

Du Passé au Futur

L'Aventure des Madriers dans le Paysage Suisse

Du Passé au Futur

L'Aventure des Madriers dans le Paysage Suisse

Kramer Tristan

Enoncé théorique de master 2024

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Faculté de l'ENAC

Section d'architecture

Directeur de thèse: Professeur Corentin Fivet

Directeur pédagogique: Professeur Yves Weinand

Collaborations

Schmid Didier

Grimpeur, élagueur, Didier Schmid Sàrl

Riesenmey Yvan

Entrepreneur forestier, BMEF SA

Emilio Sedenò

Contremaître, scierie Dutoit SA

Florian Volet

Charpentier, directeur, Kurth AG

Sommaire

Introduction

I	Contextualisation	7
	Tradition forestière suisse	
	Vers un abandon progressif du bois	
	Naissance de la sylviculture	
	Architecture vernaculaire	
	Constructions emblématiques des Alpes	
	Raccard	
	Grenier	
	Etable-écurie	
	Habitation	
II	Le bois suisse	37
	Industrie du bois en Suisse	
	Appartenance des forêts	
	Exploitation	
	Croissance	
	Diversité des espèces	
III	Le bois empilé de nos jours	61
	Le madrier aujourd'hui	

V	Une industrie et ses défauts	67
	Potentiel inexploité	
	Marché de la transformation délocalisé	
	Décalage croissant entre l'offre et la demande	
	Un morcellement compliqué et des entreprises déficitaires	
	Cycle du bois	
	Energie grise	
IV	Le bois dans sa plus simple des formes	77
	Un peu de simplicité	
	Un bel exemple?	
VI	Horizons	93
	Le renouveau d'un ancien système	
VII	Sources	97
	Bibliographie	
	Supports	
	Collaborations	
	Imagerie	

Introduction

La Suisse, nation nichée au cœur des Alpes, est imprégnée d'une riche tradition forestière, un héritage intimement lié à son histoire et à son identité. Dans ce paysage montagneux, où les forêts ont longtemps été considérées comme des ressources inestimables, le bois a façonné non seulement les paysages naturels, mais également l'architecture vernaculaire qui caractérise les villages alpins. Le bois a toujours été un compagnon constant dans la construction, l'artisanat, et même dans les croyances et les traditions populaires. Les chalets pittoresques, les églises centenaires et les ponts rustiques témoignent de la relation intime entre les Suisses et leur environnement boisé.

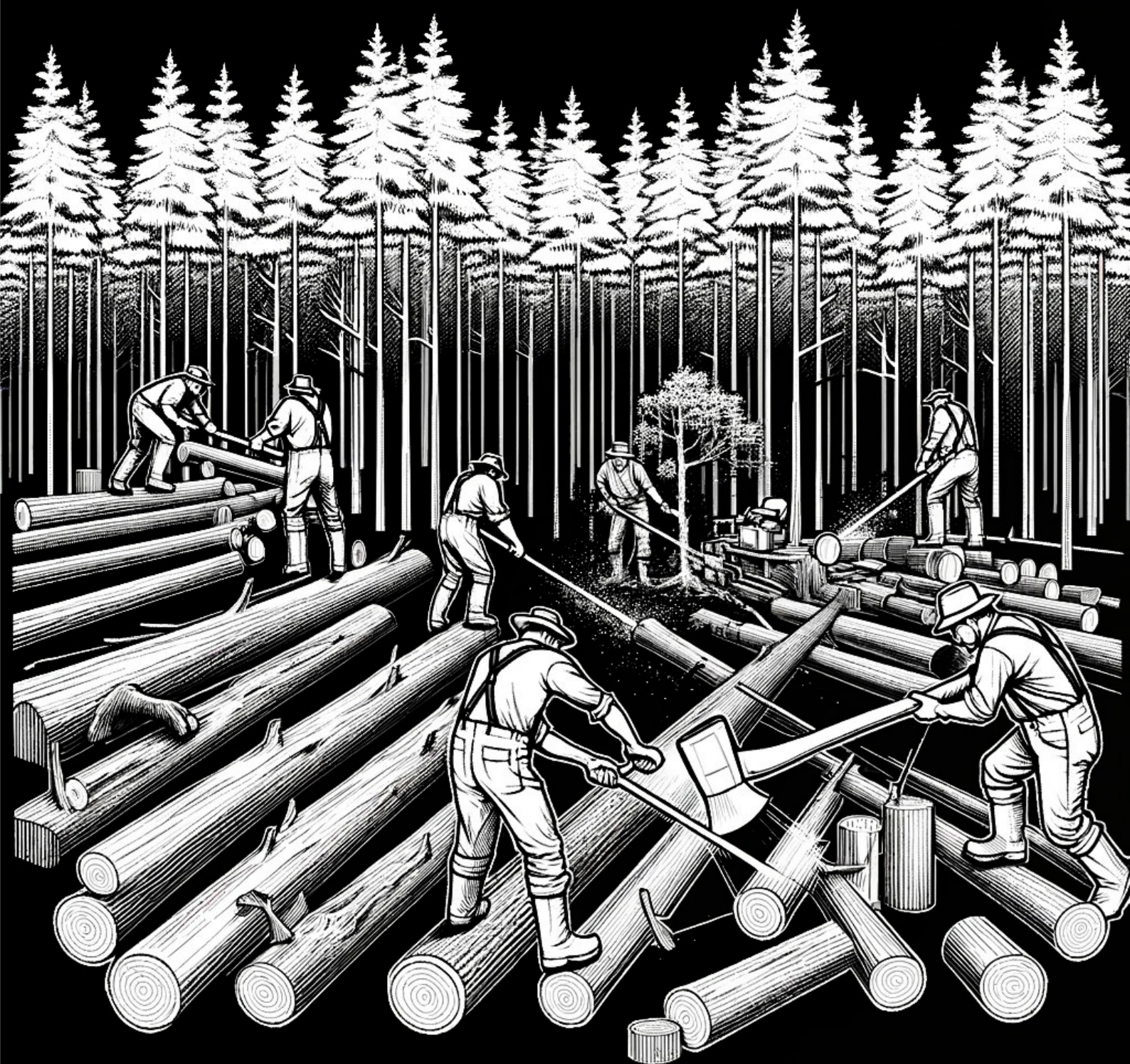
Une recherche vise à comprendre non seulement l'importance historique du bois dans l'architecture suisse mais aussi à s'inscrire dans une démarche résolument tournée vers l'avenir. En alliant l'importance historique du bois à la nécessité de répondre aux défis contemporains de durabilité et d'impact environnemental, cette recherche ambitionne de mettre en lumière les potentialités du bois comme matériau clé dans l'architecture durable. Elle vise à décortiquer les enjeux auxquels l'industrie du bois est confrontée, notamment les contraintes économiques et les obstacles industriels, tout en explorant les voies de réinvention de l'architecture en bois dans un contexte écologique.

Au cœur de cette étude se trouve l'interrogation sur la capacité de la Suisse à réinterpréter ses traditions constructives en bois, en particulier le bois empilé, pour répondre aux exigences modernes de durabilité et de stockage du carbone. En revisitant l'architecture vernaculaire en madriers vers une proposition simple et efficace, cette thèse envisage une synthèse entre tradition et innovation, où le bois ne se limite pas à un matériau de construction mais devient une réponse concrète aux enjeux environnementaux actuels. Par cette démarche,

il s'agit de démontrer comment la Suisse peut réactualiser son héritage architectural pour créer des espaces qui non seulement respectent l'environnement mais sont aussi en harmonie avec les aspirations de la société contemporaine pour une architecture durable et responsable.

Allant bien au-delà d'un simple engagement en faveur de l'écologie, il s'agit de s'approprier de manière optimale le territoire pour concevoir une architecture qui allie responsabilité et rationalité, en privilégiant la simplicité et l'économie de moyens. L'architecture doit être en harmonie avec son environnement, indissociable de son contexte, soulignant l'importance de valoriser les atouts uniques de notre territoire.

I Contextualisation



Tradition forestière suisse

À l'origine, la Suisse était recouverte d'une forêt qui constituait l'état naturel du paysage, définissant ainsi sa forme singulière. Avec l'avènement de la sédentarisation, les communautés ont entrepris des défrichements pour établir des champs et des villages. L'exploitation intensive, caractérisée par les coupes de bois et le pâturage, a graduellement transformé la forêt en un élément parmi d'autres de l'espace agraire. Ce n'est qu'au XIXe siècle qu'une nouvelle politique forestière a émergé, visant à éliminer les activités agricoles au profit d'une production de bois durable et économiquement viable. Finalement, le rapide essor économique de la seconde moitié du XXe siècle a placé au premier plan le rôle écologique de la forêt, la transformant également en une zone de détente.

