flux de matériaux secondaires de la production des goujons, ferme la cavité d'isolation, apporte une résistance au cisaillement latéral et distribue les charges de vent sur l'assemblage. Il pourrait même être jointé pour le contrôle de l'air si nécessaire. Des montants de chêne blanc, idéalement bruts ou minimalement équarris, établissent la cavité de drainage ventilée par leur résistance naturelle à la pourriture seule, sans traitement chimique, à petite section. Des retailles et chutes de bouleau jaune, idéalement fabriquées en collaboration avec un.e collègue spécialisé.e en fabrication du bois, forment les panneaux de bardage en écran de pluie, fixés mécaniquement et entièrement réversibles sans fixations métalliques ni plastiques.

Résultats

L'assemblage est ouvert à la vapeur vers l'extérieur, contrôlé à l'air à l'interface d'argile, et se draine par la cavité ventilée. Aucune membrane, fixation métallique ou produit pétrochimique n'est introduit à quelque couche que ce soit. Cette proposition est certes exigeante pour un seul assemblage de mur, mais cette ambition est précisément l'objet de l'exercice. Les analyses effectuées via Ubakus



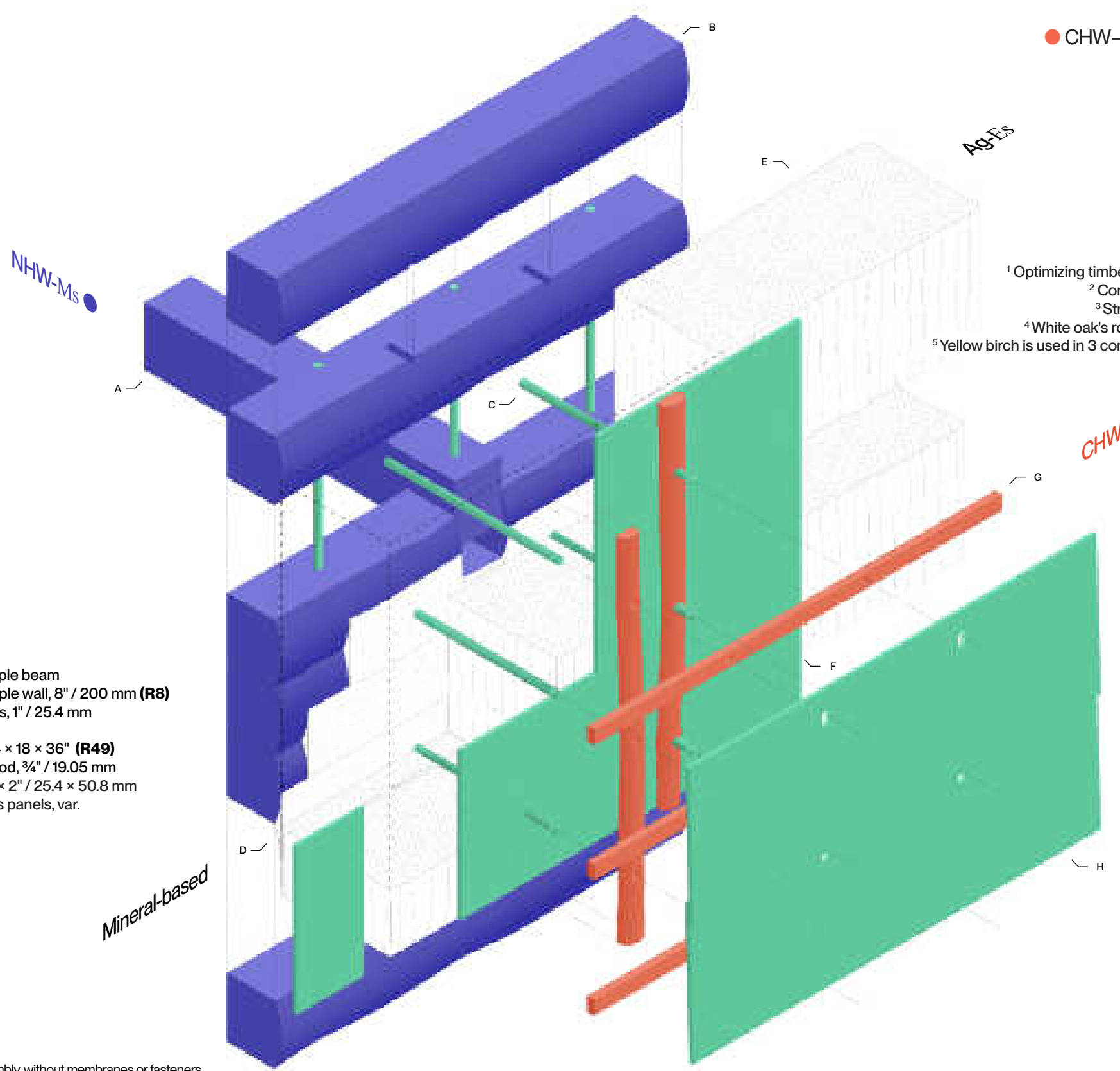
Maple Woods, Bare Trunks: Sketch for "October" (Oil on wood, 21.3 x 26.6 cm)

Thomson, Tom (1915)

straw-plywood interface under winter conditions remains a variable requiring closer attention. Before the prototype revises this detail in plan, section, and elevation against actual material availability and dimensions, the assembly should definitely be reviewed by experts, foresters, or builders with direct experience in specific materials, particularly straw construction, where field knowledge diverges significantly from theoretical assumptions, at least here in Quebec.

confirment la viabilité hygrothermique de la section en conditions estivales et hivernales, ^{Plag, 2026} bien que la condensation à l'interface paille-contreplaqué en conditions hivernales demeure une variable nécessitant une attention plus soutenue. Avant que le prototype ne révisé ce détail, l'assemblage devrait impérativement être soumis à l'examen d'expert.e.s, de forestier.ère.s ou de constructeur.ice.s ayant une expérience directe de certains matériaux spécifiques, particulièrement la construction en paille, où les connaissances de terrain divergent significativement des hypothèses théoriques, du moins ici au Québec.

● CHW—Dt / ● NHW—Es / ● NHW—Ms



- ¹ Optimizing timber extraction from ecologically-harmful tree
- ² Concrete-like thermal mass in wood assembly
- ³ Straw is a by-product of agricultural practices
- ⁴ White oak's rot resistance makes for good exterior studs
- ⁵ Yellow birch is used in 3 complementary ways (pith, heartwood & bark)
- ⁶ No metal fasteners or plastic membranes

- Interior*
- A Squared sugar maple beam
 - B Round Norway maple wall, 8" / 200 mm (R8)
 - C Yellow birch dowels, 1" / 25.4 mm
 - D Clay interface
 - E Rye straw bales, 14 × 18 × 36" (R49)
 - F Yellow birch plywood, 3/4" / 19.05 mm
 - G White oak studs, 1 × 2" / 25.4 × 50.8 mm
 - H Yellow birch scraps panels, var.
- Exterior*

R 57

Mineral-based

Wall Proposal

High thermal mass bio-based assembly, without membranes or fasteners



Données non garantie

Prototype 001 (Summer)

Mur extérieur
établi le 25.2.2026

Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

DIN 4108*: $R > 1,2 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} + R_{\text{si}} + R_{\text{se}}$



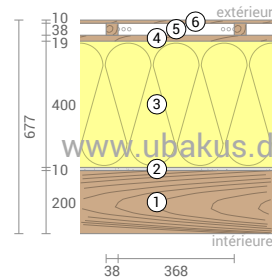
Hygrométrie

Pas de condensation



Confort d'été

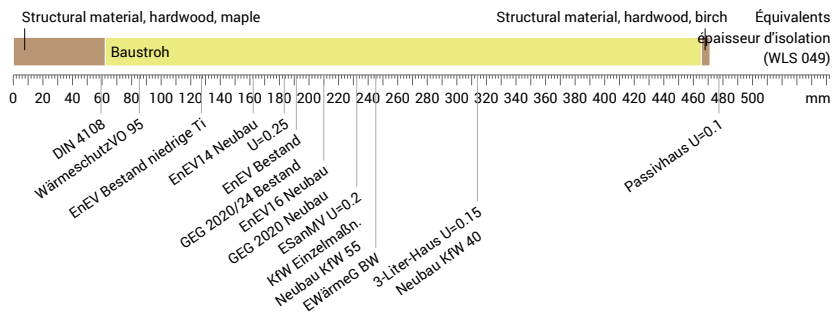
Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 354 kJ/m²K



- ① Structural material, hardwood, maple (200 mm)
- ② Claytec Greentech 700 (10 mm)
- ③ Baustroh (400 mm)
- ④ Structural material, hardwood, birch (19 mm)
- ⑤ lame d'air ventilée (38 mm)
- ⑥ Cèdre (10 mm)

Effet d'isolation de couches individuelles

Pour la figure ci-dessous, les résistances thermiques des couches individuelles ont été converties en millimètre d'épaisseur d'isolation. L'échelle se réfère à une isolation de conductivité thermique de 0,049 W/mK.



Air ambiant: 23,0°C / 50%
Air extérieur: 30,0°C / 70%
Temp. de surface: 23,2°C / 30,0°C

Valeur sd: 14,7 m

Épaisseur: 67,7 cm
Poids: 206 kg/m²
Capacité thermique: 451 kJ/m²K

*Vergleich mit dem Grenzwert für Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen, nicht beheizte Räume (auch nicht beheizte Dachräume oder nicht beheizte Kellerräume außerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche) gemäß DIN 4108-2 Tabelle 3

[Cliquez ici pour éditer le composant sur www.ubakus.de.](http://www.ubakus.de)



Données non garantie

Prototype 001 (Winter)

Mur extérieur
établi le 25.2.2026

Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

DIN 4108*: $R > 1,2 \text{ m}^2\text{K}/\text{W} + R_{\text{si}} + R_{\text{se}}$



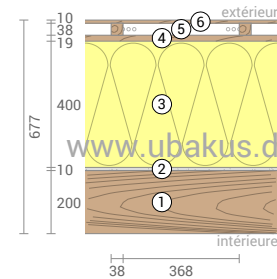
Hygrométrie

Sèche en 46 jours
Teneur en humidité du bois: +1,1%
Condensation: 140 g/m²



Confort d'été

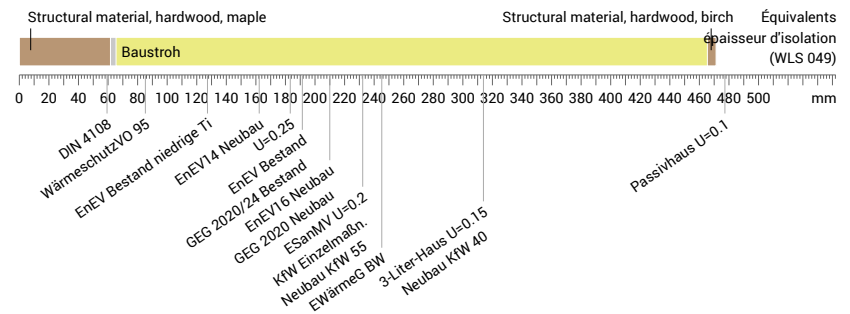
Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 354 kJ/m²K



- ① Structural material, hardwood, maple (200 mm)
- ② Claytec Greentech 700 (10 mm)
- ③ Baustroh (400 mm)
- ④ Structural material, hardwood, birch (19 mm)
- ⑤ lame d'air ventilée (38 mm)
- ⑥ Cèdre (10 mm)

Effet d'isolation de couches individuelles

Pour la figure ci-dessous, les résistances thermiques des couches individuelles ont été converties en millimètre d'épaisseur d'isolation. L'échelle se réfère à une isolation de conductivité thermique de 0,049 W/mK.



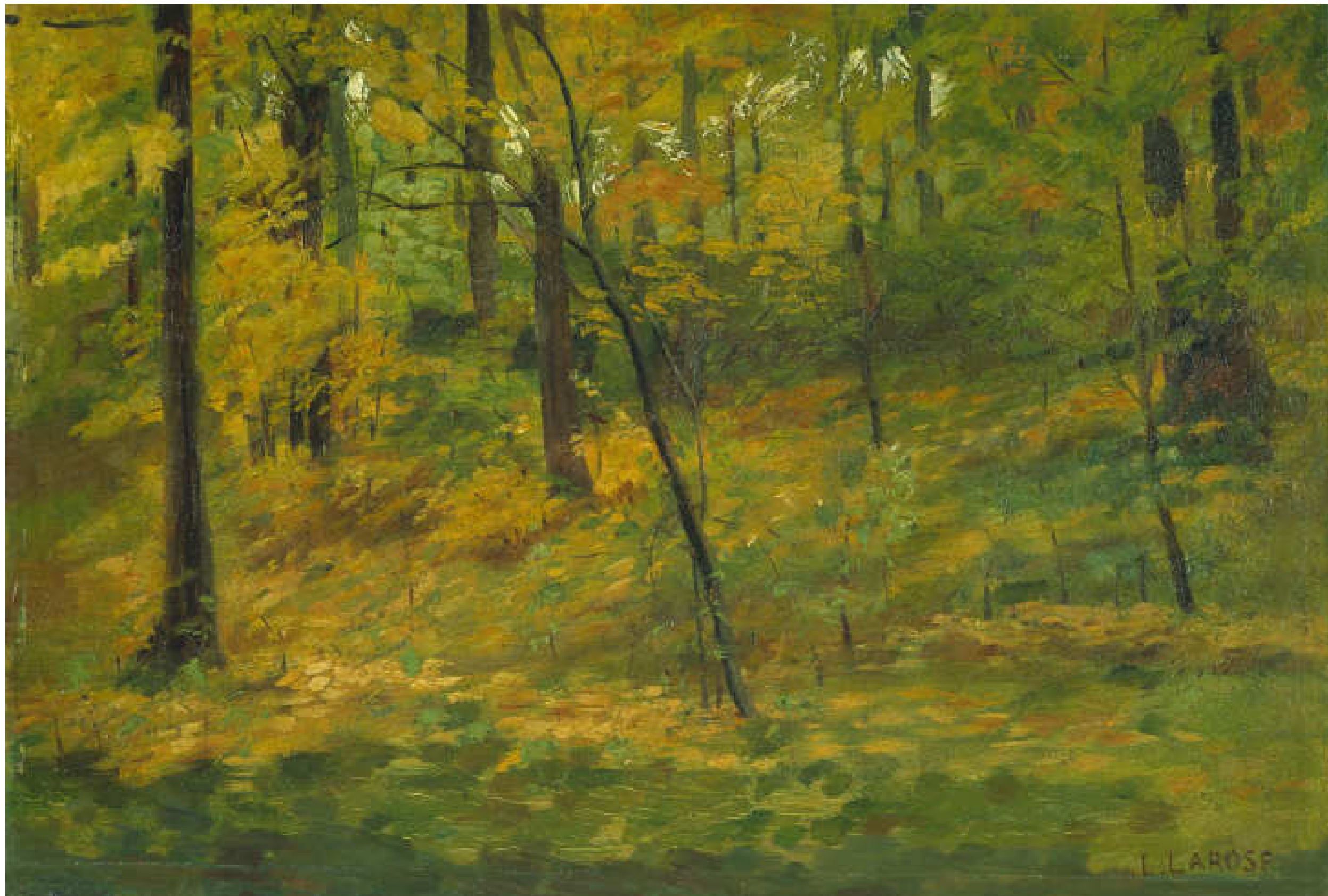
Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air extérieur: -20,0°C / 80%
Temp. de surface: 19,0°C / -19,8°C

Valeur sd: 14,7 m

Épaisseur: 67,7 cm
Poids: 206 kg/m²
Capacité thermique: 451 kJ/m²K

*Vergleich mit dem Grenzwert für Wände beheizter Räume gegen Außenluft, Erdreich, Tiefgaragen, nicht beheizte Räume (auch nicht beheizte Dachräume oder nicht beheizte Kellerräume außerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche) gemäß DIN 4108-2 Tabelle 3

[Cliquez ici pour éditer le composant sur www.ubakus.de.](http://www.ubakus.de)