La Suisse, avec ses majestueuses chaînes de montagnes et ses vastes forêts, a une longue histoire liée à la tradition forestière qui remonte à l'Antiquité. Les peuples autochtones qui ont habité cette région ont développé une relation étroite avec la nature, exploitant les ressources forestières pour répondre à leurs besoins fondamentaux. Pendant l'Antiquité, les forêts suisses étaient considérées comme des sanctuaires naturels, fournissant non seulement du bois pour la construction et le chauffage, mais aussi des ressources essentielles telles que la faune pour la chasse et des plantes pour la médecine. Les communautés locales ont développé des pratiques de gestion durable, respectant l'équilibre délicat entre l'exploitation des ressources naturelles et la préservation de l'écosystème. Les arbres, en particulier, occupaient une place spéciale dans la tradition forestière suisse. Certains étaient considérés comme sacrés, et leur abattage était soumis à des rituels spécifiques. Les anciens croyaient en la présence d'esprits dans les forêts, et une connexion spirituelle avec la nature était entretenue à travers des pratiques religieuses et des coutumes. Au fil du temps, les compétences des habitants de la Suisse antique dans la gestion forestière se sont affinées. Ils ont développé des techniques avancées d'exploitation du bois, créant des outils spécialisés pour la coupe, le façonnage et le transport du bois. Ces compétences étaient transmises de génération en génération, contribuant ainsi à l'émergence d'une véritable tradition forestière. Cependant, l'Antiquité a également apporté des défis à la tradition forestière suisse. L'expansion des civilisations et la demande croissante en bois ont conduit à une pression accrue sur les forêts. Les autorités locales ont dû instaurer des règles et des réglementations pour prévenir la surexploitation et garantir la durabilité à long terme.

Les Alpes sont lieu de deux activités principales, l'estivage du bétail sur les pâturages d'altitude, parfois associé à des défrichements pour abaisser la limite forestière supérieure, et la production de bois de chauffage pour la métallurgie, en particulier la réduction du fer, attestée dans l'Oberhalbstein, avec un savoir-faire remontant à l'âge du Bronze. Les versants Nord des Alpes étaient encore largement boisés à l'époque de la conquête romaine, mais l'expansion des activités agricoles, et de l'industrie, avec la construction navale, la fabrication de tuiles, ainsi que la production de charbon de bois et de fer, a eu un impact significatif sur certaines régions. L'introduction de nouvelles espèces, comme les châtaigniers et noyers, pour servir les intérêts économiques de Rome, a engendré un déclin notable des chênes et des hêtres. L'exportation de bois, du pin et du mélèze notamment, se faisait par flottage à travers les Alpes jusqu'en Italie du Nord, pour la construction de bâtiments prestigieux.



Figure 1 Glissoir à bois du XVIIIe siècle, nommé sovenda au Tessin, utilisé pour le transport du bois dans toute la Suisse

Au cours du Moyen Âge en Suisse, la tradition forestière a continué à jouer un rôle central dans la vie des communautés locales, reflétant la symbiose étroite entre l'homme et la nature. Les forêts suisses étaient une source vitale de ressources, fournissant du bois pour la construction, le chauffage, mais aussi des matières premières pour l'artisanat et la production de charbon de bois. Les communautés médiévales étaient étroitement liées à la forêt, dépendant de ses ressources pour leur survie. La gestion des forêts était souvent organisée autour de structures communautaires, où des règles et des droits spécifiques régissaient l'utilisation des terres boisées. Ces règles, souvent édictées dans des chartes ou des coutumes locales, visaient à assurer une exploitation durable des forêts, préservant ainsi ces précieuses ressources pour les générations futures.

La protection des forêts contre les avalanches, les inondations et les chutes de pierres a souvent été invoquée, pour justifier des mesures juridiques et législatives pour préserver les forêts et réguler leur utilisation. Des documents anciens retrouvés témoignent de la mise à ban de forêts; ces lettres se sont multipliées à partir du XIVe siècle, pour préserver les forêts qui protégeaient les villages, les champs et les routes. Elles établissent des limites pour diverses formes d'exploitation afin de garantir l'approvisionnement en bois des bénéficiaires. Les réglementations définissaient les modalités d'accès, les périodes de coupe du bois, les responsabilités des différents exploitants, et les sanctions en cas de franchissement de ces limites, afin de structurer la gestion des forêts et éviter la surexploitation. Les grands défrichements médiévaux n'étaient pas simplement une déforestation pour l'expansion des terres agricoles, mais

ces défrichements ont toujours été réalisés de manière progressive et relativement planifiée, car de nombreux sols forestiers ne se prêtaient pas à la culture céréalière. Fréquemment, des terrains peu fertiles étaient rendus à la forêt après quelques années de labour. Mais la difficulté de maintenir un équilibre entre la conservation et l'exploitation dans le cadre du droit public a conduit à l'émergence de forêts privées dans certaines vallées. Bien que l'existence des forêts à ban ait donné le mythe d'une relation prévoyante, empreinte de sagesse et de respect entre l'homme et son environnement, cela ne représente pas la réalité du Moyen Âge.

Les forêts étaient également des lieux de pouvoir et de prestige. Les seigneurs locaux avaient souvent des droits exclusifs sur certaines zones forestières, qui renforçaient leur autorité. Cependant, cela a également conduit à des tensions, car les communautés locales revendiquaient souvent des droits d'usage et de coupe, affirmant ainsi leur autonomie face aux pouvoirs féodaux. La chasse dans les forêts médiévales revêtait également une importance sociale et économique. Elle était réservée à l'élite, renforçant ainsi les hiérarchies sociales de l'époque. Les forêts étaient également des lieux de rencontre, où se déroulaient des foires, des marchés, et d'autres événements sociaux, contribuant à tisser le tissu social des communautés médiévales. Cependant, l'expansion démographique et les besoins croissants en bois pour la construction navale et d'autres industries ont exercé une pression constante sur les forêts. La régulation de l'exploitation forestière est devenue de plus en plus complexe, avec des enjeux liés à la propriété, aux droits d'usage et aux conflits entre différentes parties prenantes.

Au XVII^e siècle, le développement de l'industrie du charbon de bois a joué un rôle majeur dans l'économie suisse. Le charbon de bois était utilisé comme combustible pour les hauts fourneaux et les fonderies, soutenant ainsi l'essor de l'industrie métallurgique. Cette demande accrue en charbon de bois a entraîné une exploitation intense des forêts, avec des conséquences sur l'environnement et la biodiversité, qui ont poussé les autorités à promulguer des lois spécifiques pour réglementer la production de charbon de bois et ainsi protéger les forêts. Des interdictions d'exportation ont été instaurées, et les communes et propriétaires privés devaient obtenir une autorisation pour produire du charbon. Au XVIII^e siècle, les charbonniers se sont tournés vers les déchets, les souches et les chablis, car l'approvisionnement en bois de futaie était limité. Malgré l'émergence de la houille au XIX^e siècle, le charbon de bois a persisté dans des régions difficiles d'accès jusqu'au XX^e siècle.

Au XVIII^e siècle, l'émergence de l'économie de marché et les idées des Lumières ont également influencé la gestion des forêts en Suisse. Les notions de propriété privée et de droits individuels ont commencé à jouer un rôle plus important, entraînant parfois des conflits entre les propriétaires fonciers et les communautés locales qui utilisaient traditionnellement les forêts. Parallèlement, la science forestière a émergé en tant que discipline distincte. Des pionniers comme Johann David Ludwig, un forestier suisse du XVIII^e siècle, ont contribué à développer des pratiques de gestion basées sur des principes scientifiques. Les idées de sylviculture, de régénération forestière et de gestion planifiée ont commencé à influencer les politiques forestières.



Figure 2 Abattage d'un arbre dans les glaciales forêts enneigées des montagnes suisses

Au cours du XIXe siècle, l'industrialisation a connu une expansion rapide, augmentant la demande en bois de construction, l'exploitation minière, la fabrication de papier et d'autres industries. A partir de 1800, la demande croissante en bois a engendré des abattages massifs, entraînant une diminution de la superficie au cours de la première moitié du XIXe siècle, certaines régions n'étant pas reboisées mais affectées à l'exploitation agricole. Une gestion plus régulée sur le Plateau et dans certaines régions montagneuses a été introduite pour assurer une production durable du bois et répondre à la croissance constante des besoins énergétiques de la population, des industries et de l'artisanat. L'avènement de nouveaux moyens de transport dans la seconde moitié du XIXe siècle, a favorisé l'approvisionnement en charbon, alors que le bois constituait presque la seule source d'énergie disponible, à l'exception de la force hydraulique et de la modeste utilisation de la tourbe.

Autrefois, le chêne était presque exclusivement valorisé pour ses fruits servant à nourrir les cochons, ainsi que son écorce pour le tannage de la fabrication du cuir. Cependant, son importance a graduellement décliné avec l'introduction de la pomme de terre en provenance des Amériques. Les déchets issus de cette nouvelle culture ont également constitué une source de nourriture abondante pour les cochons. Dans ce contexte, le bois de chêne a progressivement perdu de sa prééminence, laissant la place au hêtre, essence dominante, qui s'est imposé naturellement sans intervention extérieure. Cependant, l'intense exploitation du chêne pour la construction du chemin de fer suisse a constitué un défi majeur pour sa survie et son maintien en tant qu'espèce importante de la forêt suisse.