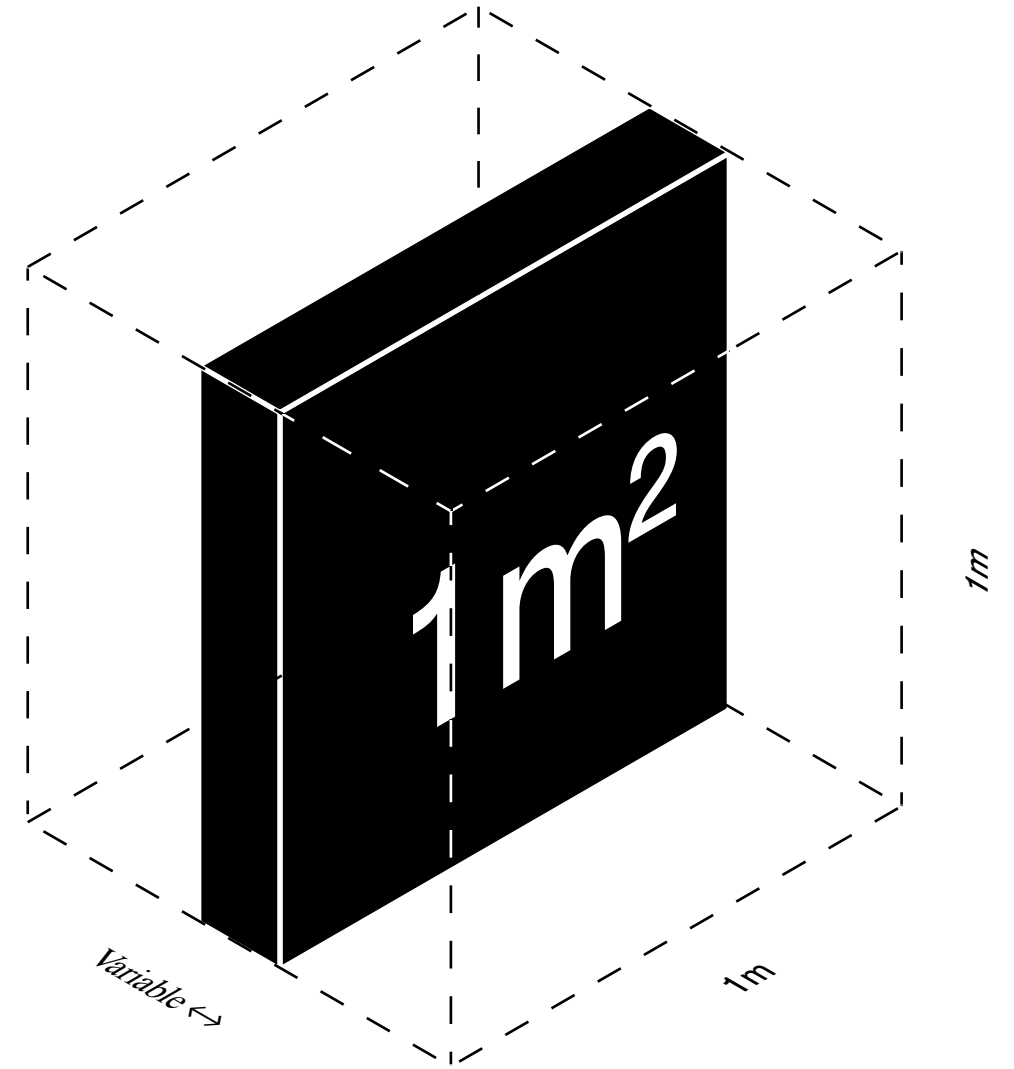
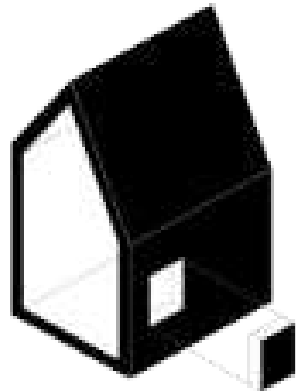


Le Sous-bois (Oil on canvas, 23.2 x 33.2 cm)

Life—Cycle Assessment

Surface-based analysis

Function-oriented, as thickness, mass and performances may vary.



SPF

(spruce-pine-fir)

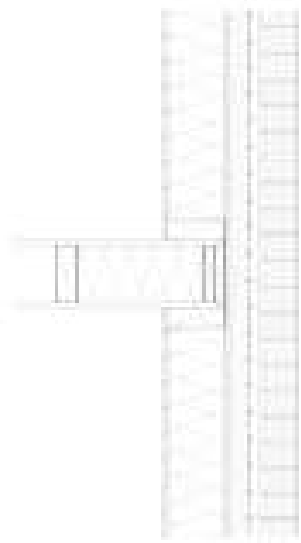


Abbildung 01

01000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
02000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
03000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
04000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
05000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
06000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
07000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
08000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
09000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand
10000	SPF	Sperrholz (SPF - Spruce-Pine-Fir)	Wand

CLT

(cross-laminated timber)

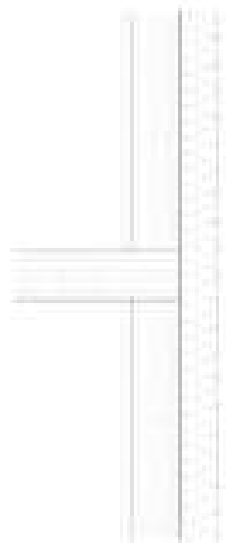


Abbildung 02

01000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
02000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
03000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
04000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
05000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
06000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
07000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
08000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
09000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand
10000	CLT	Querschliff (CLT - Cross-Laminated Timber)	Wand

TBA 001

(timber-based approach to perimeter)

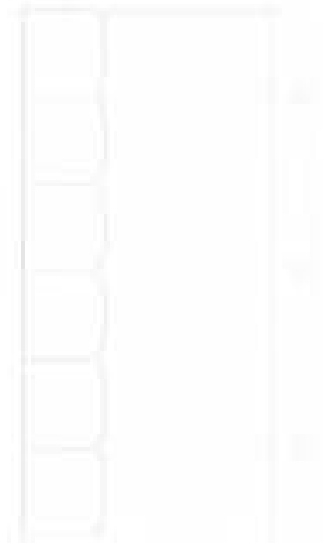


Abbildung 03

01000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
02000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
03000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
04000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
05000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
06000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
07000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
08000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
09000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
10000	TBA 001	Querschliff (TBA 001 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand

TBA 002

(timber-based approach to perimeter)

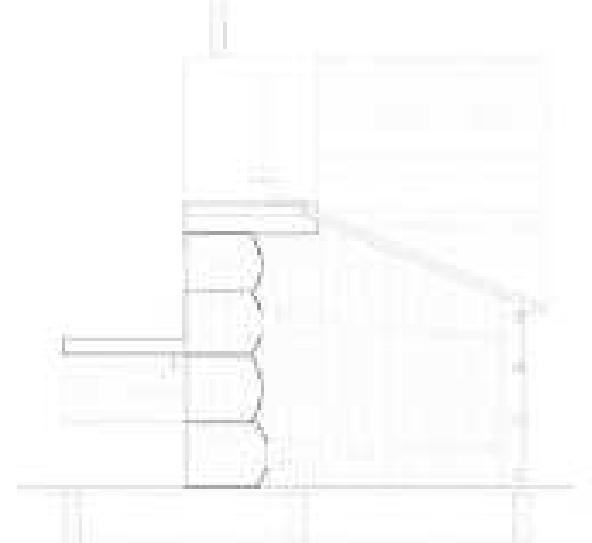


Abbildung 04

01000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
02000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
03000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
04000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
05000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
06000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
07000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
08000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
09000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand
10000	TBA 002	Querschliff (TBA 002 - Timber-Based Approach to Perimeter)	Wand

Missing from EN 15978

+ TBA

EN 15978

A⁰

A¹⁻⁵

B

C

D

Pre-indus.

Product

Construction

Use

End-of-Life

Module D

A0 Anthropo-induced Ecological Provisioning

Not accounted for in EN 15978

A1 Extraction
A2 Transport
A3 Manufacturing

A4 Transport
A5 Construction

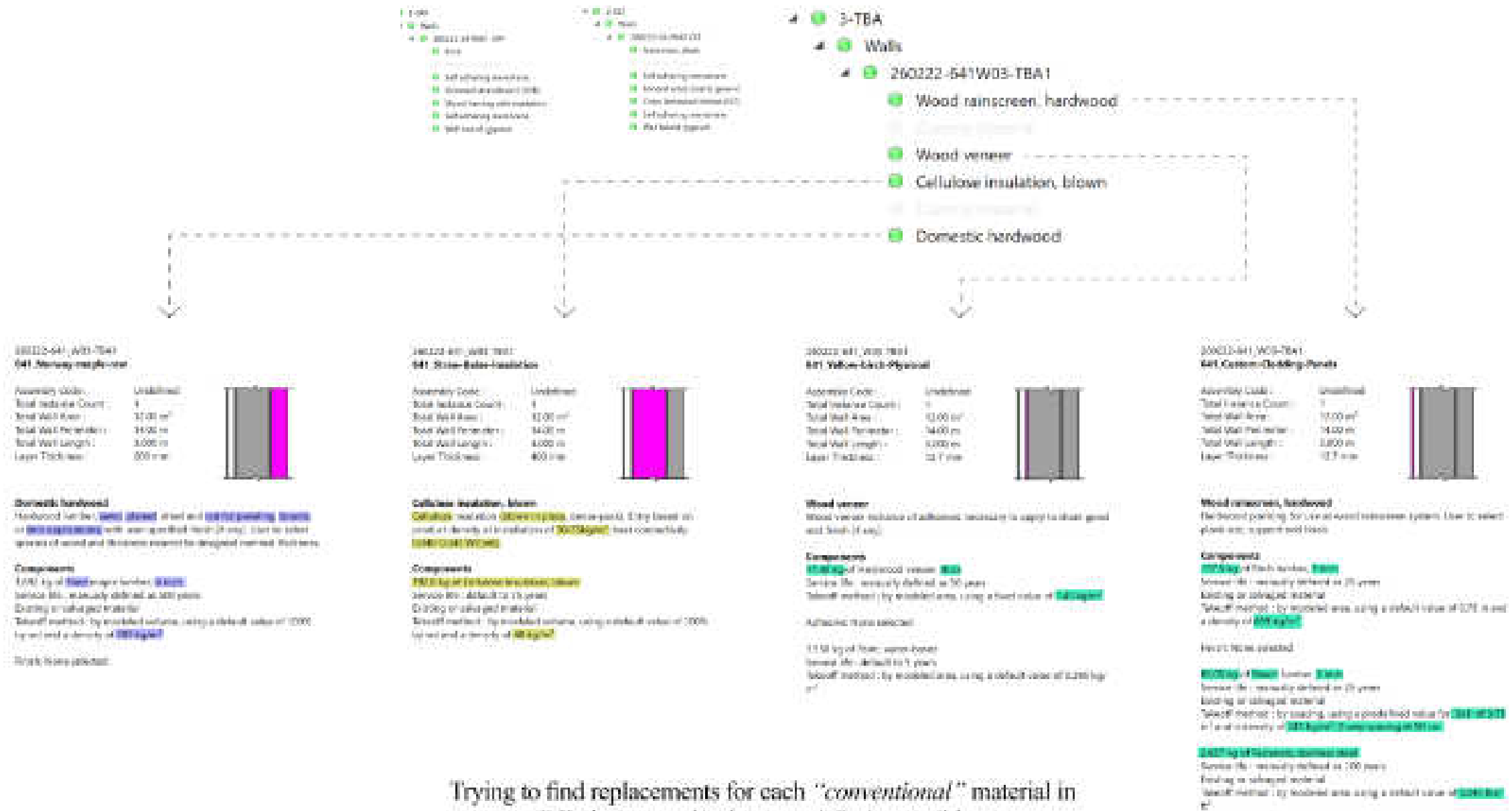
B1 Use
B2 Maintenance
B3 Replacement
B4 Replacement
B5 Refurbishment
B6 Opera. energy
B7 Opera. water

C1 Demolition
C2 Transport
C3 Processing
C4 Disposal

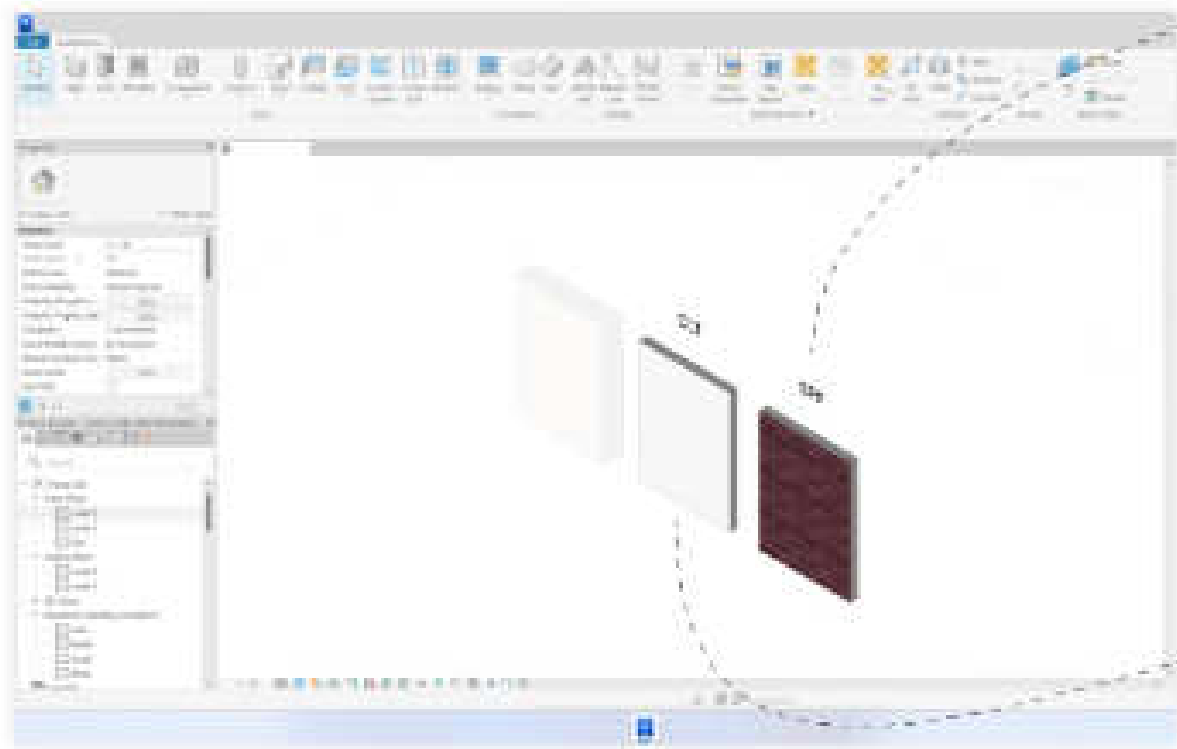
D1 Reuse
D2 Recycling
D3 Energy recovery

+ If the raw material is not processed during the first construction, the End-of-Life material can be seen as a primary transformation process (temporary storage).





Trying to find replacements for each "conventional" material in Tally has proved to be essentially impossible...



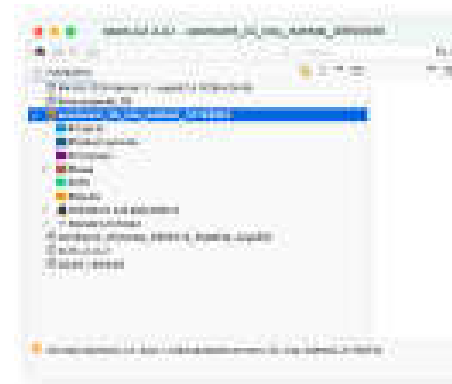
First two conventional walls modeled conventionnaly through Revit/Tally

Type	Area	Material	Volume	Weight	Embodied Carbon	Notes
Wall Structure		Concrete Block Wall	10.0			
Block 1	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 2	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 3	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 4	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 5	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 6	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 7	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 8	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 9	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 10	10.0	Concrete Block	10.0			
Wall Structure		Concrete Block Wall	10.0			

Type	Area	Material	Volume	Weight	Embodied Carbon	Notes
Wall Structure		Concrete Block Wall	10.0			
Block 1	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 2	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 3	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 4	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 5	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 6	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 7	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 8	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 9	10.0	Concrete Block	10.0			
Block 10	10.0	Concrete Block	10.0			
Wall Structure		Concrete Block Wall	10.0			



Data preview through cocQuery.



6 different LCA Databases



"Last resort" French data from L'empreinte d'un habitat.

Then, gathering the most fitting values for the third wall: 1m² of the Trait-Based Prototype (and using overlapping data as comparison)

Desired Outputs

1. Environmental Performance (EPD)
 Environmental Performance Data (EPD) is a standardized way of communicating the environmental impacts of a product or service throughout its life cycle. It is based on Life Cycle Assessment (LCA) and provides a clear and concise summary of the results of an LCA study. EPDs are used to compare the environmental performance of different products or services and to identify areas for improvement. They are also used to inform consumers and other stakeholders about the environmental impacts of the products and services they are using.

2. Environmental Performance (EPD) Data
 Environmental Performance Data (EPD) is a standardized way of communicating the environmental impacts of a product or service throughout its life cycle. It is based on Life Cycle Assessment (LCA) and provides a clear and concise summary of the results of an LCA study. EPDs are used to compare the environmental performance of different products or services and to identify areas for improvement. They are also used to inform consumers and other stakeholders about the environmental impacts of the products and services they are using.

3. Environmental Performance (EPD) Data
 Environmental Performance Data (EPD) is a standardized way of communicating the environmental impacts of a product or service throughout its life cycle. It is based on Life Cycle Assessment (LCA) and provides a clear and concise summary of the results of an LCA study. EPDs are used to compare the environmental performance of different products or services and to identify areas for improvement. They are also used to inform consumers and other stakeholders about the environmental impacts of the products and services they are using.

* based on a calculation of the appropriate number of trees to be planted

Calculating Process

Value Selection

Using new models like Opus 47 (artificial intelligence), it is possible to test all the different selected databases (e.g. Query, BAPU 2021, Swisswood, Colson 15, colson1, LCA 2 0 2, USDA 1991099 and L'empire de la biomasse) in order to optimize the value selection process.

For example, if Swiss Wood has data for different categories (e.g. EPD, GWP, processes, etc.), localizations (e.g. Switzerland, USA, FR, NL, Quebec, etc.), or even time spans (e.g. 1990-2020 or 2020-2021), Opus or similar LCA can do better selections based on pre-established criteria. In our case, these criteria favor more recent and local data (Quebec, Canada and post-2015).

Another main point for Opus is the metadata initially reported from the Tally software as a guide to mimic calculation patterns and what how to include specific values when not specified by the author (see fig).

This allows the third read, which is the only one that has not been modeled and analyzed through ResilTally and thus needs to be calculated in another way, to be performed with the most fitting values, while keeping the comparison fair for the two first design options (SPF and CLT wood). This is partly enabled with the initial TBAI wall originally analyzed with the other ones, as it highlights what goes wrong with the wrongly chosen conventional materials.

Pre-EN15978 LCA Stages

Additionally, this allows the process of computing new data to account for the typology of this LCA, that the current EN 15978 standard fails to incorporate stages prior to A1. That way, this analysis tries to incorporate data intrinsic to the argument that support the wall design in the first place.

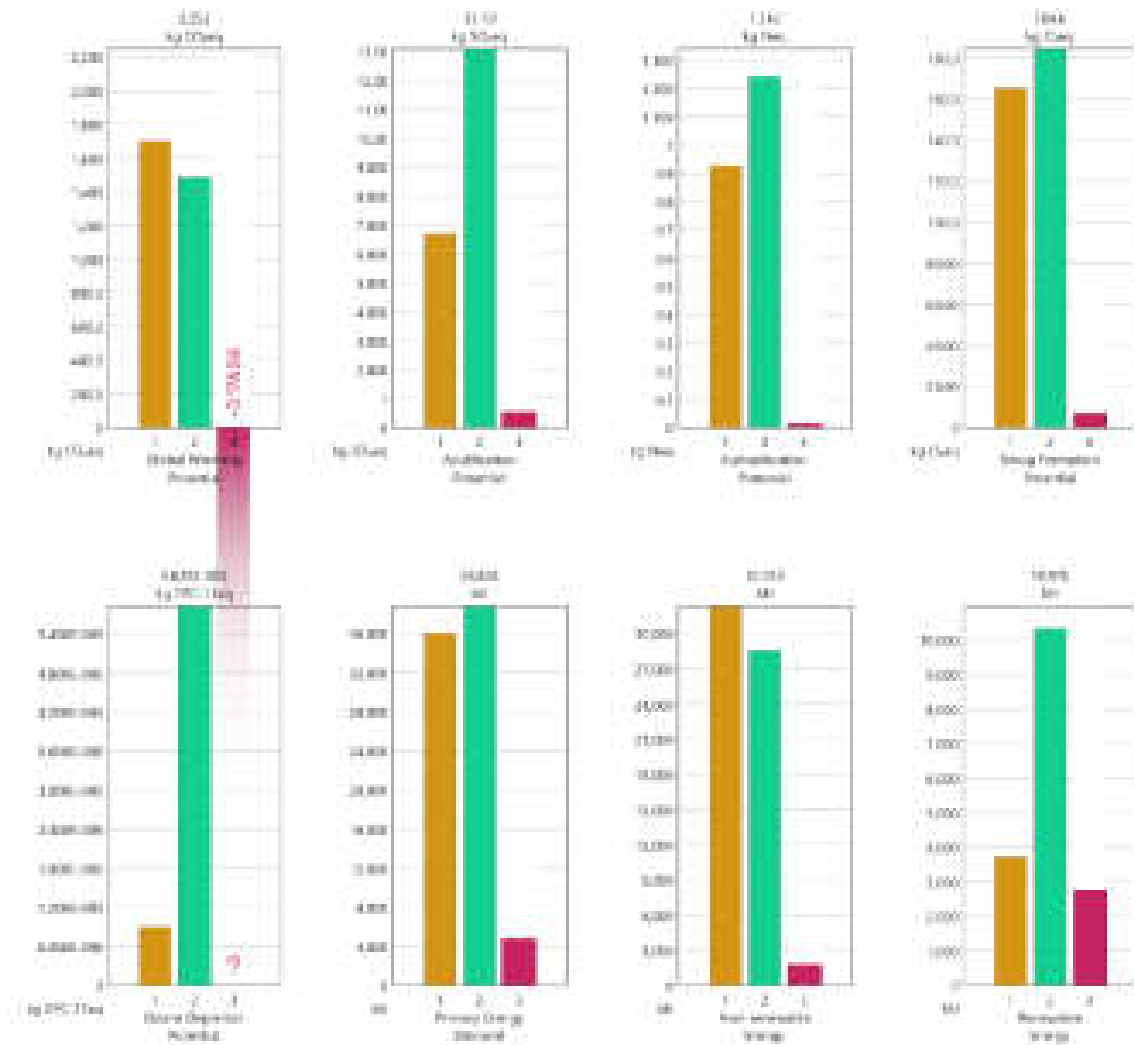
Essentially, it says that bio-based materials like wood and straw, when used as by-products of other industries, are both carbon sinks and are extremely low in energy demands for their process, usually only necessitating energy for their transportation.

SPF/CLT/TBA2 Comparison

Impact Category	Life Cycle Stage	TBA2 (kg/m²)			Source (Data Pointing)
		SPF	CLT	TBA2	
- TBA2 kgCO2eq/m²	All	-	-	286.80	TBA2 (kg CO2eq/m²) = (SPF + CLT + TBA2) * (1 + 0.05) = 286.80 kgCO2eq/m²
	SPF	11.09	-8.82	22.91	SPF: 11.09 kgCO2eq/m² (CLT: -8.82 kgCO2eq/m²) = 22.91 kgCO2eq/m²
	CLT	2.38	-2.38	0.00	CLT: 2.38 kgCO2eq/m² (CLT: -2.38 kgCO2eq/m²) = 0.00 kgCO2eq/m²
	SPF	25.71	54.89	1.14	SPF: 25.71 kgCO2eq/m² (CLT: 54.89 kgCO2eq/m²) = 1.14 kgCO2eq/m²
	CLT	14.74	54.89	27.43	CLT: 14.74 kgCO2eq/m² (CLT: 54.89 kgCO2eq/m²) = 27.43 kgCO2eq/m²
	SPF	1.80	-32.74	-8.84	SPF: 1.80 kgCO2eq/m² (CLT: -32.74 kgCO2eq/m²) = -8.84 kgCO2eq/m²
	CLT	11.09	-8.82	22.91	CLT: 11.09 kgCO2eq/m² (CLT: -8.82 kgCO2eq/m²) = 22.91 kgCO2eq/m²
	SPF and CLT (kgCO2eq/m²)	111.80	123.00	90.59	SPF and CLT (kgCO2eq/m²) = 111.80 + 123.00 = 90.59 kgCO2eq/m²
	Total (kgCO2eq/m²)	111.80	123.00	90.59	Total (kgCO2eq/m²) = 111.80 + 123.00 = 90.59 kgCO2eq/m²
	- TBA2 kgCO2eq/m²	All	0.00	0.00	0.00
SPF		0.00	0.00	0.00	SPF: 0.00 kgCO2eq/m² (CLT: 0.00 kgCO2eq/m²) = 0.00 kgCO2eq/m²
CLT		0.00	0.00	0.00	CLT: 0.00 kgCO2eq/m² (CLT: 0.00 kgCO2eq/m²) = 0.00 kgCO2eq/m²
SPF		1271.667	1287.499	438.833	SPF: 1271.667 kgCO2eq/m² (CLT: 1287.499 kgCO2eq/m²) = 438.833 kgCO2eq/m²
CLT		1271.667	1287.499	1287.499	CLT: 1271.667 kgCO2eq/m² (CLT: 1287.499 kgCO2eq/m²) = 1287.499 kgCO2eq/m²
SPF		142.833	0.00000	278.833	SPF: 142.833 kgCO2eq/m² (CLT: 0.00000 kgCO2eq/m²) = 278.833 kgCO2eq/m²

TBA2 values estimated bottom-up from material quantities * per-kg impact factors (concurrent LCA hard-to-find from LCA literature; IMPU-2025; AI EPD/EA 2016). TBA1 Tally values excluded — TBA1 had most materials flagged as “extrinsic/unvalued”, setting AI-A3 to zero for those layers. This explains why TBA2 appears higher than TBA1 for some categories while being dramatically lower than SPF/CLT.

- 1 SPF
- 2 CLT
- 3 TBA



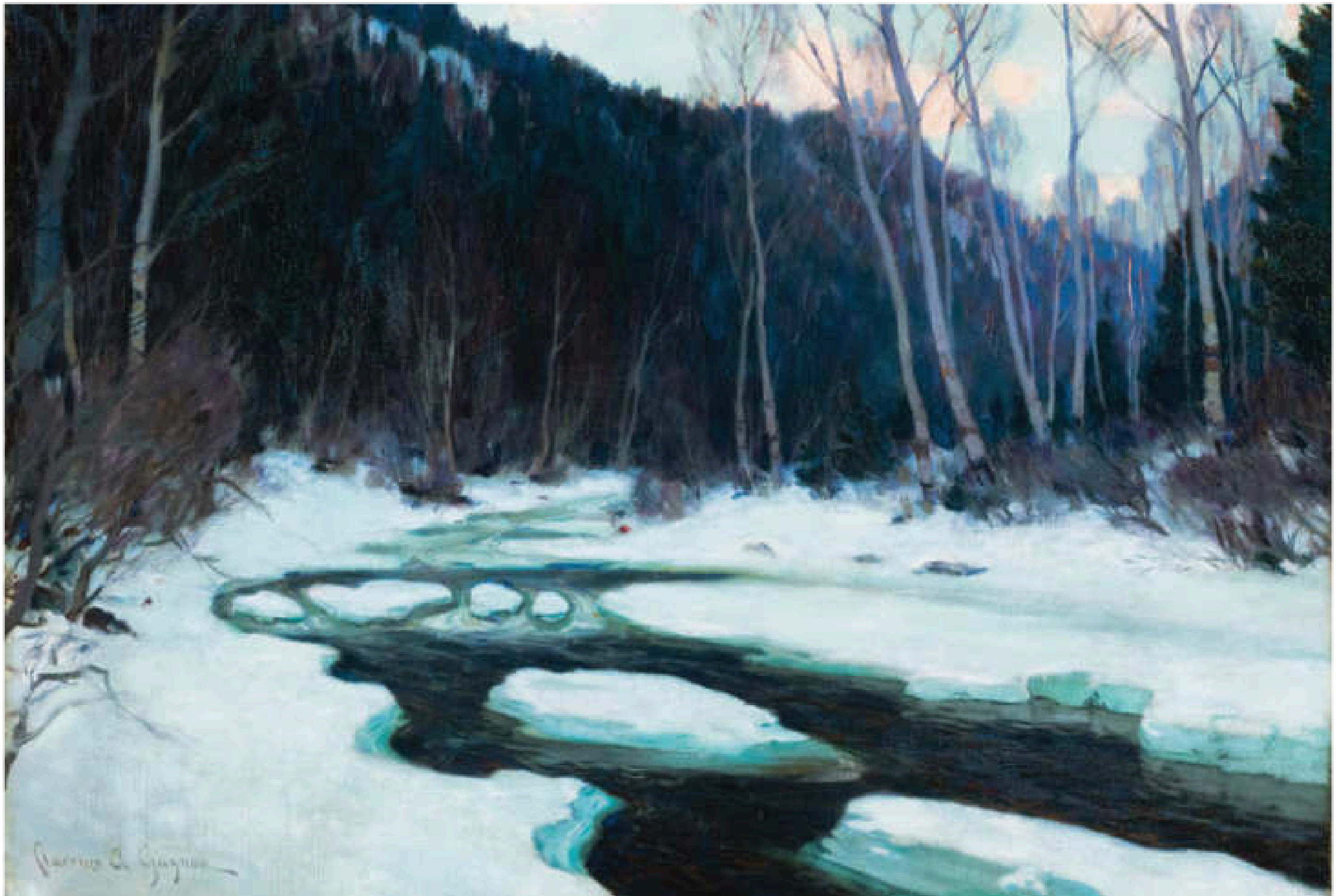
→ TBA² is 3.5x better than SPF on acidification, 8x better on smog, and 5.5x better on non-renewable energy
 → TBA² is a carbon sink, where other walls have a negative (positive value) impact on GWP

→ TBA² is overall a better contender when looking at these metrics

These diagrams were simply updated from the original Tally reports. The process was to change the TBA1 data for the TBA2 data times 12 to go back to the initial functional unit of 12m²



Interestingly, each value driver seems to have its own area of importance. For example, CLF's most important stages are late-stages (maintenance, recovery), whereas SPF is mostly impactful from A1 through C End-of-life; TBA shows a positive impact on GWP.