Vers un abandon progressif du bois

Jusqu'au XIXe siècle, la population rurale jouissant du droit d'usage se fournissait principalement dans les forêts communales. Les citadins, quant à eux, achetaient leur approvisionnement en bois sur le marché local. La consommation de charbon en Suisse demeura limitée. Que ce soit à partir de charbon de terre ou de bois, il servait occasionnellement de substitut au bois de chauffage ou de combustible dans des entreprises telles que les tuileries, les salines et les fonderies, la plupart étant directement liées à l'un des rares producteurs indigènes. Cependant, le manque de réserves locales exploitables rendait la formation d'une industrie lourde en Suisse extrêmement difficile. La situation changea avec la construction du chemin de fer. Le développement rapide des réseaux ferroviaires à partir de 1850 permit l'importation et le transport de marchandises à des niveaux jusqu'alors inconnus, entraînant ainsi une augmentation significative de la consommation de charbon. En peu de temps, le charbon devint la principale source d'énergie, passant de 3 pourcents de l'énergie primaire en 1850 à 78 pourcents en 1910, alors que le bois représentait seulement 16 pourcents de ces besoins à la même période. La consommation annuelle de charbon passa de 50'000 tonnes en 1851 à près de 300'000 en 1865, puis à plus de 2,8 millions en 1910, marquant une multiplication par soixante en six décennies. Cependant, pendant les deux conflits mondiaux, la consommation de bois augmenta significativement sous le régime de l'économie de guerre, atteignant 27 pourcents entre 1940 et 1945. Par la suite, elle déclina fortement face à la concurrence du pétrole, chutant à 1,8 pourcents en 2000. À la fin du XXe siècle, la recherche de sources d'énergie alternatives revitalisa l'utilisation du chauffage au bois, notamment sous la forme de chaudières à pellets.

Naissance de la sylviculture

Au XIXe siècle, la sylviculture reposait sur le principe de l'exploitation durable, énoncé dans les traités spécialisés du XVIIIe siècle, mais son application était limitée au seul domaine de la production de bois. L'idée fondamentale était de ne pas abattre plus d'arbres qu'il n'en poussait, afin de garantir la pérennité de cette ressource. Les autres fonctions de la forêt étaient souvent ignorées, perçues comme des processus automatiques ne nécessitant pas d'intervention, voire combattues en tant qu'usages nuisibles. La surexploitation sévissait dans les forêts encore vierges des vallées retirées, exploitées pour la première fois en raison d'une forte demande. Une nouvelle mentalité émergea au milieu du XIXe siècle, lorsque des hydrologues et des forestiers commencèrent à examiner les inondations et à les associer à l'érosion causée par la surexploitation des forêts de montagne. On remit en question non pas le principe de durabilité, mais plutôt l'idée que, dans le cadre d'un marché libre, les propriétaires de forêts adopteraient automatiquement la meilleure approche, mais contrairement à ces convictions libérales, la Société forestière suisse a argumenté en 1856 en faveur d'un Etat qui a le droit, mais également le devoir d'interdire le déboisement en montagne s'il mettait en danger les régions en aval. La société a appelé le Conseil fédéral à évaluer l'état des forêts et des torrents de montagne, et après de nombreuses catastrophes et inondations, a été contraint d'agir pour sa préservation, notamment après celles de 1868, dévastatrices pour de nombreuses régions de Suisse.

Le XIXe siècle a été une période de transition dans la tradition forestière, avec des réformes et des lois, pour la protéger d'une industrialisation massive et d'une explosion démographique, visant à développer une approche plus scientifique de l'exploitation des forêts. La loi fédérale sur les forêts et la protection contre les dangers naturels en montagne, ou



Figure 3 Forêt protectrice en amont d'Ormont-Dessus avec des couloirs d'avalanche de chaque côté

La loi fédérale sur les forêts, adoptée le 15 avril 1876, est la première loi fédérale sur les forêts en Suisse. Elle a été élaborée pour traiter les problèmes liés à la déforestation et à la protection des forêts contre les dangers naturels, en particulier dans les régions montagneuses. La loi de 1876 établit des principes fondamentaux de gestion forestière et pose les bases pour un développement ultérieur de la législation forestière en Suisse. Elle exigeait la soumission d'un plan d'économie forestière visant à garantir une exploitation durable. Elle proscrivait le partage et la vente des forêts publiques. Cependant, sa disposition la plus cruciale et probablement la plus efficace résidait dans l'interdiction formelle du défrichage et la promotion active du reboisement, dans le but de créer des forêts de protection.

Au XXe siècle, l'industrie forestière a fortement diminué dans une période très défavorable à l'utilisation du bois. Le bois a toujours été omniprésent dans l'architecture alpine, ainsi que dans la vie quotidienne. Source d'énergie, matériau de construction et d'ingénierie, mais l'état de déboisement dramatique atteint vers la fin du XIXe siècle a obligé la mise en place de politiques de protection et de reboisement. Survenant au cœur de la Révolution industrielle, avec l'émergence de nouvelles sources d'énergie et de matériaux de construction, cette crise environnementale a entraîné un virage stratégique profond dans les méthodes de construction. Elle a profondément affecté une tradition architecturale centrée sur le bois, vieille de plus de mille ans, entraînant un déclin significatif de la dominance de l'architecture en bois. Le recours à l'énergie fossile et la diminution de la consommation de bois a ainsi grandement profité à la forêt qui s'est développée très fortement durant tout le XXe siècle.

Architecture vernaculaire suisse

L'architecture vernaculaire en Suisse, profondément enracinée dans le paysage et l'histoire, incarne une symbiose exceptionnelle entre le bâti et son environnement. Émergeant des traditions régionales et des ressources disponibles, cette forme d'architecture est un témoignage de l'ingéniosité des communautés locales pour créer des habitations en harmonie avec la nature. Au cœur de cette tradition architecturale réside une utilisation réfléchie et maîtrisée du bois, une ressource abondante dans les régions suisses. Les chalets de montagne demeurent des symboles emblématiques de cette région, combinant fonctionnalité, esthétique et harmonie avec le paysage montagneux.

L'Antiquité est marquée par une occupation humaine relativement limitée de la chaîne des Alpes, principalement due aux conditions topographiques difficiles et au climat alpin rigoureux. On y trouvait simplement des petites habitations en bois rudimentaires, notamment à cause de la rareté des ressources disponibles. A cette époque, la Suisse actuelle faisait partie des territoires occupés par diverses tribus celtes, puis par les Romains après la conquête des Alpes.

Au Moyen Âge, l'architecture dans les Alpes suisses était caractérisée par des constructions robustes et fonctionnelles, conçues pour résister aux conditions climatiques rigoureuses de la région montagneuse. Les habitations étaient souvent adaptées aux besoins des communautés agricoles, des bergers et des commerçants qui occupaient ces régions. Les constructions médiévales étaient principalement édifiées avec des matériaux présents localement, comme de la pierre, du bois et de la terre, choisis pour leur disponibilité et leur durabilité. Les chalets de montagne, encore rudimentaires, ont commencé à se développer peu à peu. Construits en bois, avec des toits à forte pente pour permettre l'écoulement de la neige, ils servaient souvent de résidences saisonnières pour les communautés pastorales. Une grande cheminée centrale en pierre fournissait la chaleur mais servait également pour la cuisson, ainsi que la stabilité de l'habitation. Une faible part de bâtiments sont construits avec de la pierre, bien plus rare et moins disponible, pour remplir un rôle défensif et pour contrôler les voies de passage.

Au XVIIe et au XVIIIe siècles, l'architecture alpine a continué d'évoluer en réponse aux besoins locaux, mais aussi aux influences architecturales plus larges de l'époque, comme une fusion d'éléments traditionnels avec une influence extérieure. Les influences baroques et rococo ont atteint les régions alpines, se reflétant dans certains détails décoratifs, bien que la simplicité et la fonctionnalité demeuraient des éléments essentiels. Ils ont ainsi arboré des éléments plus élaborés. Les façades pouvaient comporter des sculptures en bois, des balcons ouvragés, et d'autres ornements qui ajoutaient de l'esthétisme aux constructions, comme des éléments décoratifs exubérants, des motifs floraux et des courbes gracieuses, propres à l'architecture rococo. Des petites interventions qui n'ont finalement pas vraiment changé l'architecture alpine. Il faudra attendre les chamboulements de la Révolution industrielle et l'introduction de nouveaux matériaux de construction pour percevoir un changement.