Rivière au dégel (Oil on canvas, 61.3 x 82.1 cm)

Prototyping























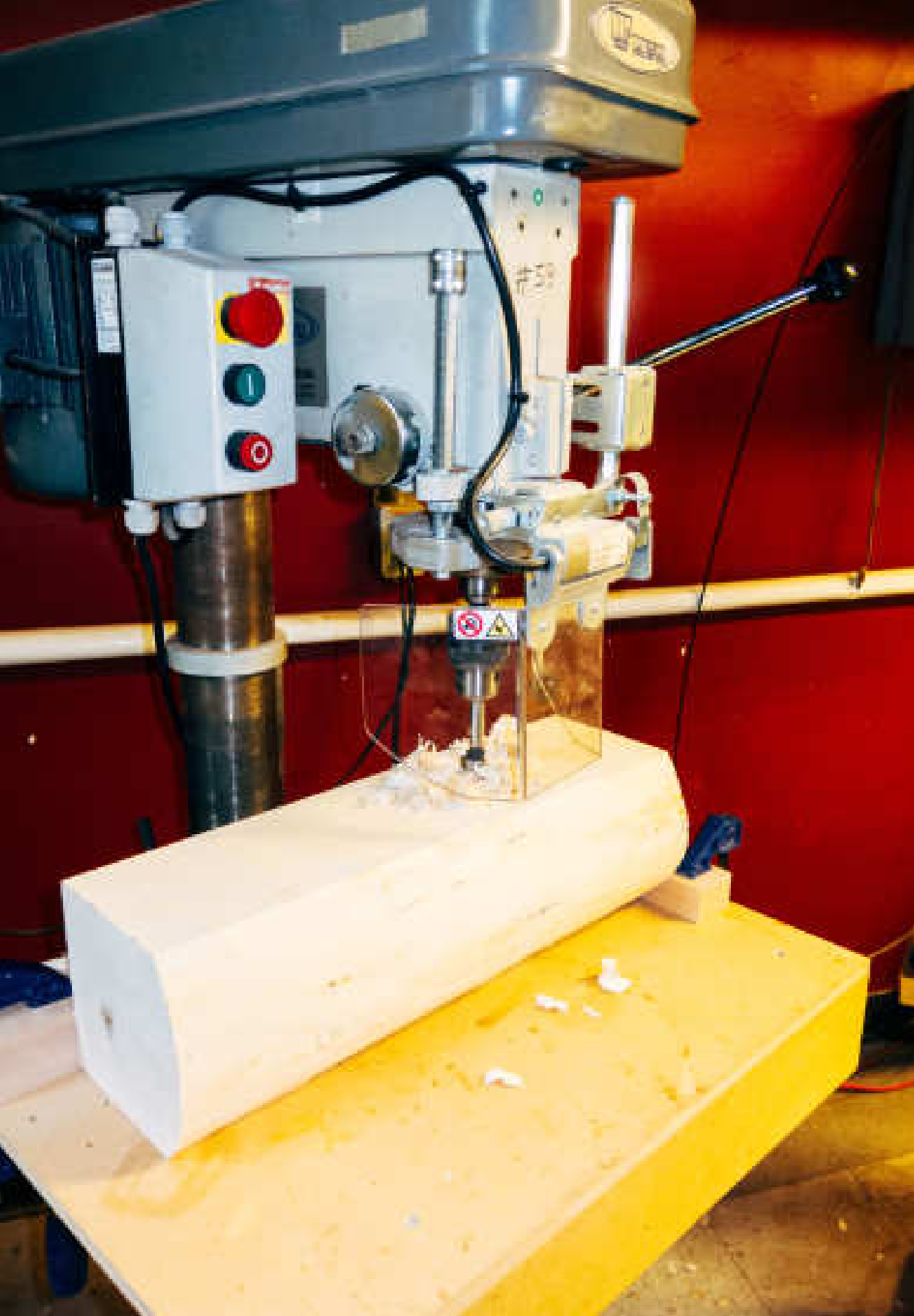


















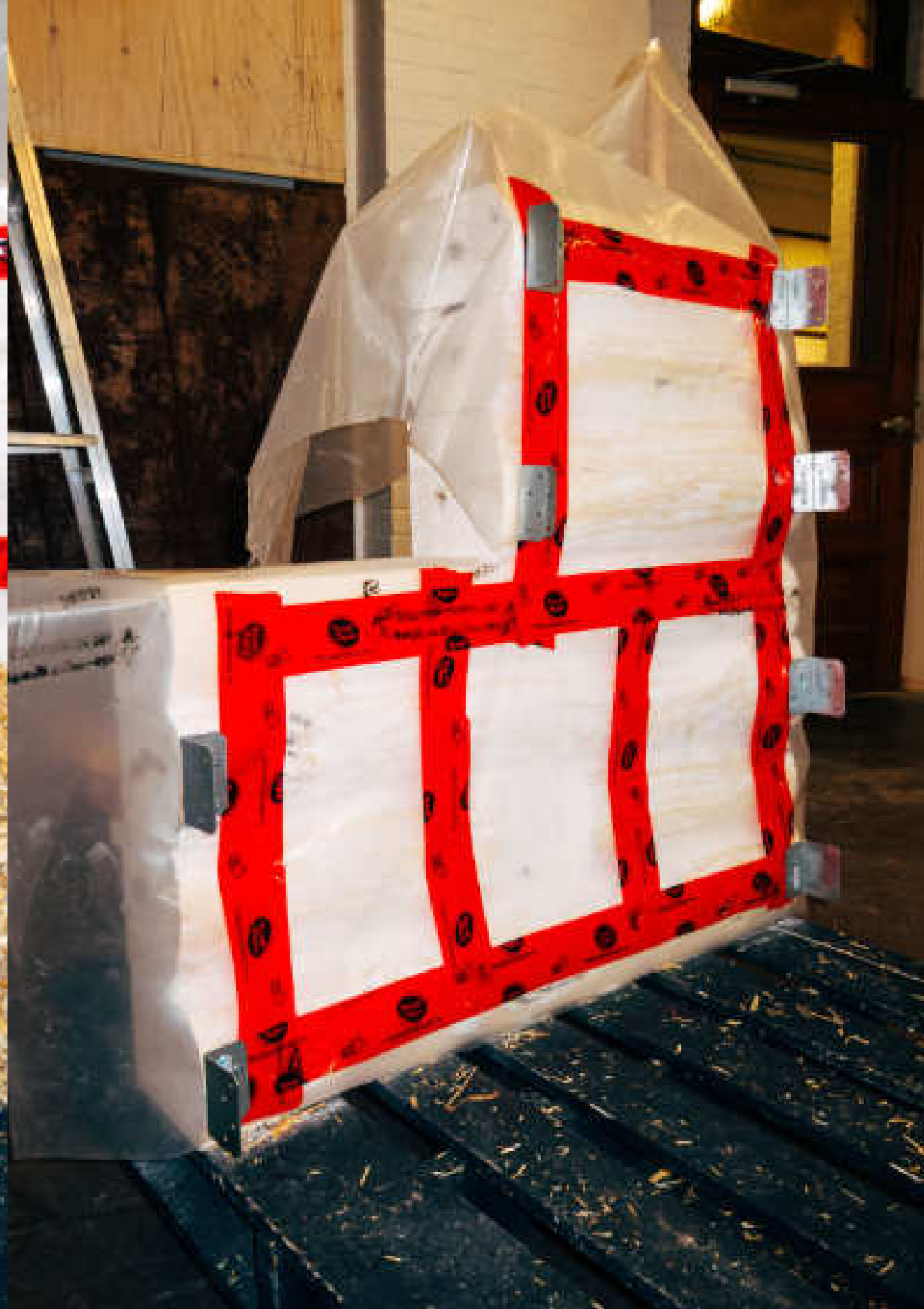




OMNIVORE















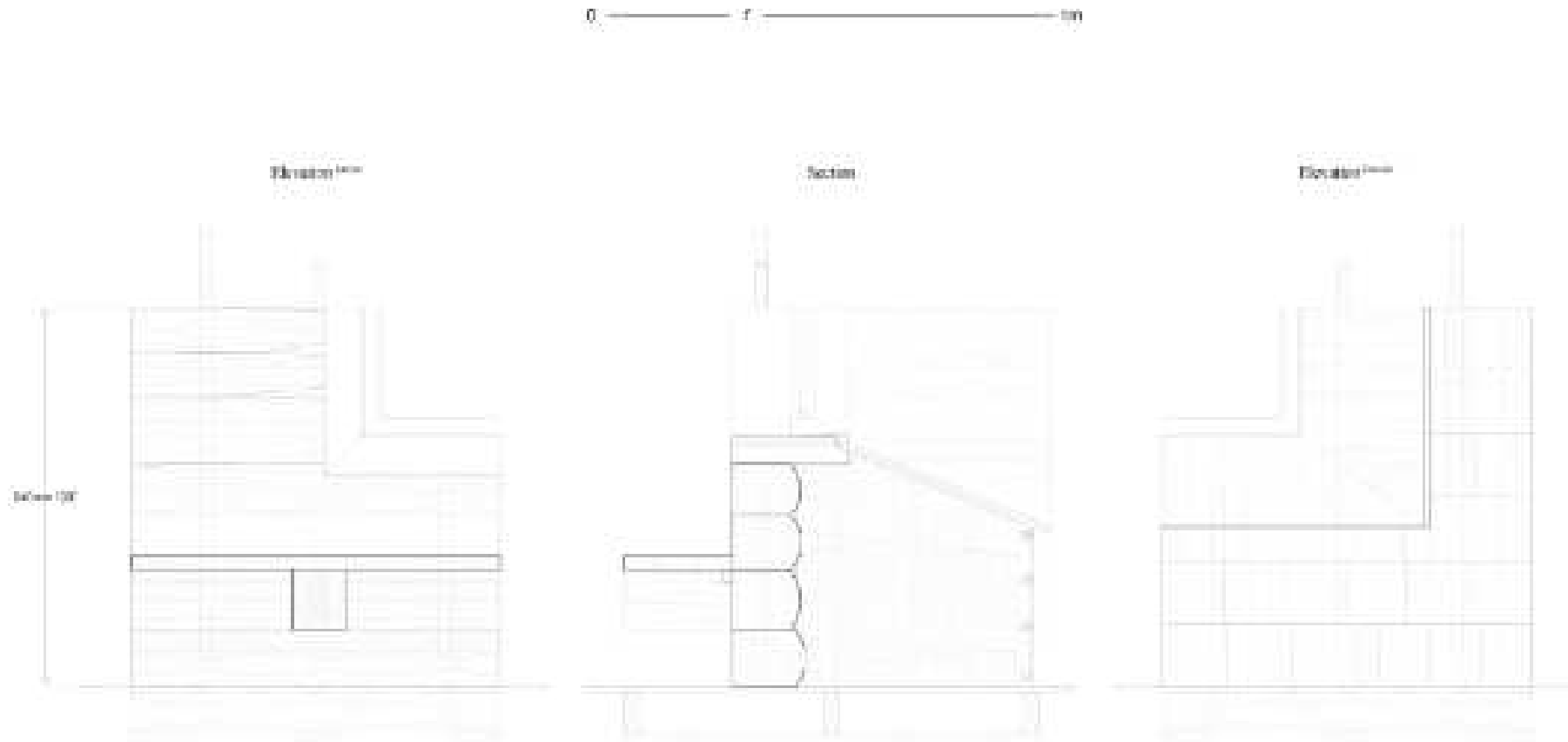












Dimensions	W32' x H42' x D36'	Thermal mass	152 m ³ concrete
Scale	1/4"	Thermal mass	152 kg/m ³ concrete
Volume	48 m ³	Eg. Eg. CO ₂ = 1 m ³	~240 kg CO ₂ per m ³ concrete
Cost	400.00	Weight	~200 kg



Un ruisseau silencieux du nord (Oil on canvas, 50.8 x 66.5 cm)

Conclusion

On the Directed Project

À propos du projet dirigé

Motivations and Deliverables

Architecture does not exist outside of ecology. The material systems that define how buildings are made are inseparable from the forest systems that produce them, and the decisions made at both ends of that chain carry consequences that extend well beyond the scale of any single project or harvest cycle. This directed research sits at the intersection of two urgent and converging necessities: the ecological restructuring of Quebec's forests under accelerating climate change, and the construction industry's need for material systems that can respond to that restructuring meaningfully. The objectives set at the beginning were to document the functional ecology of relevant tree species and forest ecosystems, and to design concrete pathways toward a diversified, climate-resilient timber construction practice, shaped by ecological conditions and capable of contributing to forest resilience. This research has aimed to pursue both to the best of its capacity and within the scope of current available knowledge.

Three concrete deliverables were realized over the course of this work. The first is the Trait-Based Filter, designed to systematically document Quebec tree species and identify those most promising from a forestry standpoint, functioning as both an analytical tool and a structured reference framework. The second is a construction detail catalogue, which sketches

Motivations et livrables

L'architecture n'existe pas en dehors de l'écologie. Les systèmes matériels qui définissent la manière dont les bâtiments sont construits sont indissociables des systèmes forestiers qui les produisent, et les décisions prises aux deux extrémités de cette chaîne ont des conséquences qui dépassent largement l'échelle d'un projet ou d'un cycle de récolte. Cette recherche dirigée se situe à l'intersection de deux nécessités urgentes et convergentes : la restructuration écologique des forêts du Québec sous l'effet des changements climatiques, et le besoin de l'industrie de la construction de systèmes matériels capables d'y répondre de manière significative. Les objectifs établis au départ étaient de documenter l'écologie fonctionnelle des espèces d'arbres et des écosystèmes forestiers pertinents, et de concevoir des voies concrètes vers une pratique de construction en bois diversifiée et résiliente, façonnée par les conditions écologiques et capable de contribuer à la résilience forestière. Cette recherche a cherché à poursuivre ces deux objectifs au meilleur de ses capacités et dans la limite des connaissances disponibles.

Trois livrables concrets ont été réalisés au cours de ce travail. Le premier est le Filtre à base de traits, conçu pour documenter systématiquement les espèces d'arbres du Québec et identifier les plus prometteuses d'un point de vue forestier, fonctionnant à la fois comme outil analytique et cadre de référence structuré. Le deuxième est un



Photograph of a forest near Saint-Damien, Qc

Lallier, Oscar (2025)

ways toward the application of species long overlooked by the building industry, presenting a range of possibilities grounded in material reality. The third is a wall assembly detail and physical prototype, offering a more developed and singular proposition that demonstrates concretely both the potential advantages and the real challenges of working with underused timber species, notably hardwoods. Its construction process was documented a series of photographs, over the entire duration of the charrette week.

catalogue de détails constructifs, qui esquisse des pistes d'application pour des espèces longtemps ignorées par l'industrie de la construction, en présentant un éventail de possibilités ancrées dans la réalité matérielle. Le troisième est un détail d'assemblage de mur et un prototype physique, offrant une proposition plus développée et singulière qui démontre concrètement les avantages potentiels et les défis réels de travailler avec des essences sous-utilisées, notamment les feuillus. Son processus de construction a été documenté par une série de photographies, tout au long de la semaine de charrette.

Research Process

The upstream research preceding the design, prototyping, and construction phases proved considerably more extensive than initially anticipated. Understanding the ecological interactions at play across forest systems, species dynamics, and functional trait relationships is effectively without limit, and any boundary drawn around that inquiry is necessarily provisional. The Trait-Based Filter is deliberately narrow in its scope, yet that constraint proved productive: it generated a focused research process and provided a structured entry point into the range of tree species the project ultimately engaged with.

Processus de recherche

Le travail en amont précédant les phases de design, de prototypage et de construction s'est avéré considérablement plus vaste qu'initialement prévu. Comprendre les interactions écologiques des systèmes forestiers, les dynamiques et les relations entre traits fonctionnels est un exercice sans limite réelle, et toute frontière tracée autour de cette démarche est nécessairement provisoire. Le Filtre à base de traits est délibérément restreint dans sa portée, mais cette contrainte s'est révélée productive : elle a généré un processus de recherche focalisé et fourni un point d'entrée structuré dans l'éventail des essences que le projet a ultimement abordées.

Meaningful transformation of these industries cannot happen through isolated research projects alone: it requires the deliberate construction of a shared information network, flexible in its architecture but rigorous in its scope.

A significant amount of time was lost at the outset of both sessions. During the first, the pull toward expanding the scope of the research worked against productive advancement, though a solid theoretical foundation and meaningful design progress had been established by mid-term. The second session presented a different but equally costly challenge: nearly a month was spent reconsidering the direction of the project when the project was already defined and simply needed to be prototyped. In retrospect, the most effective corrective would have been to draw more, and earlier. Sketching forces decisions and identifies material and technical requirements that cannot be anticipated through research alone. Earlier and

Une quantité significative de temps a été perdue au début des deux sessions. Durant la première, la tendance à élargir la portée de la recherche a nui à l'avancement, bien qu'une solide base théorique et un avancement design pertinent aient été établis au mi-session. La deuxième session a présenté un défi différent mais tout aussi coûteux : près d'un mois a été consacré à reconsidérer la direction du projet, alors que celui-ci était déjà défini et n'attendait qu'à être prototypé. En retrospect, le correctif le plus efficace aurait été de dessiner plus, et plus tôt. L'esquisse force les décisions et permet d'identifier les exigences matérielles et techniques qu'il est impossible d'anticiper par la seule recherche. Un engagement plus précoce et plus soutenu avec le

more sustained engagement with drawing would have compressed the feedback loop between making and designing and allowed the necessary resources to be located in time to meaningfully inform the final assembly.

Additionally, analytical tools and evaluation software such as Ubakus proved invaluable when integrated into the research process, ^{Plag, 2026} though this integration came too late, only in the first half of the second session, when digital modelling began generating concrete data, including preliminary life cycle assessment outputs. The most important methodological shift, initiated by the feedback received during the first

dessin aurait comprimé la boucle de rétroaction entre le faire et le concevoir, et permis de trouver les ressources nécessaires à temps pour informer utilement l'assemblage final.

Par ailleurs, les outils d'analyse et d'évaluation comme Ubakus se sont avérés précieux lorsqu'intégrés au processus de recherche, ^{Plag, 2026} bien que cette intégration soit arrivée trop tard, seulement dans la première moitié de la deuxième session, au moment où la modélisation numérique a commencé à générer des données concrètes, incluant des résultats préliminaires d'analyse du cycle de vie. Le changement méthodologique le plus déterminant, initié par les commentaires reçus lors du mi-session

La transformation significative de ces industries ne peut se faire à travers des projets de recherche isolés : elle requiert un réseau d'information partagé, flexible dans son architecture mais rigoureux dans sa portée.

semester mid-term by Dr. Naomi Keena, was the move toward systematic comparison: setting details, species, or assemblies against one another, or against the industry standard.

Systemic Implications

Unfortunately, the development of maps and diagrams documenting the current state of Quebec's forests and timber industries remains an identified gap for this project. That cartographic and diagrammatic work would have grounded the ecological arguments in a territorial portrait and would likely have opened directions and questions

du premier semestre par Dr. Naomi Keena, a été le passage à la comparaison systématique : mettre en regard des détails, des essences ou des assemblages entre eux, ou encore par rapport au standard de l'industrie.

Implications systémiques

Malheureusement, le développement de cartes et de diagrammes documentant l'état actuel des forêts et des industries du bois au Québec demeure une lacune identifiée du projet. Ce travail cartographique et diagrammatique aurait ancré les arguments écologiques dans un portrait territorial et aurait



Lac aux castors (Oil on canvas)

Larose, Ludger (1903)

that the project did not have the occasion to raise. Meaningful transformation of these industries cannot happen through isolated research projects alone: it requires the deliberate construction of a shared information network, flexible in its architecture but rigorous in its scope. In that sense, I believe foresters, architects, legislators, and builders will need to work together to develop a common understanding of ecosystem conditions, species availability, and the volumes of timber that currently exist, that are desirable, and that are ecologically feasible to harvest. From that foundation, new models of agroforestry and timber construction practice can begin to be developed and institutionalized. This must happen in parallel with a serious effort to limit long-distance material transport, territorial overextraction, and the hypertransformation of materials, whether bio-sourced or synthetic. The ecological cost of processing is

vraisemblablement ouvert des directions et des questions que le projet n'a pas eu l'occasion de soulever. La transformation significative de ces industries ne peut pas se faire à travers des projets de recherche isolés : elle requiert la construction délibérée d'un réseau d'information partagé, flexible dans son architecture mais rigoureux dans sa portée. En ce sens, il me semble que forestiers, architectes, législateurs et constructeurs devront travailler ensemble pour développer une compréhension commune de l'état des écosystèmes, de la disponibilité des essences et des volumes de bois qui existent, qui sont souhaitables et qui sont écologiquement faisables à récolter. À partir de cette base, de nouveaux modèles d'agroforesterie et de construction en bois pourront commencer à être développés et institutionnalisés. Cela doit se faire en parallèle avec un effort sérieux pour limiter le transport de matériaux sur de longues distances, la

rarely accounted for in full, and the construction industry's relationship to raw material must become considerably one of proximity.

Pedagogically, architecture schools have a distinct responsibility in this shift. Greater emphasis on prototyping and, critically, on the maintenance and stewardship of the built environment would reorient how future architects understand their practice. In an era of generative artificial intelligence, cultivating a direct and physical relationship with materials and construction processes is, in my opinion, not optional but essential. Exposure to building is a prerequisite for understanding building. The best part is that such models already exist: Carleton University's well-established model-making culture, and the polytechnic tradition exemplified by institutions such as EPFL in Switzerland, where physical testing at every scale, from first-year projects built in the city to doctoral research advancing the material and structural knowledge of timber and civil engineering, is embedded into the curriculum. In a broader sense, architectural pedagogy would benefit from engaging with the argument Matthew B. Crawford develops in *Shop Class as Soulcraft*, where manual work is reframed not as a lesser form of labour but as a legitimate and rigorous mode of intellectual inquiry.^{Crawford, 2010} That reframing is overdue in the discipline.

surextraction territoriale et l'hypertransformation des matériaux, qu'ils soient biosourcés ou synthétiques. Le coût écologique de la transformation est rarement pris en compte dans sa totalité, et le rapport de l'industrie de la construction à la matière première doit devenir considérablement plus proche.

Pédagogiquement, les écoles d'architecture ont une responsabilité distincte dans cette transition. Une plus grande emphase sur le prototypage et, de manière critique, sur l'entretien et la gestion du cadre bâti, réorienterait la manière dont les futurs architectes comprennent leur pratique. À l'ère de l'intelligence artificielle générative, cultiver une relation directe et physique avec les matériaux et les processus de construction est, à mon avis, non pas optionnel mais essentiel. S'exposer à la construction est une condition préalable pour comprendre la construction. Des modèles existent déjà : la culture de maquette bien établie de l'Université Carleton, et la tradition polytechnique illustrée par des institutions comme l'EPFL en Suisse, où le test physique à toutes les échelles, des projets de première année construits en ville aux doctorats faisant avancer les connaissances sur les matériaux et la mise en œuvre du bois et du génie civil, est intégré au cursus. Plus largement, la pédagogie en architecture gagnerait à s'engager avec l'argument que développe Matthew B. Crawford dans *Shop Class as Soulcraft*, où le travail manuel est recadré non pas comme une forme de labeur inférieure,^{Crawford, 2010} mais comme un mode d'enquête intellectuelle légitime et rigoureux. Ce recadrage est essentiel.

Prototyping Forest Resilience

Prototyper ^{nos} forêts résilientes

Process and Methodology

Starting the prototyping phase earlier would have fundamentally changed the nature of this research, and not only for the obvious reason of having more time to make and correct mistakes. With a longer construction timeline, multiple prototypes could have existed in genuine dialogue with one another, each informing the next in an iterative loop of built research and development. This was the initial goal. That being said, the present prototype is instructive, but its lessons operate as those of a singular study rather than as one node in a cumulative sequence.

The process of sourcing materials proved to be the most organizationally demanding phase of the entire project, more so than the construction itself. It points to a structural condition of working with underused and regionally sourced species: the supply chains, the contacts, and the logistical knowledge simply do not exist in consolidated form. What this experience makes clear is that prototype-scale timber research of this kind inherently requires and actively encourages regional collaboration. The people closest to the resources, whether sawyers, foresters, or small operators, hold irreplaceable knowledge about material availability, species behaviour, and local processing capacity. That proximity should have been built into the research methodology from the beginning, not softly discovered halfway through material acquisition.

Processus et méthodologie

Débuter la phase de prototypage plus tôt aurait fondamentalement changé la nature de cette recherche, et pas seulement pour la raison évidente d'avoir plus de temps pour faire des erreurs et les corriger. Avec un calendrier de construction plus long, plusieurs prototypes auraient pu exister en dialogue réel les uns avec les autres, chacun informant le suivant dans une boucle itérative de recherche et développement par le construit. C'était d'ailleurs l'objectif initial. Cela dit, le présent prototype est instructif, mais ses apprentissages opèrent comme ceux d'une étude singulière plutôt que comme un nœud dans une séquence cumulative.

Le processus d'approvisionnement en matériaux s'est avéré la phase la plus exigeante du projet sur le plan organisationnel, davantage que la construction elle-même. Cela pointe vers une condition structurelle du travail avec des essences sous-utilisées et d'approvisionnement régional : les chaînes d'approvisionnement, les contacts et les connaissances logistiques n'existent tout simplement pas sous une forme consolidée. Ce que cette expérience révèle clairement, c'est que la recherche par prototype à cette échelle requiert et encourage intrinsèquement la collaboration régionale. Les personnes les plus proches des ressources, qu'il s'agisse de scieurs, de forestiers ou de petits opérateurs, détiennent une connaissance irremplaçable sur la disponibilité des matériaux, le comportement des essences et la capacité de

While this project did not have access to the right tools for 1:1 scale prototyping, recent research in timber construction has produced a new generation of low-tech jigs and fabrication aids that specifically address the challenges of round wood assembly. The work of Arthur Breen at EPFL in 2024 is directly relevant here: his research into the stereotomy of round wood proposes both a tool and an integrated approach in which architectural conception and physical realization converge in a continuous process. ^{Breen, 2024} Round wood is inherently more complex to work with than dimensioned lumber, but its structural, ecological, and formal advantages are significant enough that it warrants serious focused attention in the coming years of timber research and pedagogy. With the use of Breen's device, the processes associated with processing the maple for this prototype would have been greatly simplified. Certain phases of the work would also have benefited considerably from more advanced digital modelling processes, beyond the scanning techniques that were employed. Parametric tools such as Grasshopper, combined with relevant plugins for timber joinery and structural geometry, could potentially have made the round wood assembly more precise, more efficient, and more reproducible.

Material Observations

The Norway maple used as the primary structural element came from a periurban context in Salaberry-de-Valleyfield, felled on Tuesday, March 24, 2026, less than two weeks before the building week began. The logs were in fact a section of one of the tree's main branches. Compared to other species that I had previously debarked by hand, this maple was by far the easiest to work with, just like peeling butter: the bark came away cleanly and with relatively little resistance, an experience that can likely be attributed to the wood still being green and saturated with moisture so shortly after felling. The debarking process also produced an

transformation locale. Cette proximité aurait dû être intégrée à la méthodologie de recherche dès le départ, et non découverte à mi-chemin du processus d'acquisition des matériaux.

Bien que ce projet n'ait pas eu accès aux outils adaptés au prototypage à l'échelle 1:1, la recherche récente en construction bois a produit une nouvelle génération de gabarits et d'aides à la fabrication low-tech qui répondent spécifiquement aux défis de la mise en œuvre du bois rond. Le travail d'Arthur Breen à l'EPFL en 2024 est directement pertinent ici : sa recherche sur la stéréotomie du bois rond propose à la fois un outil et une approche intégrée dans laquelle conception architecturale et réalisation physique convergent dans un processus continu. ^{Breen, 2024} Le bois rond est intrinsèquement plus complexe à mettre en œuvre que le bois dimensionné, mais ses avantages structurels, écologiques et formels sont suffisamment significatifs pour mériter une attention soutenue dans les prochaines années de recherche et de pédagogie en construction bois. Avec l'utilisation du dispositif de Breen, les processus associés à la mise en œuvre de l'érable pour ce prototype auraient été grandement simplifiés. Certaines phases du travail auraient également bénéficié de processus de modélisation numérique plus avancés, au-delà des techniques de scan employées. Des outils paramétriques comme Grasshopper, combinés à des extensions pertinentes pour la géométrie des assemblages bois, auraient pu rendre la mise en œuvre du bois rond plus précise, plus efficace et plus reproductible.

Observations matérielles

L'érable de Norvège utilisé comme élément structural principal provenait d'un contexte périurbain à Salaberry-de-Valleyfield, abattu le mardi 24 mars 2026, moins de deux semaines avant le début de la semaine de construction. Les pièces étaient en réalité des sections de l'une des branches principales de l'arbre. Comparé à d'autres essences

unexpected discovery. Once the maple was stripped down to the white wood beneath the bark, the exposed surface would begin, within thirty minutes to a few hours, to re-colour into a reddish-pink tone, with a striking and highly variable wood grain pattern emerging as it did. The phenomenon resembles a form of oxidation occurring in the layer immediately beneath the bark. The practical consequence was that each piece effectively required debarking twice: once to remove the outer bark, and once more to take back the “oxidized” layer before the surface could be used in its final condition.

The fabrication process consistently revealed a structural reality of working with underused hardwood species and multi-species assemblies: the added complexity is enormous, and it begins before even picking up the tools. Beyond the sourcing challenges already described, the most immediately apparent difficulty is tool compatibility with species. Not all tools perform adequately on all species, particularly the denser hardwoods, and when they do function, the technique often requires significant adjustment. The jigsaw, which performed without issue across all softwood elements including white pine and white cedar, became unstable and difficult to control in white oak. The percussion drill caused localized burning in certain sections of the exterior framing members, leaving small ash deposits caught in the drill mesh. Screws and nails could not always be driven cleanly into the Norway maple structural elements and would seize mid-drive, or drain battery-powered tools at a rate that made progress slow and unpredictable. Each of these situations was manageable in isolation, but together they form a pattern that anyone working with underused hardwoods or mixed-species assemblies needs to anticipate explicitly.

There is also an almost universal temptation, encountered at nearly every stage of this kind of construction I must say, to simply reach for a

écorcées à la main auparavant, cet érable était de loin le plus facile à travailler, comme écorcer du beurre : l'écorce se détachait proprement et avec relativement peu de résistance, ce qui peut vraisemblablement être attribué au fait que le bois était encore vert et saturé d'humidité si peu de temps après l'abattage.

Le processus d'écorçage a également produit une découverte inattendue. Une fois l'érable dénudé jusqu'au bois blanc sous l'écorce, la surface exposée commençait, en l'espace de trente minutes à quelques heures, à se recolorer en un ton rouge rosâtre, avec un pattern de grain de bois saisissant et très variable. Le phénomène ressemble à une forme d'oxydation se produisant dans la couche immédiatement sous l'écorce. La conséquence pratique était que chaque pièce nécessitait en réalité d'être écorcée deux fois : une première fois pour retirer l'écorce extérieure, et une seconde pour enlever la couche « oxydée » avant que la surface puisse être utilisée dans son état final. Le processus de fabrication a systématiquement révélé une réalité structurelle du travail avec des essences de feuillus sous-utilisées et des assemblages multi-espèces : la complexité ajoutée est énorme, et elle commence avant même de prendre les outils en main. Au-delà des défis d'approvisionnement déjà décrits, la difficulté la plus immédiatement apparente est la compatibilité des outils avec les essences. Tous les outils ne fonctionnent pas adéquatement sur toutes les essences, particulièrement les feuillus plus denses, et lorsqu'ils fonctionnent, la technique requiert souvent des ajustements significatifs. La scie sauteuse, qui fonctionnait sans problème sur tous les éléments en résineux incluant le pin blanc et le cèdre blanc, devenait instable et difficile à contrôler dans le chêne blanc. La perceuse à percussion causait des brûlures localisées sur certaines sections des montants extérieurs, laissant de petits dépôts de cendres coincés dans le mandrin. Les vis et les clous ne pouvaient pas toujours être enfoncés proprement dans les éléments structuraux en érable de Norvège et se bloquaient en cours de route, ou vidaient les outils à batterie à un rythme rendant l'avancement



Ferme dans les Laurentides (Oil on canvas, 51.5 x 66 cm)

Gagnon, Clarence (1919)

plastic or metal solutions. These materials, products of petrochemical processing, hypertransformation, and essentially unlimited embodied energy, are sometimes genuinely useful enough that their use is justified. But it is worth recognizing that there is almost always an alternative, even if it demands more time and ingenuity. For instance, the lime applied to the interior of the structural assembly, was intended to act as a natural vapour barrier by filling gaps and leveraging the cavity created by the form and position of the Norway maple log. A silicone bead would have achieved the same result more quickly

lent et imprévisible. Chacune de ces situations était gérable isolément, mais ensemble elles forment un pattern que quiconque travaille avec des feuillus sous-utilisés ou des assemblages multi-espèces doit anticiper explicitement.