Constructions emblématiques des Alpes

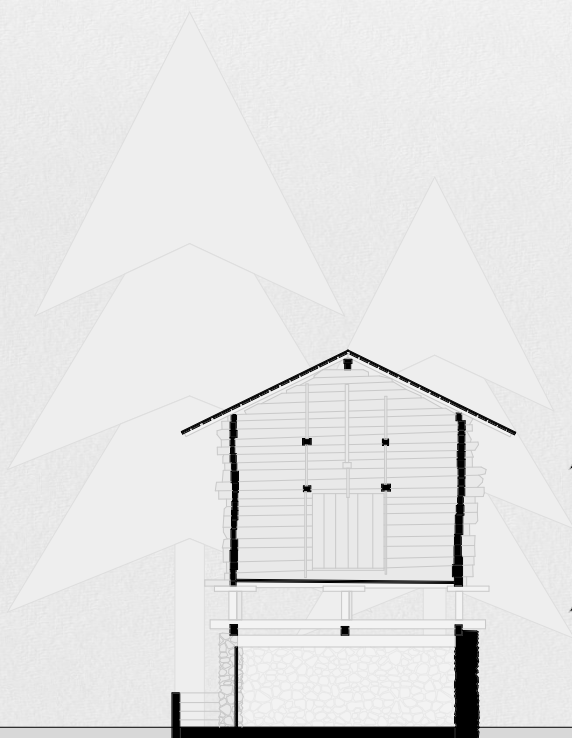
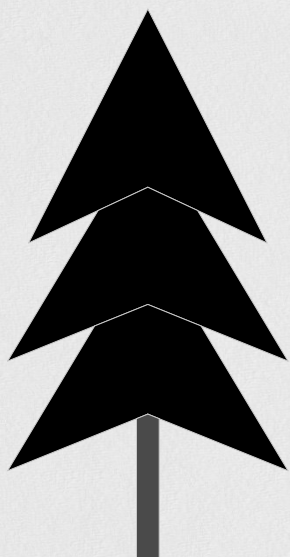
La tradition architecturale vernaculaire des Alpes suisses est un témoignage vivant de l'harmonie exceptionnelle entre la nature et la construction humaine. Au cœur de cette tradition réside la symbiose entre la riche ressource forestière et la technique ancestrale de construction en madriers, une alliance qui a façonné l'identité architecturale des montagnes suisses. La construction en bois empilé a donné naissance à une variété impressionnante de bâtiments, chacun reflétant les besoins spécifiques de la communauté et les particularités régionales. Parmi cette multitude de constructions, plusieurs types distincts ont émergé, chacun jouant un rôle vital dans la vie quotidienne et l'activité économique des régions suisses. Chaque type de bâtiment en bois empilé raconte une histoire unique, témoignant de l'ingéniosité des communautés suisses qui ont su adapter ces constructions aux exigences de leur environnement naturel et de leur mode de vie spécifique. Ces bâtiments, bien plus que des structures fonctionnelles, sont des témoins du patrimoine architectural riche et diversifié de la Suisse.

La liste de bâtiments suivante représente la grande majorité des constructions en bois empilé, qui est finalement restée très réduite à une faible gamme de typologies. Une architecture qui n'a pas énormément bougé à travers le temps, faisant toujours passer l'efficacité et la simplicité en priorité.

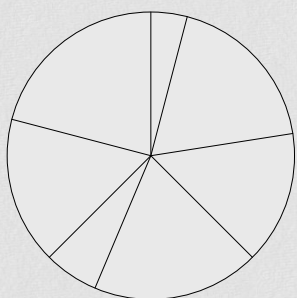
Raccard



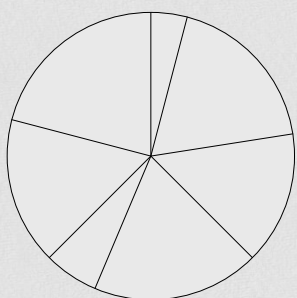
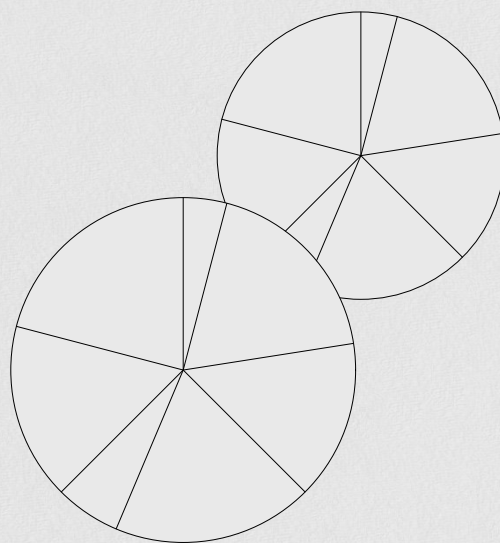
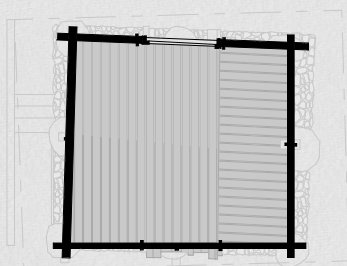
Axonométrie 1:200



Coupe 1:200



Plan de l'étage 1:200



Plan du rez 1:200

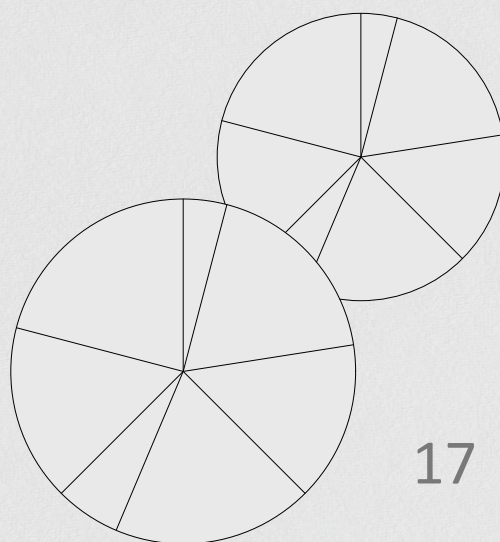
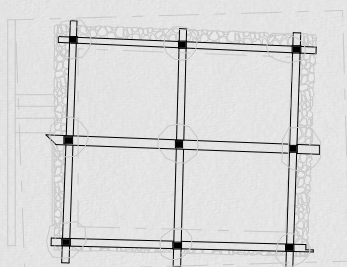




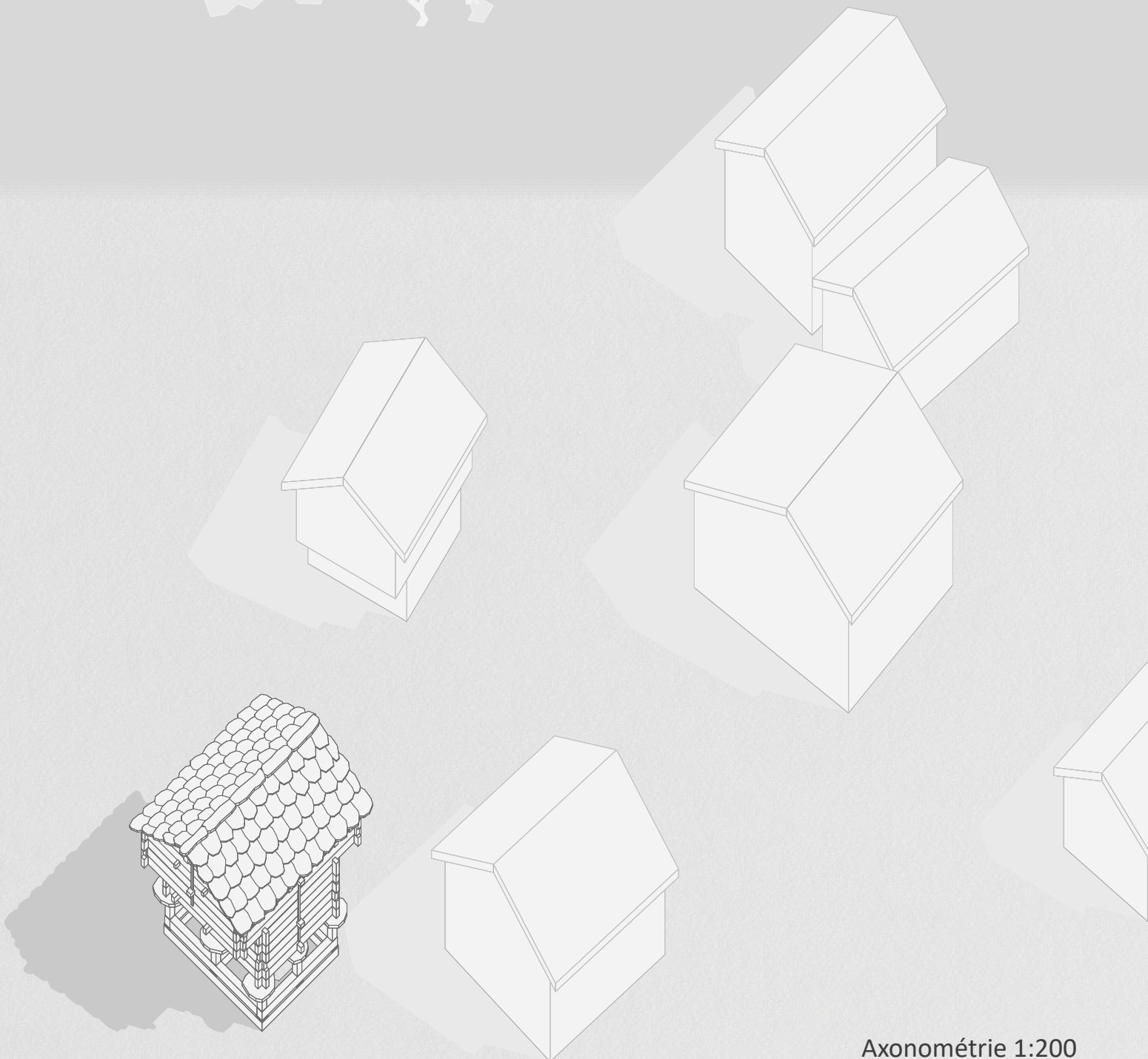
Figure 4 Maquette réalisée réalisée pour le cours de figuration représentation de l'architecture à l'EPFL