Il existe également une tentation quasi universelle, rencontrée à pratiquement chaque étape de ce type de construction, de simplement recourir à des solutions en plastique ou en métal. Ces matériaux, produits de la transformation pétrochimique, de l'hypertransformation et d'une énergie essentiellement illimitée, sont parfois suffisamment utiles pour que leur usage soit justifié. Mais il



Digital scan of the 6 raw Norway maple logs used for the prototype



Les Appalaches à Arthabaska (Oil on canvas, 73 x 92.3 cm)

Suzor-Côté, Marc-Aurèle de Foy (1923)

and with greater certainty. It would also have been far less sustainable and far less appropriate to the material logic of the assembly as a whole. That being said, lime performed noticeably differently depending on what it was mixed with. Applied alone to the interior of the assembly, between the structure and the vapour barrier, the lime had already begun to crack within twelve hours as the water in the mix evaporated. The exterior lime, mixed with earth in a manner consistent with traditional lime-on-straw application, showed a markedly better texture during application, dried in under twelve hours at less than an inch of thickness, and showed no cracking whatsoever. Even under direct pressure from the exterior framing members and the white cedar cladding applied afterward, the lime-earth mix held without fracturing.

convient de reconnaître qu'il existe presque toujours une alternative, même si elle exige plus de temps et d'ingéniosité. Par exemple, la chaux appliquée à l'intérieur de l'assemblage structural était destinée à agir comme pare-vapeur naturel en bouchant les interstices et en tirant parti de la cavité créée par la forme et la position du rondin d'érable de Norvège. Un joint de silicone aurait obtenu le même résultat plus rapidement et avec plus de certitude. Il aurait également été bien moins durable et bien moins cohérent avec la logique matérielle de l'assemblage dans son ensemble. Cela dit, la chaux s'est comportée de manière notablement différente selon ce avec quoi elle était mélangée. Appliquée seule à l'intérieur de l'assemblage, entre la structure et le pare-vapeur, la chaux avait déjà commencé à se fissurer en moins de douze heures avec l'évaporation de l'eau dans le mélange. La chaux extérieure, mélangée à de la terre selon une application traditionnelle chaux-paille,

On the subject of dowel joinery: the technique is genuinely well-suited to this type of structural assembly and produces strong connections without adhesives or metal fasteners. However, at any scale beyond the prototype, I must only assume that the tolerance requirements would make hand-driven dowels exponentially more difficult as the number of alignment points increases. A more efficient and reliable alternative could potentially be to introduce a cavity at the base of each structural element and a corresponding positive form at the top of the element below, creating something analogous to a LEGO or rail system. This would improve alignment, speed of assembly, and safety. It would, however, introduce more synthetic material into the joint, whether adhesive or screws, and the long-term behaviour of such a joint under the differential movement of multiple wood species would need to be carefully considered, if even possible. One of the things that is still the most striking for me is how compelling of a material straw is. It is locally abundant, energetically inexpensive to produce, and extraordinarily affordable. Working with it, however, requires accepting a certain level of disorder: straw escapes continuously throughout the construction process and must be managed consistently on site. One aspect of straw construction I learned was that cutting straw bales is less difficult than it initially appears, though there is a practical lower limit to how finely a bale can be divided without it losing structural consistency. The most effective handling technique is to treat the bale as a textile to be threaded rather than a block to be cut, passing a thin-leafed steel rod through the material as one would pass a large needle through fabric. The bales used in this prototype were standard rectangular bales of approximately 14x18x36 inches, sourced specifically because they were produced by older baling machinery. As A. Thibodeau, an architect with direct personal experience building in straw some twenty years

présentait une texture nettement meilleure lors de l'application, séchait en moins de douze heures à moins d'un pouce d'épaisseur, et ne montrait aucune fissuration. Même sous la pression directe des montants extérieurs et du bardage en cèdre blanc appliqué par la suite, le mélange chaux-terre a tenu sans se fracturer.

Pour les goujons : la technique est véritablement bien adaptée à ce type d'assemblage structural et produit des connexions solides sans adhésifs ni fixations métalliques. Cependant, à toute échelle dépassant celle du prototype, il est raisonnable de supposer que les exigences de tolérance rendraient la pose manuelle des goujons exponentiellement plus difficile à mesure que le nombre de points d'alignement augmente. Une alternative plus efficace et fiable pourrait être d'introduire une cavité à la base de chaque élément structural et une forme positive correspondante au sommet de l'élément inférieur, créant quelque chose d'analogue à un système LEGO sur rails. Cela améliorerait l'alignement, la vitesse d'assemblage et la sécurité. Cela introduirait cependant davantage de matériaux synthétiques dans le joint, qu'il s'agisse d'adhésifs ou de vis, et le comportement à long terme d'un tel joint sous le mouvement différentiel de plusieurs essences de bois devrait être soigneusement considéré.

Un des aspects qui demeure le plus frappant est à quel point la paille est un matériau convaincant. Elle est localement abondante, énergétiquement peu coûteuse à produire et extraordinairement accessible financièrement. Travailler avec elle exige cependant d'accepter un certain niveau de désordre : la paille s'échappe continuellement tout au long du processus de construction et doit être gérée de manière constante sur le chantier. Couper des ballots de paille est moins difficile qu'il n'y paraît, bien qu'il existe une limite pratique inférieure à la finesse avec laquelle un ballot peut être divisé sans perdre sa cohésion structurale. La technique de manipulation la plus efficace consiste à traiter le ballot comme un tissu à transpercer plutôt qu'un bloc à couper, en



ago, explained to me over the phone, straw bales have undergone a shift in how they are made. Traditional rectangular bale production has been progressively displaced by large round bale systems optimized for feed and silage rather than construction. The rectangular bales required for standard straw construction are increasingly difficult to source, as they depend on the continued operation of older equipment that is gradually disappearing from working farms. This doesn't seem to be the case in some regions of Europe, for example, where straw can be obtained as pre-fabricated products, specifically made for insulation and structural purposes.

On the question of rope: after testing several options, the conclusion is pragmatic and quite simple. Natural fibre ropes, however appealing from a material consistency standpoint, do not hold up under the sustained physical demands of a construction process. The cotton-bound bale used in this prototype failed within three days of handling on site and had to be rebound with nylon. Nylon rope is what farmers use, and that fact alone is meaningful testimony to its fitness for purpose in this context. I have found that the durability gap between natural and synthetic cordage is wide enough that, in a bio-sourced assembly, nylon rope is the right call, especially since it represents such a small volume of plastic in the end.

Finally, the organic nature of bio-based and ligneous materials, their dimensional variability, their flexibility, and their unpredictability under different tools and different humidity levels, generates a multitude of small challenges that no amount of prior planning fully eliminates. For example, the straw bales, nominally 14x18x36 inches, are never precisely that, and they compress lengthwise. The available tools throughout the build week were limited primarily to a jigsaw, a percussion drill, a screw gun, along with a bandsaw and the table saw at the school's model workshops.

passant une fine tige d'acier à travers le matériau comme on passerait une grande aiguille dans du tissu. Les ballots utilisés dans ce prototype étaient des ballots rectangulaires standard d'environ 14x18x36 pouces, approvisionnés spécifiquement parce qu'ils étaient produits par des machines à botteuses plus anciennes. Comme me l'a expliqué A. Thibodeau, un architecte ayant une expérience personnelle directe de la construction en paille il y a une vingtaine d'années, la production de ballots rectangulaires traditionnels a été progressivement supplantée par des systèmes de grosses balles rondes optimisés pour l'alimentation animale et l'ensilage plutôt que pour la construction. Les ballots rectangulaires nécessaires à la construction en paille standard sont de plus en plus difficiles à trouver, car ils dépendent du maintien en activité de machines plus anciennes qui disparaissent progressivement des fermes. Ce n'est pas nécessairement le cas dans certaines régions d'Europe, où la paille peut être obtenue sous forme de produits préfabriqués spécifiquement conçus à des fins d'isolation et de structure.

Pour ce qui est de la corde : après avoir testé plusieurs options, la conclusion est pragmatique et assez simple. Les cordes en fibres naturelles, aussi séduisantes qu'elles soient d'un point de vue de cohérence matérielle, ne résistent pas aux exigences physiques soutenues d'un processus de construction. Le ballot cordé en coton utilisé dans ce prototype a cédé en moins de trois jours de manipulation sur le chantier et a dû être recordé en nylon. Le nylon est ce qu'utilisent les agriculteurs, et ce fait seul témoigne de sa pertinence dans ce contexte. L'écart de durabilité entre la cordage naturel et synthétique est suffisamment important pour que, dans un assemblage biosourcé, la corde en nylon soit le bon choix, d'autant plus qu'elle représente un volume de plastique finalement très faible dans l'ensemble.

Enfin, la nature organique des matériaux biosourcés et ligneux, leur variabilité dimensionnelle, leur flexibilité et leur imprévisibilité sous la pression des

Future Directions

The immediate and obvious next step for this work would be environmental performance testing. Placing the prototype in a climate chamber would allow the thermal and hygrothermal assumptions embedded in the assembly to be verified against measured data and would generate the comparative baseline needed to refine the design in a subsequent iteration. This would be especially interesting in the climate of southern Quebec. Beyond performance testing, the wall system would also require a resolved roof assembly and a complete structural logic before it can be evaluated as an architectural proposition rather than a construction experiment, but this was also beyond the scope of this project. The more conventional architectural implications of the material choices made here, their spatial consequences, and their relationship to occupancy, remain largely unexamined. The ecological, social, and potentially economic advantages of this approach also need to be developed over time and calibrated to specific contexts and code requirements.

outils et selon les niveaux d'humidité, génère une cascade de petits défis d'assemblage qu'aucune planification préalable n'élimine entièrement. Par exemple, les ballots de paille, nominale 14x18x36 pouces, ne le sont jamais précisément, et se compriment dans le sens de la longueur de manière à nécessiter des ajustements substantiels. Les outils disponibles tout au long de la semaine de construction se limitaient principalement à une scie sauteuse, une perceuse à percussion et une visseuse, ainsi qu'à une scie à ruban et au banc de scie de l'atelier de maquette de l'école.

Perspectives futures

L'étape suivante la plus immédiate et la plus évidente pour ce travail serait des tests de performance environnementale. Placer le prototype en chambre climatique permettrait de vérifier les hypothèses thermiques et hygrothermiques intégrées à l'assemblage par rapport à des données mesurées, et générerait la base comparative nécessaire pour affiner le design dans une itération subséquente. Cela serait particulièrement pertinent dans le climat du sud du Québec. Au-delà des tests de performance, le système de mur nécessiterait également un assemblage de toiture résolu et une logique structurale complète avant de pouvoir être évalué comme proposition architecturale plutôt que comme expérience de construction, mais cela dépassait également la portée de ce projet. Les implications plus conventionnellement architecturales des choix constructifs réalisés ici, leurs conséquences spatiales et leur relation à l'occupation, restent largement non examinées. Les avantages écologiques, sociaux et potentiellement économiques de cette approche doivent également être développés dans le temps et calibrés selon des contextes et des exigences de code spécifiques.



Après-midi d'avril (Oil on canvas)

Appendix

Symbol	Identification	Explanation	Unit
●	CHW-Dt	Central hardwood, drought-tolerant	CHW-Dt
●	CHW-Ms	Central hardwood, mid-successional	CHW-Ms
●	NDC-Es	Northern deciduous, early-successional	NDC-Es
●	NHW-Es	Northern hardwood, early-successional	NHW-Es
●	NHW-Ms	Northern hardwood, mid-successional	NHW-Ms
●	CON-Pin	Coniferous, pines	CON-Pin
●	CON-Bor	Coniferous, boreal	CON-Bor
RBR	Relative Biological Resistance	Low, moderate, high (rot)	n/a
ρ	Density	Physical density (fibers)	kg/m ³ @ 12% MC
MPI	Mechanical Performance Index	$= \sqrt{(\ln(\rho/1000) * \ln(JH/10) * \ln(MoR/10) * \ln(MoE/2)) * \sqrt{\rho_{avg}/\rho}}$	n/a
JH	Janka Hardness	Surface hardness	N
λ^{-1}	Thermal Resistance	Temperature Δ during heat transfer (insulation)	W/m*k
EG	Ecological Groups	Envelope + traits	n/a
PHC	Predicted Habitat Change	Climate change; Full	%
RST	Relative Stress Tolerance	Average — drought, shade, cold	0—1
RBS	Relative Biological Susceptibility	Average — pathogen, pest	0—1
WH	Wood Harvestability	Extractive?	yes / no
IaS	Invasiveness and Status	Status	0,1,2



Dégel d'avril à Arthabaska (Oil on canvas, 73.3 x 93.2 cm)

Suzor-Côté, Marc-Aurèle de Foy (1919)

Bibliography

A

Agence des forêts privées de Lanaudière, Agence forestière de la Montérégie, & Lavoie, C. (2019). Érable de Norvège (*Acer platanoides*). Environnement et Changement climatique Canada. <https://afm.qc.ca/docs/ErableNorvege8x11.pdf>

Allen, E. (with Iano, J.). (1999). *Fundamentals of Building Construction Materials and Methods* (Third Edition). John Wiley & Sons, Ltd.

Ali, Md. R., Abdullah, U. H., Ashaari, Z., Hamid, N. H., & Hua, L. S. (2021). Hydrothermal Modification of Wood: A Review. *Polymers*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/polym13162612>

Arasteh, H., Jandaghian, Z., Defo, M., Gaur, A., & Gover, B. (2026). Hygrothermal and Energy Performance Analysis of Wall Cladding Systems with Varying Surface Reflectivity under Three Canadian Climate Conditions. *Energy and Built Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2026.03.005>

ASHRAE & American National Standards Institute. (2021). *Climatic Data for Building Design Standards: ANSI/ASHRAE Addendum a to ANSI/ASHRAE Standard 169-2020* (Nos. 169–2020; p. 387). ASHRAE.

Studio Work at EPFL Assy, A., & Lallier, O. (2023). Dans l'bois [Archives, École Polytechnique Fédérale de Lausanne]. <https://livingarchives.epfl.ch/projects/6017/dans-l-bois/>

Audet, I. (2007, November 8). Une maison verte abordable. La Presse. <https://www.lapresse.ca/maison/immobilier/200605/15/01-869077-une-maison-verte-abordable.php>

B

Beaudet, M., & Messier, C. (1998). Growth and morphological responses of yellow birch, sugar maple, and beech seedlings growing under a natural light gradient. *Can. J. For. Res.*, 28(1998).

Bernard, A., Gélinas, N., Durocher, C., Duchateau, E., & Achim, A. (2015). Is wood from American beech visually appealing? A stakeholder's perspective. *International Academy of Wood Science*. https://www.researchgate.net/publication/298352715_Is_wood_from_American_beech_visually_appealing_A_stakeholder's_perspective

Berthier, S., Catsaros, C., Rinke, M., Vestartas, P., & Vuilleumier, S. (2022). *Les cahiers de l'IBOIS 3*. EPFL Press.

Boisvert-Marsh, L., Royer-Tardif, S., Nolet, P., Doyon, F., & Aubin, I. (2020). Using a Trait-Based Approach to Compare Tree Species Sensitivity to Climate Change Stressors in Eastern Canada and Inform Adaptation Practices. *MDPI*, 11(9), 22. <https://doi.org/10.3390/f11090989>

Borzan, Z. (n.d.). Norway maple (*Acer platanoides* L.). (University of Zagreb) [Illustration]. *Invasive.org*. Retrieved November 3, 2025, from <https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1379045>

Boucher-Roy, A. (2019, November 25). Détermination du volume non-récolté de la période 2013-2018 potentiellement disponible à la récolte pour la période 2018-2023. Bureau du forestier en chef.

Boulanger, Y., & Pascual Puigdevall, J. (2021). Boreal forests will be more severely affected by projected anthropogenic climate forcing than mixedwood and northern hardwood forests in eastern Canada. *Landscape Ecology*, 36(6), 1725–1740. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01241-7>



Boulet, B. (2015). *Le portrait de la forêt feuillue et mixte à feuillus durs au Québec: Survol historique*. Bureau du forestier en chef; 978-2-550-72316-5. www.forestierenchef.gouv.qc.ca



bplnt.org. (2019). Norway Maple (*Acer platanoides* L.). In Merit Exchange LLC (Ed.), *Plant.org*. <https://bplnt.org/plant/68>

bplnt.org. (2019). Yellow Birch (*Betula alleghaniensis*). In Merit Exchange LLC (Ed.), *Plant.org*. <https://bplnt.org/plant/219>

Breen, A. R. A. (2024). *Stéréotomie des Bois Ronds* [Theoretical Statement, École Polytechnique Fédérale de Lausanne]. *Living Archives*. <https://livingarchives.epfl.ch/projects/7211/stereotomie-des-bois-ronds/>

Breen, A., & Collier, E. (2025). *Scénario d'architecture écosystémique* [Archives, École Polytechnique Fédérale de Lausanne]. <https://livingarchives.epfl.ch/projects/8109/scenario-darchitecture-ecosystemique/>

C

Canada Mortgage and Housing Corporation. (2025). *Housing Design Catalogue* (Design Catalogue No. CMHC / SCHL; Version 2025) [Website]. <https://www.housingcatalogue.cmhc-schl.gc.ca/>

www.housingcatalogue.cmhc-schl.gc.ca/

Canada's National Forest Inventory. (2014, September). *Canada's National Forest Inventory: Tree Species List* (Version 4.5). *Nation Forest Inventory*. <https://nfi.nfis.org/resources/general/3-TreeSpeciesList-Version4.5.pdf>



Carol-Aristizabal, M., Dupras, J., Messier, C., & Sousa-Silva, R. (2024). Which Tree Species Best Withstand Urban Stressors? Ask the Experts. *Arboriculture & Urban Forestry (AUF)*, 50(1), 57. <https://doi.org/10.48044/jauf.2023.026>

Casual Earth. (n.d.). *Why Do Conifers Rule the North?* [YouTube video]. Retrieved <https://youtu.be/Lrug6emkUD4?si=mr-3vFjZ12CMrkr9>

Cazzolla Gatti, R., Reich, P. B., Gamarra, J. G. P., Crowther, T., Hui, C., Morera, A., Bastin, J.-F., de-Miguel, S., Nabuurs, G.-J., Svenning, J.-C., Serra-Diaz, J. M., Merow, C., Enquist, B., Kamenetsky, M., Lee, J., Zhu, J., Fang, J., Jacobs, D. F., Pijanowski, B., ... Liang, J. (2022). The number of tree species on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(6), e2115329119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2115329119>

CCFM: National Forestry Database. (2023, February 2). *National Forestry Database (NFD)* [Database]. Canada's National Forestry Database. <http://nfdp.ccfm.org>

cecobois. (2025). *La résistance au feu du bois: Détails de conception, durabilité et protection* [Information sur le bois]. cecobois. <https://cecobois.com/details-de-conception-durabilite-et-protection/la-resistance-au-feu-du-bois/>

Chagnon, C., Moreau, G., Soro, A.,

Bombardier-Cauffopé, C., Baby-Bouchard, E., Chamberland, V., Barrette, J., Gélinas, N., Duchesne, I., Lenz, P., Bousquet, J., & Achim, A. (2025). A comprehensive framework to evaluate the financial impacts of genetic improvement on wood products from planted forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 55, 1–15. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2024-0057>

Chaussinand, A. (2015). *Straw Bale: An Innovative Sustainable Material in Construction*. *Key Engineering Materials*, 632, 69–77. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.632.69>

Collier, E. (2024). *Embodied Energy* (7156) [Theoretical Statement, École Polytechnique Fédérale de Lausanne]. *Living Archives*. <https://livingarchives.epfl.ch/projects/7156/embodied-energy-unravelling-nomadic-strategies/>

Columbia University GSAPP. (2017). *Embodied Energy and Design: Making Architecture Between Metrics and Narratives* (David Benjamin). Lars Müller Publishers.

Matthew B. C. (2010). *Shop Class as Soulcraft: An Inquiry into the Value of Work* (Penguin Random House). (Original work published 2009)

D

DensityDesign, Calibro, & Inmagik. (2013). *RAWGraphs 2.0* (Version 2.0) [Computer software]. *RAWGraphs*; <https://github.com/rawgraphs/rawgraphs-app>. <https://app.rawgraphs.io>

Deplazes, A. (with Elsener, C., Roesler, S., Seger, C., & Siegrist, T.). (2018). *Construire l'architecture du matériau brut à l'édifice* (un manuel) (M. Comby, J. Schacke, & J. Buse, Eds.; L. Biétry & H. Cheminal, Trans.; Troisième édition) [Softcover]. Birkhäuser. (Original work published 2008)

De Toldi, T., Craig, S., & Sushama, L.

(2022). Internal thermal mass for passive cooling and ventilation: Adaptive comfort limits, ideal quantities, embodied carbon. *Building & Cities*, 3(1), 42–67. <https://doi.org/10.5334/bc.156>

De Wolf, C., Byers, B. S., Raghu, D., Gordon, M., Schwarzkopf, V., & Triantafyllidis, E. (2024). D5 digital circular workflow: Five digital steps towards matchmaking for material reuse in construction. *Npj Materials Sustainability*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.1038/s44296-024-00034-8>

Dominion Forest Service. (1949). *Native Trees of Canada* (Fourth Edition, Vol. 61). Canada Department of Mines and Resources.

Donahue, B. (2024). *Slow Wood: Greener Building from Local Forests*. Yale University Press. <https://yalebooks.yale.edu/book/9780300273472/slow-wood/>

Dumont, S., Bédard, S., & Achim, A. (2023). Growth response and survival of American beech, yellow birch, and sugar maple regeneration to partial harvest. *Forest Ecology and Management*, 549, 121476. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121476>

Duyck, A., Mortelmans, T., De Mil, T., Van Parys, L., & Descamps, T. (2025). Timber selection for sustainable construction: A holistic approach to species assessment and decision support. *Construction and Building Materials*, 490(2025), 27. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.142483>



E

ETHZ. (2023). Planting Buildings [Archives]. ETH Zürich. Material Cultures. <https://materialcultures.org/category/research/prototypes/>

ETHZ. (2024). Woodland Goods [Archives]. ETH Zürich. Material Cultures. <https://materialcultures.org/woodland-goods/>

Evangelista, S. (2015). Straw houses in the front line of sustainable construction. PHYSORG. <https://phys.org/news/2015-01-straw-houses-front-line-sustainable.html>

F

Fahrenbach, N. L. S., De Hertog, S. J., Jäger, F., Lawrence, P. J., & Jnglin Wills, R. C. (2026). Reforestation scenarios shape global and regional temperature outcomes. *Communications Earth & Environment*, 7(1), 204. <https://doi.org/10.1038/s43247-026-03331-3>

Ferrer, C., Hildebrand, T., & Martinez-Cañavate, C. (2023). Touch Wood: Material, Architecture, Future (Lars Müller Publishers). <https://www.lars-mueller-publishers.com/touch-woodmaterial-architecture-future>

Fitzgerald, S., & Ober, H. (2025). Early-seral forest: What is it and why is it important? (Peer-Reviewed Catalog Extension No. EM 9516; OSU Extension Catalog, p. 8). Oregon State University. <https://extension.oregonstate.edu/catalog/em-9516-early-seral-forest-what-it-why-it-important>

Frangi, A., Just, A., Hakkarainen, J., Schmid, J., & Werther, N. (2023). Eurocode 5 Revision—Fire Design of Timber

Structures. Fire Design of Timber Structures. Eurocode 5 Revision, ETH Zürich. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000649537>

Fuchs, S. (with Krumm, O., & Cauderay, E.). (2009). La construction en botte de paille: Étude de faisabilité. <https://atba.ch/wp-content/uploads/2018/12/Etude-sur-la-paille.pdf>

Fulford, R. (1992). The Forest and Canadian culture. *Forestry Chronicle*, 68(1), 17–20.

G

Gang, J. (2024). The Art of Architectural Grafting. Park Books, Zürich.

Gauthier, S., Bernier, P., Burton, P. J., Edwards, J., Isaac, K., Isabel, N., Jayen, K., Le Goff, H., & Nelson, E. A. (2014). Climate Change Vulnerability and Adaptation in the Managed Canadian Boreal Forest. *Environmental Reviews*, 22(3), 256–285. <https://doi.org/10.1139/er-2013-0064>



Studio Work at EPFL Georges Yvon Henri Barrail, A., Basile Billotte, A., Rémi Augustin Breen, A., Jean Joseph Deschenaux, D., Lallier, O., Thorez, M., & Glen Warfel, D. (2024). Duramen [Archives, École Polytechnique Fédérale de Lausanne]. <https://livingarchives.epfl.ch/projects/6207/duramen-prototype/>

Gilliard, D., & Weinand, Y. (2025). Design method for roundwood construction using database of trees. In *Structures and Architecture* (1st Edition, Vol. 3, p. 8).

Gouvernement du Québec. (2020). Committed to Wealth Creation: Quebec

Timber Production Strategy. Gouvernement du Québec; ISBN : 978-2-550-86557-5 (PDF).

Gouvernement du Québec. (2024). Plan de mise en œuvre 2024-2029 (ISBN 978-2-550-97864-0 (PDF)). Gouvernement du Québec; Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2024. <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-mise-oeuvre-2024-2029.pdf>

Gouvernement du Québec. (2025, October). Critères d'identification des espèces exotiques envahissantes floristiques nuisibles à la biodiversité au Québec. Gouvernement du Québec. <https://www.quebec.ca/agriculture-environnement-et-ressources-naturelles/faune/gestion-faune-habitats-fauniques/gestion-especes-exotiques-envahissantes-animales/liste-especes#c306329>

Gouvernement du Québec. (2023). Bouleau jaune. <https://www.quebec.ca/gouvernement/portrait-quebec/drapeau-symboles-nationaux/emblemes/bouleau-jaune>

Gouvernement du Québec. (2025). Outil de comparaison des essences (Le guide sylvicole du Québec) (Version 2025) [Français]. Gouvernement du Québec. <https://comparaisondesessences.forets.gouv.qc.ca>

Grebner, D. L., Bettinger, P., Siry, J. P., & Boston, K. (2022). Chapter 10 - Forest dynamics. In *Introduction to Forestry and Natural Resources* (Second Edition) (p. 253–263). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819002-9.00010-9>

Gregor, K., Reyer, C. P. O., Nagel, T. A., Mäkelä, A., Krause, A., Knoke, T., & Rammig, A. (2024). Reconciling the EU forest, biodiversity, and climate strategies. *Global Change Biology*, 30(8), e17431. <https://doi.org/10.1111/gcb.17431>

H

Habitat-Nature (Director). (2021, Juin). Christian Messier et la diversité fonctionnelle [Short video]. <https://www.youtube.com/watch?v=hwZS0TOHFEM>

Handel, D. (2025). *Designed Forests: A Cultural History* (1st Edition). Routledge.

Henshaw Knott, C. (1998). Tree Farmers and Maple Syrup Producers: Architects of the Forests. In *Living with the Adirondack Forest: Local Perspectives on Land-Use Conflicts* (p. 289). Cornell University Press.

Hermann Kaufmann + Partner ZT GmbH. (2020). SWG screw factory Gaisbach GmbH, Waldenburg [Portfolio]. HK Arkitekten. <https://www.hkarchitekten.at/en/project/swg-schraubenwerk-gaisbach/>

Hermosilla, T., Wulder, M. A., White, J. C., Coops, N. C., Bator, C. W., & Hobart, G. W. (2024). Characterizing long-term tree species dynamics in Canada's forested ecosystems using annual time series remote sensing data. *Forest Ecology and Management*, 572, 122313. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122313>

Hurmekoski, E., Jonsson, R., Korhonen, J., Jänis, J., Mäkinen, M., Leskinen, P., & Hetemäki, L. (2018). Diversification of the forest industries: Role of new wood-based products. *Canadian Journal of Forest Research*, 48(12), 1417–1432. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0116>

I

Ibañez, D., Hutton, J., & Moe, K. (2019). *Wood Urbanism: From the Molecular—To the Territorial*. Actar Publishers.

J

Jacquemun, X. (2007). Description résumée de la maison et de l'utilisation de la technique IronHill [Rapport de chantier]. A.T.A.C.

Jozsa, L. A., & Middleton, G. R. (1994, December). A Discussion of Wood Quality Attributes and Their Practical Implications (0824-2119). Forintec Canada Corp.; Special Publication No. SP-34.

K

Kaufmann, H. (2021). Preface [Building with Hardwood]. In *Building with Hardwood* (p. 5). DETAIL.

Keena, N., Raugei, M., Lokko, M., Etman, M. A., Achmani, V., Reck, B. K., & Dyson, A. (2022). A Life-Cycle Approach to Investigate the Potential of Novel Biobased Construction Materials toward a Circular Built Environment. *Energies*, 15(19). <https://doi.org/10.3390/en15197239>

Keena, N., Rondinel-Oviedo, D. R., De-los-Ríos, A. A., Sarmiento-Pastor, J., Lira-Chirif, A., Raugei, M., & Dyson, A. (2023). Implications of circular strategies on energy, water, and GHG emissions in housing of the Global North and Global South. *Cleaner Engineering and Technology*, 17, 100684. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100684>

Krackler, V., Keunecke, D., & Niemez, P. (2010). Possible Fields of Hardwood Application. *Wood Research*, 56(1), 125–136.

L

Cégep Final Project Lallier, O., & Parent, E. (2021). Échelle Humaine (Janvier-décembre 2022). Archives nationales; Bibliothèque et Archives nationales du Québec.

676 Digital Story Lallier, O. (2025, October 1). Prototyping Ecological Resilience: Trait-Based Approach. Digital Story, School of Architecture, McGill University. [YouTube video]. <https://www.youtube.com/watch?v=BH84LhKOY24>

Lamy, O. (2021, November 29). Hemlock House. Canadian Architect. <https://www.canadianarchitect.com/hemlock-house/>

Lessard, M., & Marquis, H. (1972). Encyclopédie de la maison québécoise: Trois siècles d'habitations. Les éditions de l'homme Itée.

Lessard, M., & Vilandré, G. (1974). La maison traditionnelle au Québec. Les éditions de l'homme Itée.

Liu, J., & Fischer, E. C. (2024). Review of the charring rates of different timber species. *Fire and Materials*, 2024(48), 3–15. <https://doi.org/10.1002/fam.3173>



Loos, A. (2019). *Ornament and Crime*. Penguin Books. (Original work published 1913)

Lorenzetti, F., Delagrangé, S., Bouffard, D., & Nolet, P. (2008). Establishment, survivorship, and growth of yellow birch seedlings after site preparation treatments in large gaps. *Forest Ecology and*

Management, 254(2), 350–361. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.08.010>

M

Malterre-Barthes, C. (2025). A Moratorium on New Construction (N. Hirsch & M. Miessen, Eds.). Sternberg Press.

Majcen, Z., Bédard, S., & Godbout, C. (2003). Silvicultural Research in Québec's Hardwood Forest (MRNFP Research Note, p. 8) [Research Note]. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec. <https://mrmf.gouv.qc.ca/documents/forest/understanding/research/CFM-ZM.pdf>

McKenney, D. W., Pedlar, J. H., Lawrence, K., Campbell, K., & Hutchinson, M. F. (2007). Potential Impacts of Climate Change on the Distribution of North American Trees. *BioScience*, 57(11), 939–948. <https://doi.org/10.1641/B571106>



Meier, E. (2008, 2025). The Wood Database [Database]. <https://www.wood-database.com/norway-maple/>



Merz, K., Niemann, A., & Torno, S. (2021). Building with Hardwood. DETAIL.

Messier, C., Bauhus, J., Doyon, F., Maure, F., Sousa-Silva, R., Nolet, P., Mina, M., Aquilué, N., Fortin, M.-J., & Puettmann, K. (2019). The functional complex network approach to foster forest resilience to global changes. *Forest Ecosystems*, 6(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40663-019-0166-2>

Messier, C., Bauhus, J., Sousa-Silva, R., Auge, H., Baeten, L., Barsoum, N., Bruelheide, H., Caldwell, B., Cavender-Bares, J., Dhiedt, E., Eisenhauer, N., Ganade, G., Gravel, D., Guillemot, J., Hall, J. S., Hector, A., Hérault, B., Jactel, H., Koricheva, J., ... Zemp, D. C. (2022). For the sake of resilience and multifunctionality, let's diversify planted forests! *Conservation Letters*, 15(1), e12829. <https://doi.org/10.1111/conl.12829>

Messier, C., Puettmann, K. J., & Coates, K. D. (2009). A Critique of Silviculture: Managing for Complexity (Island Press). Island Press. https://books.google.ca/books?hl=en&lr=&id=NJwN3b1csDoC&oi=fnd&pg=PR5&dq=info:Gay6pBXsne4J:scholar.google.com&ots=IsqNpJB4B4&sig=Og2YHbHvrJxCgper0L29ZUkRTB0&redir_esc=v#v=onepage&q&f=false

Mettler, D., Studer, D., & BUK ETHZ. (2021). Construction BUK ETHZ. Birkhäuser; 2020951999.