La moisson, au début de l'été, nécessite un environnement sec pour entreposer les gerbes, permettant ainsi au blé de mûrir avant d'être battu pour en récupérer les grains. Le raccard incarne l'esprit ingénieux et la robustesse caractéristiques des constructions traditionnelles de la Suisse, comme un symbole éminent de l'architecture en bois empilé, qui s'érige avec fierté au sein du paysage suisse.

Construit généralement sur des pilotis, le raccard s'élève au-dessus du sol, offrant ainsi une protection supplémentaire contre l'humidité et les rongeurs. Les murs massifs en bois empilé forment une enceinte solide, préservant les denrées stockées des variations climatiques. Le raccard est composé de trois parties, avec une aire de battage centrale et des casiers de stockage pour le grain de chaque côté, favorisant la circulation de l'air rendue possible par l'irrégularité des espaces entre le bois empilé. Son agencement varie selon sa localisation et peut être orienté parallèlement ou perpendiculairement au faîte. Les portes sont disposées dans l'axe de l'aire de battage, donnant accès à des balcons où sont déposés céréales et foin pour séchage. La structure du raccard est précise et élégante, avec deux encerclements périphériques composés chacun de quatre poutres, avec l'encerclement inférieur qui repose sur le socle en pierre et l'encerclement supérieur qui réceptionne les murs en madriers. Des tirants transversaux et longitudinaux consolident ces encerclements en formant une croix, et des poutres soutiennent les planchers des galeries.

Chaque élément a une fonction structurelle précise tout en contribuant à l'agencement optimal de l'espace. Avec la déclivité de la pente, le socle en pierre est souvent utilisé comme étable pour loger un peu de bétail, en particulier des chèvres et des cochons, car les vaches produisent trop d'humidité pour le blé stocké au-dessus. Le raccard incarne l'ingéniosité architecturale des communautés de montagne, offrant une solution pratique pour la préservation des récoltes dans des conditions environnementales difficiles.

Grenier



Axonométrie 1:200



Le grenier est très similaire au raccard, une boîte en madriers, mais avec des poutres en bois soigneusement équarri, pour assurer l'étanchéité à l'air, construit sur des fins pilotis en bois surmontés d'une pierre pour éviter la visite des rongeurs. Le socle en pierre peut également contenir une petite étable. Il est généralement de plus petite taille, avec seulement 2,5 mètres de côté, contre 4,5 mètres pour le raccard. Cependant, la ressemblance s'arrête ici, car le grenier renferme principalement des denrées alimentaires telles que des graines, de la farine, des saucisses, du lard et de la viande séchée. C'est la raison pour laquelle on trouve fréquemment, dans l'espace fermé du socle, des caves à fromage et la possibilité de creuser de petites fosses pour la conservation des pommes de terre. La partie supérieure s'élève sur un ou deux étages auxquels on accède par des échelles de meunier. Il peut appartenir à plusieurs personnes, mais contrairement au raccard qui ne possède qu'une seule ouverture, chaque propriétaire a souvent un accès personnel. Outre les provisions alimentaires, les diverses cellules sont également utilisées pour entreposer des biens précieux comme de l'argent, des titres de propriété, d'autres documents, ainsi que des vêtements. C'est la raison pour laquelle des portes munies de solides serrures en fer sont fournies, malgré le coût élevé et la rareté de ce matériau à l'époque.

Dans les hauteurs surplombant Zermatt se dresse fièrement un grenier datant de 1261, plus ancien encore que la naissance de la Suisse. La construction en madriers est tellement solide qu'elle résiste à tout. Même les incendies dévastateurs ou les campagnes militaires n'ont pas atteint ce hameau. Ainsi, aujourd'hui, nous avons un témoin de 750 ans devant nous, nous conduisant à la fin du Moyen Âge. Un peu plus loin dans le hameau un autre grenier de 1310, rénové plusieurs fois au XIVe et au XVe siècles, témoigne de l'incroyable durabilité de ces constructions.