Midal, A. (2023). Design by Accident: For a New History of Design. Sternberg Press. (Original work published as a doctoral thesis in 2019, HEAD Genève)

Mina, M., Messier, C., Duveneck, M. J., Fortin, M.-J., & Aquilué, N. (2022). Managing for the unexpected: Building resilient forest landscapes to cope with global change. *Global Change Biology*, 28(14), 4323–4341. <https://doi.org/10.1111/gcb.16197>



Minecraft Wiki. (2026). Birch. In Minecraft Wiki. <https://minecraft.wiki/w/Birch>

Minecraft Wiki. (2025). Oak. In Minecraft Wiki. <https://minecraft.wiki/w/Oak>

Morin-Bernard, A. (2020). Faisabilité technique d'un bois lamellé-collé composé d'espèces feuillues du nord-est de l'Amérique du Nord [Mémoire]. Université Laval.

Mottet, M.-J., Lambert, M.-C., & DeBlois, J. (2021). Natural regeneration of Norway spruce, an introduced species, in and around plantations in Quebec, Canada. *Forest Ecology and Management*, 498, 119553. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119553>

N

Natural Resources Canada. (2007). Canada's Plant Hardiness Site [Database]. Gouvernement Du Canada. <https://www.planthardiness.gc.ca/?lang=en&m=16>



Natural Resources Conservation Service. (n.d.). Plants Database USDA. Retrieved November 3, 2025, <https://plants.usda.gov>

Nealis, V. G. (2025). Bronze birch borer. In

Trees, insects, mites, and diseases of Canada's forests (2024th ed.). Government of Canada. <https://tidcf.nrcan.gc.ca/en/insects/factsheet/283>

Nowak, D. J., & Rowntree, R. A. (1990). History and Range of Norway Maple. *Arboriculture & Urban Forestry (AUF)*, 16(11), 291–296. <https://doi.org/10.48044/jauf.1990.064>

NVCA Administration Office. (2026). Norway Maple [Government Web Page]. Nottawasaga Valley Conservation Authority.

O

Olsen, R. (with Kurzaj, R., & Parrelli, D.). (2006). Log Houses of the World (B. Burn, Ed.).

Osborne, P. (2025). Forest-Building: A new approach for the integrated design of forests and buildings [Ph.D. dissertation]. McGill University.

Osborne, P., Aquilué, N., Mina, M., Moe, K., Jemtrud, M., & Messier, C. (2023). A trait-based approach to both forestry and timber building can synchronize forest harvest and resilience. *PNAS Nexus*, 2(8), 12. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad254>



P

Passive House Canada. (n.d.). A Developer's Guide to Passive House Buildings. Retrieved <https://www.passivehousecanada.com/downloads/PHC-developers-guide.pdf>

Pavillon de l'Arsenal. (2021). L'empreinte d'un habitat. <https://www.pavillon-arsenal.com/fr/expositions/12223-lempreinte-dun-habitat.html>

Peng, L., Searchinger, T. D., Zions, J., & Waite, R. (2023). The carbon costs of global wood harvests. *Nature*, 620(7972), 110–115. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06187-1>

Périé, C., Duchesne, L., & Lambert, M.-C. (2012). Prédire la croissance potentielle des arbres au Québec à l'aide des caractéristiques cartographiables des peuplements et des stations [Mémoire de recherche forestière]. <https://mrmf.gouv.qc.ca/nos-publications/predire-croissance-potentielle-arbres/>

Plag, R. (2026). Ubakus (Version 19.6.2024) [Web-based]. <https://www.ubakus.de/en/r-value-calculator/>

Postma, M. (2020). Assessing the Introduction and Age of the Acer platanoides (Norway Maple) invasion within Wilket Creek ravine in Toronto, Ontario. [Master of Forest Conservation Thesis, Daniels Faculty of Architecture, Landscape and Design, University of Toronto]. <https://utoronto.scholaris.ca/server/api/core/bitstreams/c7a1ba9f-22ed-4573-a74d-8222ec89ecdd/content>

Prasad, A., Peters, M., Pedlar, J., Gougherty, A., McKenney, D., Mora, F., Matthews, S., McNulty, S., & López-Mata, L. (2025). Habitat and Migration Dynamics of North American Tree Species Under Climate Change. *Wiley*, 2025(0), 15–138. <https://doi.org/10.1111/jbi.15138>



PrestigePanel. (2020). Structural Insulated Panels, Series 450-550-650 (Version 2020) [Data sheet; Image]. PrestigePanel. <https://www.prestigepanelsolution.com/media/buafkie/2020-fiche-technique-ang.jpgv>

Prévost, V., Concheiro, I., Picon, A., Weinand, Y., Rocher, Y., Catsaros, C., & Neff, J.-P. (2021). Les cahiers de l'IBOIS 2. EPFL Press.

R

Rahm, P. (2023). Histoire naturelle de l'architecture (Éditions Points). Éditions Points.

Rainville, A., Despoints, M., Beaudoin, R., Périnet, P., Mottet, M.-J., & Perron, M. (2003). Tree Improvement in Québec: A Tool for Industrial and Environmental Productivity. *Tree Improvement in Québec: A Tool for Industrial and Environmental Productivity*, XII, 11.

Ressources naturelles et Forêts. (2022). Zones de végétations et domaines bioclimatiques du Québec (Publication gouvernementale Nos. F24-06-2211). Gouvernement du Québec.

Rizzotti, P. (2021). L'empreinte d'un habitat: Construire léger et décarboné (Pavillon de l'Arsenal).

Robeller, C. W. M. (2015). Integral Mechanical Attachment for Timber Folded Plate Structures [Ph.D. dissertation]. École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Rosmarie, N.-G., & Weinand, Y. (2016). Projekt Grubenmann / Grubenmann Project. VGS Verlagsgenossenschaft St. Gallen; École Polytechnique Fédérale de

Lausanne (EPFL).

Ross, R. (2021). Wood handbook: Wood as an engineering material (General Technical Report No. FPL-GTR-282; p. 543). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. <https://research.fs.usda.gov/treesearch/62200>

Royal Architectural Institute of Canada (RAIC). (2024, July 31). Territorial/Land Acknowledgement Guide. Royal Architectural Institute of Canada (RAIC). https://raic.org/sites/raic.org/files/territorial_land_acknowledgement_guide_2024.pdf

Royer, M., Houde, R., Viano, Y., & Stevanovic, T. (2012). Non-wood Forest Products Based on Extractives—A New Opportunity for the Canadian Forest Industry Part 1: Hardwood Forest Species. Canadian Center of Science and Education, 1(3). <https://doi.org/10.5539/jfr.v1n3p8>

S

Schmidt, L., Hadden, R. M., & Fernando, D. (2024). Observations and impact of char layer formation and loss for engineered timber. *Fire Safety Journal*, 147, 104196. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2024.104196>



Settimi, A. (2025). Augmented Carpentry: Integration of Manual Fabrication into the Digital Value Chain.pdf (11205) [Ph.D. dissertation, École Polytechnique Fédérale de Lausanne]. Chair of Timber Construction.

SGS Belgium S.A. (2018). Forest sustainability in East Canada Quebec (No. 130373). SGS Belgium S.A.

Shapton, L. (with Heti, S.). (2010). The Native Trees of Canada. Drawn & Quarterly.

Sheahan, C. M. (2015). Canadian Serviceberry: *Amelanchier canadensis* (L.) Medik. USDA-Natural Resources Conservation Service. https://plants.usda.gov/DocumentLibrary/plantguide/pdf/pg_amca4.pdf

Sheppard, J. P., Chamberlain, J., Agúndez, D., Bhattacharya, P., Chirwa, P. W., Gontcharov, A., Sagona, W. C. J., Shen, H., Tadesse, W., & Mutke, S. (2020). Sustainable Forest Management Beyond the Timber-Oriented Status Quo: Transitioning to Co-production of Timber and Non-wood Forest Products—A Global Perspective. *Current Forestry Reports*, 6(1), 26–40. <https://doi.org/10.1007/s40725-019-00107-1>

Silberberger, J. (2021). Against and for Method: Revisiting Architectural Design as Research.pdf (Jan Silberberger-3rd printing 2025). gta Verlag. https://verlag.gta.arch.ethz.ch/en/gta:book_978-3-85676-413-5

Sonnette, S. (2020). Construire en fibres végétales: Vers une «modernité frugale»? Matériaux / Publikationsdatum. <https://www.espazium.ch/de/node/19622>

Soubeyrand, M., Marchand, P., Duchesne, L., Bergeron, Y., & Gennaretti, F. (2024). Interactions between climate, soil and competition drive tree growth in Quebec forests. *Forest Ecology and Management*, 555, 121731. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121731>

Srinivasan, R., & Moe, K. (2015). The hierarchy of energy in architecture: Energy analysis (1 online resource (xvi, 151 pages) : illustrations). Routledge. WorldCat. <https://doi.org/10.4324/9781315753676>

Statistics Canada. (2025). Lumber production, shipments, and stocks by species, monthly (x 1,000) (Data Table No. Table 16-10-0017-01; Versions 2025-11-04) [Website]. Statistics Canada. <https://doi.org/10.25318/1610001701-eng>



Stevanovic, T. (2012). Non-wood Forest Products Based on Extractives—A New Opportunity for the Canadian Forest Industry Part 1: Hardwood Forest Species. Canadian Center of Science and Education, 1(3). <https://doi.org/10.5539/jfr.v1n3p8>

Stolarski, M. J., Welenc, M., Krzyżaniak, M., Olba-Zięty, E., Stolarski, J., & Wierzbicki, S. (2024). Characteristics and Changes in the Properties of Cereal and Rapeseed Straw Used as Energy Feedstock. *Energies*, 17(5), 1243. <https://doi.org/10.3390/en17051243>

Stoneman, P. (2016). On Soft Innovation: Changes in Product Form and the Definition and Measurement of Innovation. *Rivista Internazionale Di Scienze Sociali*, 124(2), 105–126.

Šuhajdová, E., Novotny, M., Pěňčík, J., Šuhajda, K., Schmid, P., & Straka, B. (2018). Evaluation of suitability of selected hardwood in civil engineering. *Gradjevinski Materijali i Konstrukcije*, 61, 73–82. <https://doi.org/10.5937/GRMK1802073S>



Suzor-Côté, M.-A. de F., & Duguay, R. (1920). La Bénédiction des érables (1934.13) [Oil on canvas]. Musée national des beaux-arts de Québec. <https://www.mnbaq.org/collections/oeuvres/la-benediction-des-erables#informations>

T

Teipner-Thiede, C., & Thiede, A. (with Stoke, J.). (1993). The Log Home Book. Gibbs Smith Publisher.

Tiso, M., & Just, A. (2017). Fire Protection Provided by Insulation Materials—A New Design Approach for Timber Frame Assemblies. *Structural Engineering International*, 27(2), 231–237. <https://doi.org/10.2749/101686617X14881932435899>

U

United States Department of Agriculture, Forest Service. (1990a). *Silvics of North America, Vol. 1 (Vol. 1)*. https://archive.org/details/Silvics/silvics_vol1/mode/1up

United States Department of Agriculture, Forest Service. (1990b). *Silvics of North America, Vol. 2 (Vol. 2)*. https://archive.org/details/Silvics/silvics_vol2/mode/1up

Uzcategui, M. G. C., Seale, R. D., & França, F. J. N. (2020). Physical and Mechanical Properties of Hard Maple (*Acer saccharum*) and Yellow Poplar (*Liriodendron tulipifera*). *Forest Products Journal*, 70(3), 326–334. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-20-00005>

V

Vailles, F. (2024, March 17). Un café avec Christian Messier: Un vaccin contre les incendies de forêt. La Presse. <https://www.lapresse.ca/contexte/2024-03-17/un-cafe-avec-christian-messier/un-vaccin-contre-les-incendies-de-foret.php>

W

W. Geels, F. (2024). The Multi-Level Perspective on Sustainability Transitions: Background, overview, and current research topics. In *Introduction to Sustainability Transitions Research*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.33774/coe-2024-c15gb>

White, R. H. (2000). Fire Performance of Hardwood Species. USDA, Forest Products Laboratory. www.fpl.fs.usda.gov/documnts/pdf2000/white00c.pdf



Wikipedia. (2025a). *Catalpa speciosa*. In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Catalpa_speciosa

Wikipedia. (2025b). *Crataegus chrysocarpa*. In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Crataegus_chrysocarpa

Wikipedia. (2025c). *Crataegus submollis*. In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Crataegus_submollis

Wikipedia. (2025d). *Larix laricina*. In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Larix_laricina

Wikipedia. (2025e). List of trees of Quebec. In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_trees_of_Quebec

Wikipedia. (2025f). London plane. In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/London_plane

Wikipedia. (2025g). *Sorbus aucuparia*. In Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Sorbus_aucuparia

Wikipedia. (2025i). *Viburnum lentago*. In

Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Viburnum_lentago

Wikipedia. (2026). Ecological Succession. https://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_succession

Wikstrom, L. (2023). *Designing the Forest and Other Mass Timber Futures*. Routledge. 10.4324/9781003183198

Wohlleben, P. (2015). *La vie secrète des arbres: La découverte d'un monde caché* (2024th ed.). ÉDITIONS MULTIMONDES.

X

Xie, S. H., Kurz, W. A., Smyth, C., Xu, Z., & Roeser, D. (2024). Forest products circular economy in an export-focused jurisdiction: Can it fill the emission reduction gap? *Cleaner and Circular Bioeconomy*, 8, 100096. <https://doi.org/10.1016/j.clcb.2024.100096>

Y

Yapici, F., Ozcifici, A., Esen, R., & Kurt, S. (2011). The effect of grain angle and species on thermal conductivity of some selected wood species. *BioResources*, 6(3), 2757–2762. <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/the-effect-of-grain-angle-and-species-on-thermal-conductivity-of-some-selected-wood-species/>



I would like to acknowledge my friends at McGill University, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Université de Montréal, and Collège de Maisonneuve, and especially Albert and Kirouac, with whom I spent countless hours in the studio and who helped bring this project to its fullest development.

I am deeply grateful to Michael, who guided me thoughtfully throughout the proposal, the research, and the final design project. This work would not have been possible without his direction.

I also acknowledge the faculty and staff across the schools and studios I have been part of, whose teaching and mentorship shaped my understanding and inspired me to pursue this field of study.

Je souhaite remercier mes ami·e·s à l'Université McGill, à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, à l'Université de Montréal et au Collège de Maisonneuve, et plus particulièrement Albert et Kirouac, avec qui j'ai passé d'innombrables heures en atelier et qui ont contribué au plein développement de ce projet.

Je suis profondément reconnaissant envers Michael, qui m'a guidé

avec attention tout au long de l'élaboration de la proposition, de la recherche et du projet final. Ce travail n'aurait pas été possible sans son accompagnement.

Je remercie également les membres du corps professoral et le personnel des écoles et ateliers dont j'ai fait partie, dont l'enseignement et le mentorat ont façonné ma compréhension et

I thank my parents, friends, and family for their unwavering support and encouragement, which made it possible for me to pursue and complete these studies.

I am grateful to M. Charette for the maple wood that he gave to this project, to M. Pion for the window fragment, and to Justin and Alexandre for their precious help and knowledge on materials and construction.

Finally, I thank my partner, Eva, whose support, precious time and critical insight strengthened this thesis at every stage. Thank you for all the incredible help you have given me.

And to the many others whose paths have crossed mine along the way, thank you.

m'ont inspiré à poursuivre ce champ d'étude. Je remercie également mes parents, mes ami·e·s et ma famille pour leur soutien constant et leurs encouragements, qui m'ont permis de poursuivre et de compléter ces études.

Je remercie M. Charette pour le bois d'érable qu'il a généreusement offert à ce projet, M. Pion pour le fragment de fenêtre, ainsi que Justin

et Alexandre pour leur aide précieuse et leurs connaissances en matériaux et en construction.

Je remercie enfin ma partenaire, Eva, dont le soutien, le temps précieux et le regard critique ont renforcé cette thèse à chaque étape. Merci pour toute l'aide inestimable que tu m'as apportée.



Oak Tree in Minecraft

Mojang (Java Edition, 0.0.14a)



Birch Tree in Minecraft

Mojang (Java Edition Beta, 1.2)

Every timber specification is a silvicultural prescription.

This project argues that material specification is itself an act of forestry, develops a Trait-Based method for identifying underutilized Quebec hardwoods as viable construction materials, and materializes those findings into a 1:1 wall prototype.