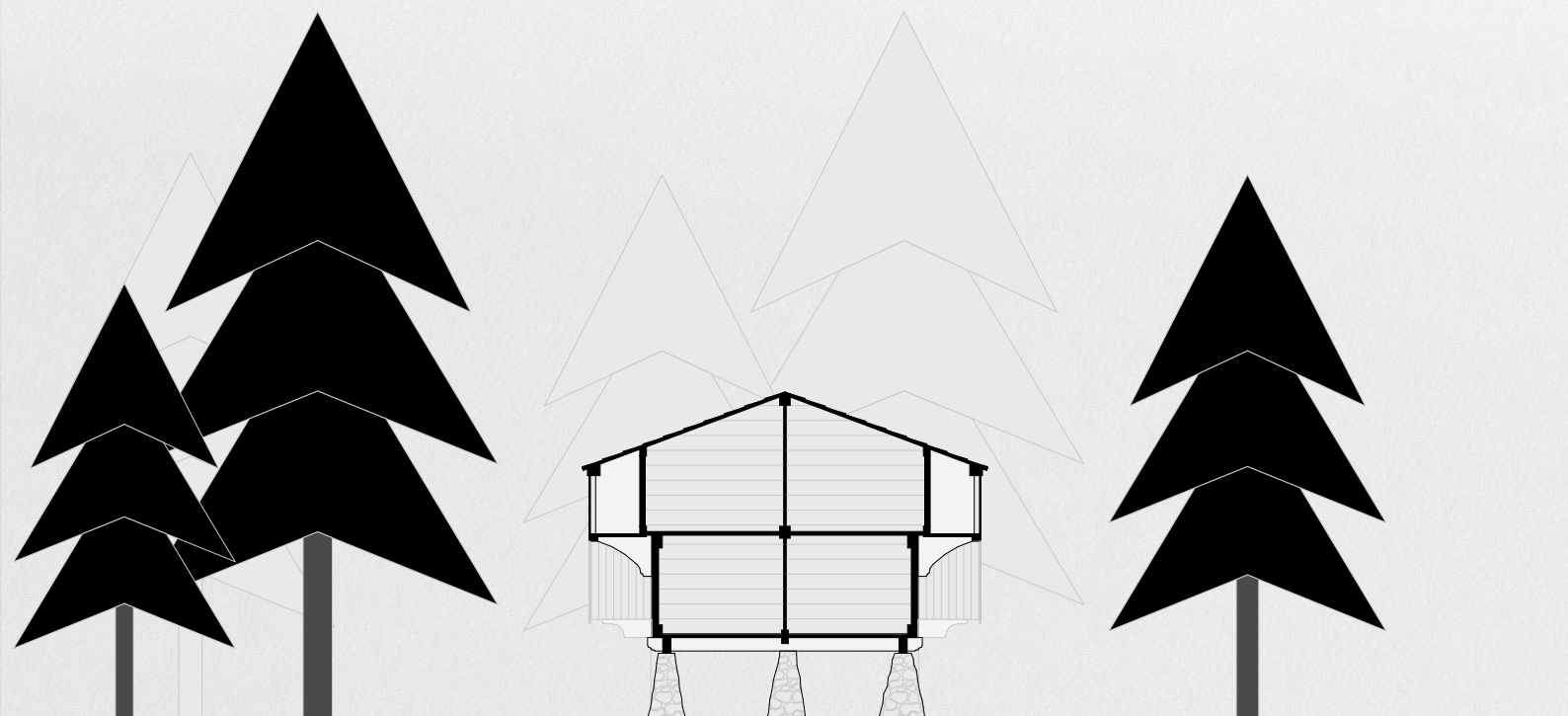




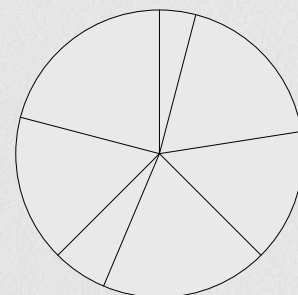
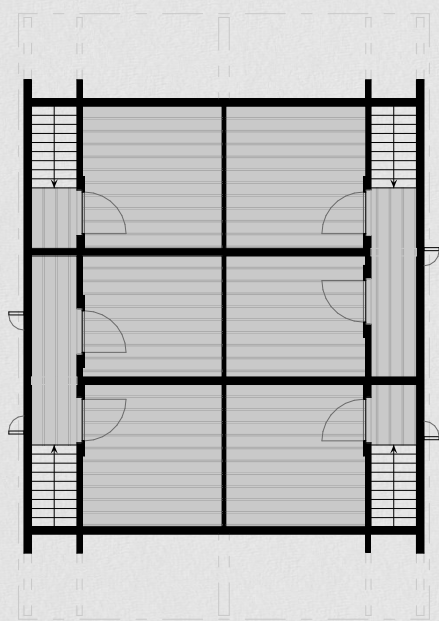
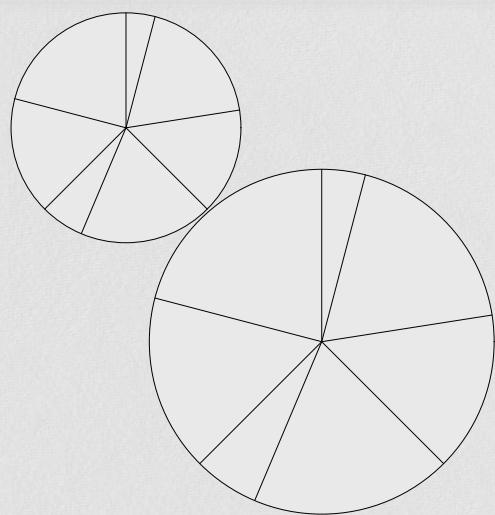
Grenier



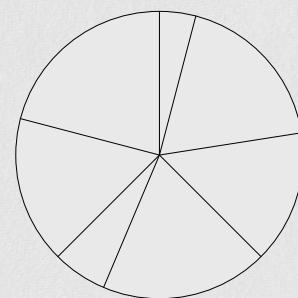
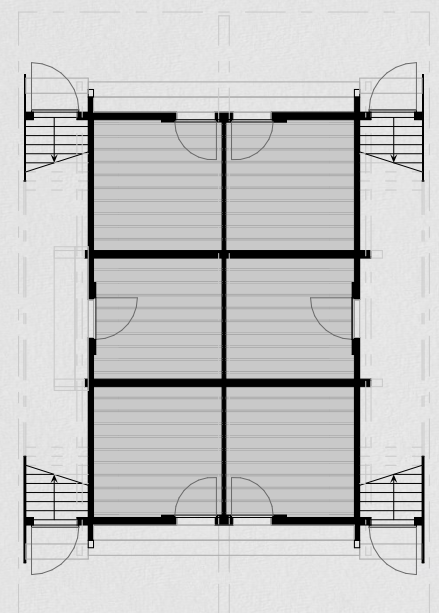
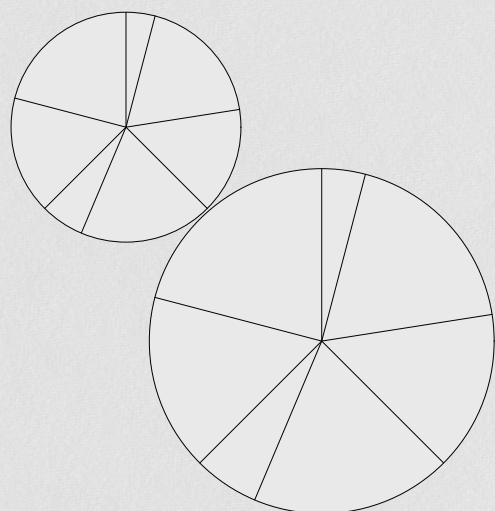
Axonométrie 1:200



Coupe 1:200



Plan de l'étage 1:200



Plan du rez 1:200



Figure 5 Maquette du grenier à robe de Cernat des archives de la construction moderne de l'EPFL

D'autres types de greniers appelés *greniers à cachets* sont constitués de plusieurs pièces sur un ou deux étages, reliées entre elles par des coursives extérieures, parfois protégées par des parements verticaux décorés. Ces greniers sont alors nommés *grenier à robes*. Ils servent principalement de vestiaires pour les habits du dimanche, lorsque les paysans descendent de l'alpage pour aller à la messe. Ils peuvent comporter jusqu'à 16 cachets et, comme les autres greniers, sont partagés par plusieurs propriétaires d'un village accueillant une église. Le grenier du Sépey, construit au début du XVIIIe siècle en madriers de sapin blanc sur un socle en pierre, a depuis été déplacé à Cernat et posé sur pilotis. Il a donc été soigneusement démonté pièce par pièce pour être transporté dans une commune voisine. Il est l'un des plus remarquables exemples de ce type de greniers, avec un grand soin porté à la richesse des décorations extérieures.

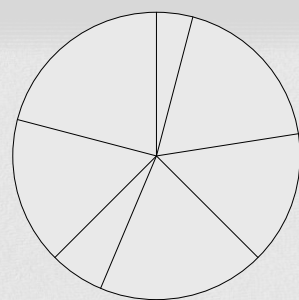
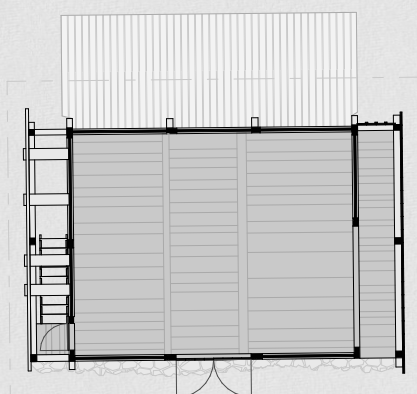
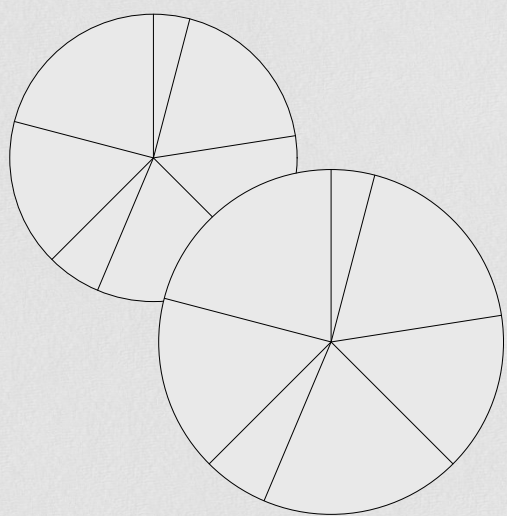
Etable



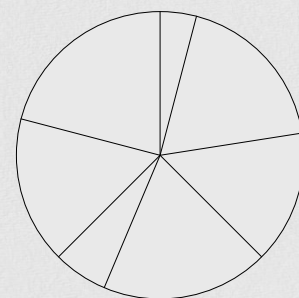
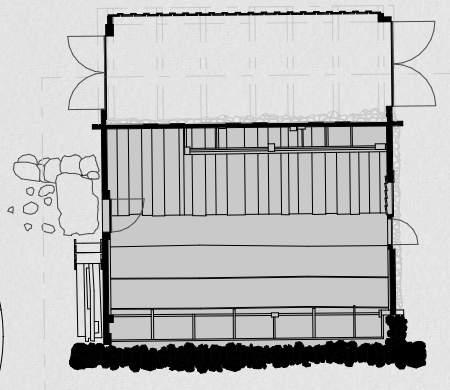
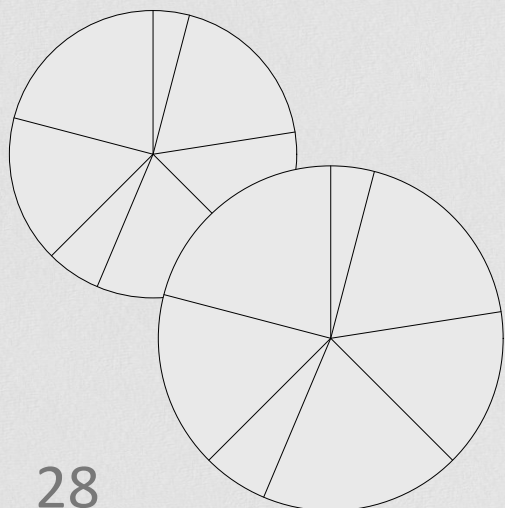
Axonométrie 1:200



Coupe 1:200



Plan de l'étage 1:200



Plan du rez 1:200



Figure 6 Maquette d'une étable-grange réalisée pour le cours de figuration représentation de l'architecture à l'EPFL

L'étable-grange représente un élément essentiel au sein des exploitations agricoles suisses. Sa conception en bois empilé témoigne de la flexibilité et de l'efficacité de cette méthode de construction. Destinée à abriter le bétail et les chevaux, cette structure allie robustesse et fonctionnalité, offrant un refuge sécurisé et adapté aux besoins des animaux. Contrairement au raccard et au grenier, elle est généralement bâtie à proximité du village afin de pouvoir nourrir et traire le bétail quotidiennement. Avec le climat hivernal rigoureux, il est nécessaire de réduire au maximum les distances entre l'habitation et le lieu de travail, avec souvent de lourdes charges à transporter. Raison pour laquelle le stockage de la grande quantité de fourrage nécessaire pour le bétail est toujours situé en-dessus de l'étable.

L'étable, disposée dans la partie inférieure, est fermée sur trois côtés par des murs massifs en bois empilé ou en maçonnerie. Ces murs sont souvent enterrés pour protéger le bétail du froid. La dernière section est percée de grandes ouvertures pour les animaux. La partie supérieure, réservée au stockage, est construite en madriers grossièrement équarris pour garantir la ventilation nécessaire ou, apparue plus tardivement, en poteaux en bois sur lesquels sont fixées des planches dressées verticalement.

Nichée au cœur du Pays-d'Enhaut, dans les Alpes vaudoises, cette étable-grange, érigée en 1776, témoigne de l'adaptabilité remarquable de cette construction au fil du temps, ayant résisté vaillamment aux effets du vieillissement.

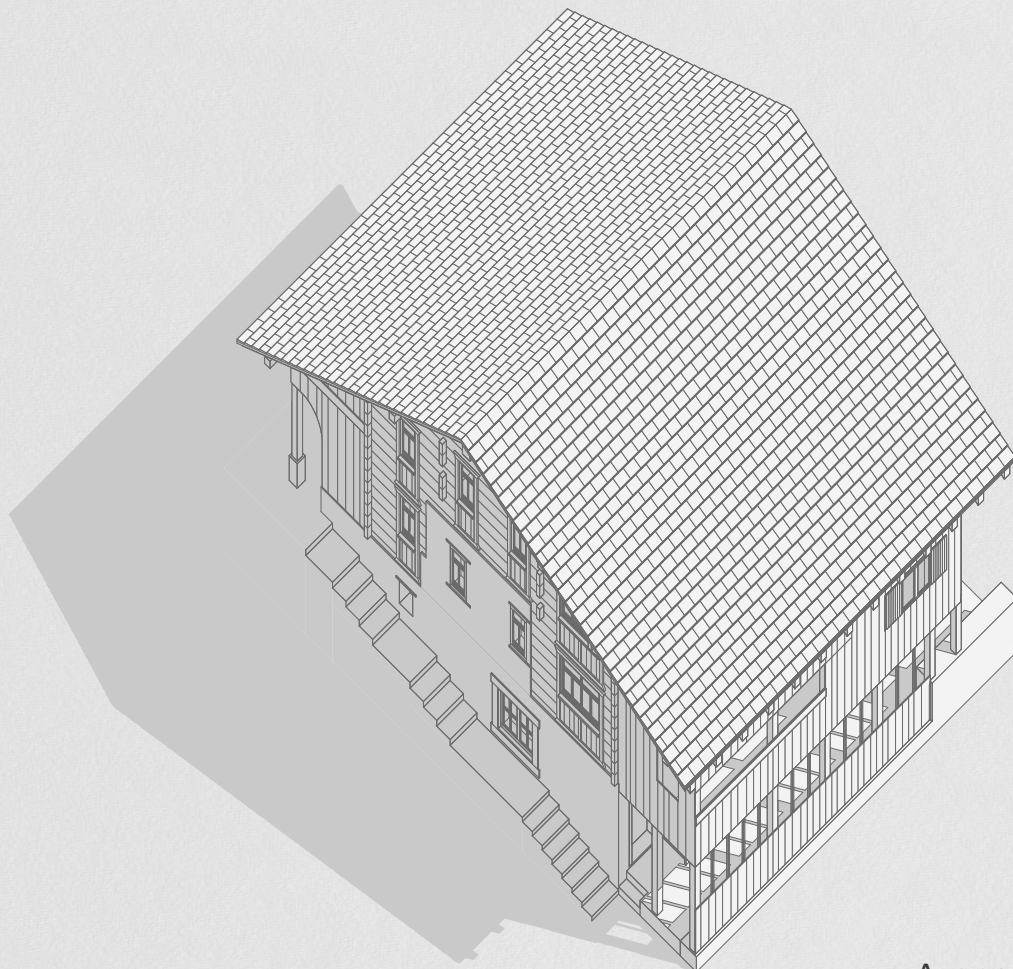
Reposant sur un solide socle en pierre, une structure imposante en madriers s'élève sur trois côtés de la partie inférieure, avec un mur de soutènement en pierre complétant la dernière section. Le bois étant un relativement bon isolant naturel, cela permettait de protéger du froid le bétail qui s'y reposait. Malgré les siècles écoulés depuis sa construction, cette bâtisse, abandonnée par son propriétaire, conserve une grande partie de son intégrité à travers les âges. La partie supérieure, construite selon une méthode différente avec une structure porteuse en ossature, intègre des planches pour délimiter les espaces de stockage. Cette section présente une étanchéité moindre, pour favoriser une ventilation naturelle, mais entraînant des dégradations plus importantes au fil du temps. La partie supérieure est à nouveau bâtie en bois empilé. La toiture actuelle, métallique, semble avoir remplacé une couverture initiale en tavillons qui, confrontée à la rigueur du climat alpin, a finalement cédé. L'ensemble de la structure dévoile ainsi l'histoire fascinante de son évolution, témoignant de la robustesse de la construction en madriers tout en mettant en lumière les ajustements nécessaires au fil des ans pour faire face aux défis climatiques.

Toutes les poutres et les madriers présentent des dimensions différentes. Le bâtiment est entièrement constitué d'exceptions, ce qui lui confère tout son côté disymétrique. De nombreuses pièces proviennent probablement de la récupération sur des constructions précédentes. Et d'un autre côté, la nature ne transmet pas d'éléments standardisés, mais que des pièces uniques à adapter au sein du projet.





Habitation



Axonométrie 1:200



Figure 7 Maquette de la maison Bethlehem des archives de la construction moderne de l'EPFL

Au XIII^e siècle les maisons en bois à deux étages étaient rares et étaient d'imposantes et confortables demeures de maîtres. Les maisons paysannes de la fin du Moyen Âge étaient bien plus rustiques, directement posées sur le sol, mais aucune de ces petites habitations n'a survécu. La Suisse centrale compte encore un grand nombre de ces maisons médiévales, mais la plus ancienne est la maison Bethlehem, située dans la ville de Schwytz, plus vieille encore que la naissance de la Suisse.

La maison Bethlehem, datant de 1287, est donc très grande pour cette époque et a été bâtie par une famille fortunée, avec un haut savoir-faire technique et des coûts élevés. La partie principale de la maison est construite en madriers. Au cours des siècles, cette maison a subi deux seules transformations décisives. En 1540, un soubassement en pierre est aménagé pour y établir une cave servant de taverne. Les fenêtres ont été agrandies et les deux parties latérales ont été fermées. En 1700, des transformations intérieures ont été entreprises pour aménager deux appartements. L'aspect définitif actuel date donc du XVIII^e siècle. La majeure partie des éléments d'origine a été conservée, en particulier la structure porteuse en bois empilé. Elle n'est probablement pas sur son emplacement d'origine et a été déplacée peut-être à plusieurs reprises. Les maisons n'étant pas des biens immobiliers, mais des biens mobiliers, il était très fréquent de les déplacer tout au long de leur histoire. Construite uniquement avec du sapin provenant d'une forêt à proximité du lieu d'origine, abattu l'année de la construction, elle témoigne d'un savoir-faire élaboré.

Une maison encore plus ancienne, la maison Nideröst, datant de 1176, existait il y a encore peu de temps mais a malheureusement été démontée, souffrant de dommages trop importants pour être rénovée. Des éléments ont été réutilisés dans une nouvelle construction symbolique sur le lieu de la bataille de Morgarten, en 2015, pour célébrer les 700 ans de cet événement légendaire et fondateur. Une habitation encore plus vieille que le pays dans lequel elle se trouve avec près de 850 ans d'existence.

Bien que fréquemment dépourvus de conception architecturale formelle, sans dessins ni planification détaillée, et souvent évolutifs avec les époques, de nombreux bâtiments anciens ont résisté à l'épreuve du temps, parvenant jusqu'à nous dans un état de conservation exceptionnel. Cette méthode de construction, d'une grande ancienneté, témoigne de l'ingéniosité d'un art consacré qui s'est perpétué à travers les générations.

Il Bois Suisse



Industrie du bois en Suisse

L'industrie du bois en Suisse est donc profondément enracinée dans une tradition ancestrale qui remonte à des siècles. Cet héritage, forgé par la relation étroite entre les Suisses et leurs forêts majestueuses, a façonné une industrie qui allie l'artisanat traditionnel à l'innovation contemporaine. Cette tradition remonte à une époque où le bois n'était pas seulement un matériau de construction, mais aussi une ressource polyvalente utilisée dans tous les aspects de la vie quotidienne. Des maisons de montagne aux outils agricoles, le bois était omniprésent, taillé avec soin par des artisans talentueux dont le savoir-faire a été transmis de génération en génération. Aujourd'hui, l'industrie du bois suisse continue de prospérer en intégrant les techniques modernes tout en préservant les valeurs traditionnelles. La gestion durable des forêts, la préservation de la biodiversité et l'utilisation responsable des ressources sont au cœur de cette industrie. L'industrie du bois en Suisse, en plus de son riche héritage, contribue également de manière significative à l'économie nationale. Elle incarne un équilibre subtil entre tradition et modernité, entre préservation de l'environnement et progrès économique.

La forêt en Suisse couvre environ 1'320'000 hectares, soit près de 32 pourcents des 4'129'100 hectares de l'ensemble du territoire national, comparable à la moyenne européenne qui est de 32,2 pourcents. Cependant, cette couverture forestière est inégalement répartie sur l'ensemble du pays. Les régions montagneuses des Alpes et du Jura, présentent une concentration significative de forêts, en comparaison aux régions de plaines, où la concentration est moindre. La forêt compte plus de 530 millions d'arbres (dont 40 millions de bois mort), avec une densité de 367 m³ par hectares (volume du tronc et de l'écorce, sans les branches), légèrement supérieure à l'Allemagne (330), et largement supérieure à la France (157), et à la Suède (128). Avec un volume total de 450 millions de m³, la Suisse dispose d'une réserve de bois considérable. Des différences existent également en fonction de l'appartenance de ces forêts, avec une moyenne de 420 m³ par hectares pour les forêts privées, qui disposent d'un plus grand volume que les forêts publiques, avec une moyenne de 341 m³ par hectare. Le volume de bois n'est pas non plus équivalent dans toutes les régions de Suisse. Dans le Sud des Alpes, le volume est relativement faible, avec seulement 219 m³ par hectare, largement en-dessous de la moyenne suisse. Les forêts des Alpes, avec 318 m³ par hectare, et du Jura, avec 374 m³ par hectare, s'approchent de la moyenne nationale. Mais les volumes les plus importants se situent sur le Plateau, avec 440 m³ par hectare, et surtout dans les Préalpes, avec 469 m³ par hectare. Une différence qui provient principalement des différentes essences d'arbres, de l'âge des forêts, et de la déclivité. Avec son territoire alpin, près de 55 pourcents de la surface forestière suisse se situe à une altitude supérieure à 1000 mètres, et avec 59 pourcents se trouvant sur une pente avec une déclivité supérieure à 40 pourcents.

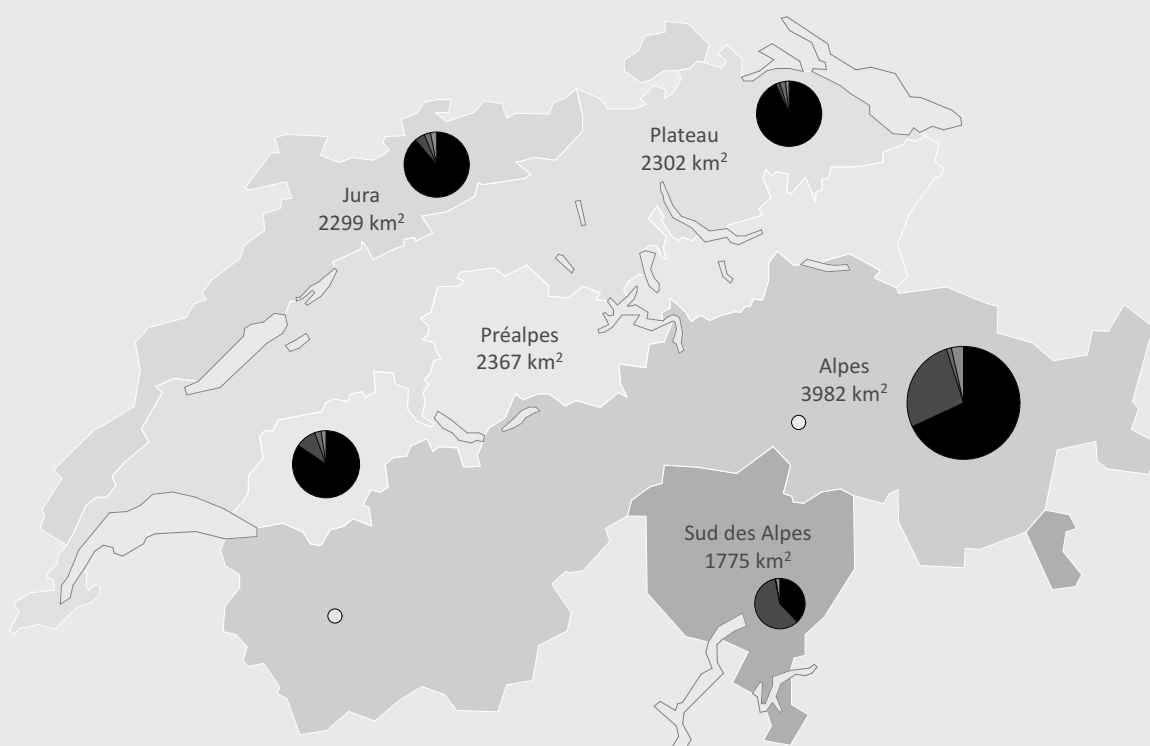
Les forêts suisses connaissent un processus de vieillissement croissant, dépassant le taux de renouvellement pour une production optimale d'environ cinquante à soixante ans. Actuellement, l'âge moyen des arbres dans ces forêts est d'environ 100 ans. Ce phénomène se caractérise par un déséquilibre marqué entre le nombre limité de jeunes forêts en développement et la prédominance d'un nombre excessif de vieilles forêts. Le cycle de vie des arbres en Suisse s'étend généralement sur une période allant de 60 à 120 ans. Notamment, 7 pourcents des forêts ont dépassé l'âge de 160 ans. Cette concentration d'arbres âgés contribue à la complexité de la gestion forestière, nécessitant une approche

attentive pour maintenir un équilibre durable, car si, pour la biodiversité une forêt vieillissante signifie richesse et développement, cela signifie également des problèmes conséquents pour une exploitation forestière efficace.

Âge de la forêt	0	0 à 41	41 à 80	81 à 121	121 à 160	>160	Variable	Total
Part de la forêt	1,7	19,2	17	18,1	12,6	6,8	24,6	100

Sources IFN4 2009 à 2017

La première colonne représente les surfaces forestières endommagées ou abattues, et la colonne «variable» représente toutes les forêts dont l'âge n'a pas clairement pu être défini ou alors où la différence d'âge est trop variable.

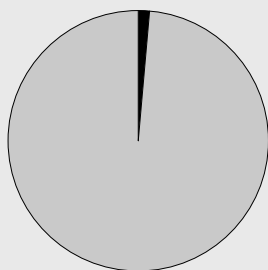


Source: WSL 2017

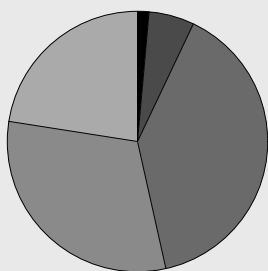
- Forêts exploitées: L'exploitation du bois est l'activité principale; le type et l'intensité de l'exploitation déterminent dans quelle mesure le développement de ces forêts est proche de l'état naturel.
- Forêts non exploitées: Ces surfaces ne sont plus exploitées depuis au moins 50 ans, la forêt s'y développe de façon largement naturelle.
- Réserves forestières spéciales: Des interventions sylvicoles ciblées visent à promouvoir des espèces animales et végétales déterminées, ou à préserver des formes traditionnelles d'exploitation
- Réserves forestières naturelles: Du fait de la renonciation complète à toute exploitation, ces zones protégées se développent de façon naturelle
- Forêts primaires: Aucune trace d'exploitation antérieure du bois sur moins de 0,01 de la surface forestière suisse

Appartenance des forêts

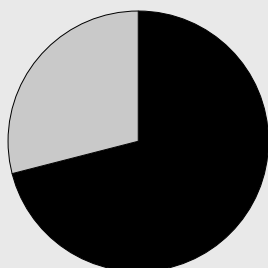
En Suisse, la propriété des forêts peut être publique ou privée. La gestion forestière est régie par des lois et des réglementations à différents niveaux, y compris au niveau fédéral et au niveau des cantons. La forêt appartient à 71 pourcents à des propriétaires publics, avec des proportions très différentes selon les cantons. Les 3'500 propriétaires représentent à peine plus d'un pourcent des 249'000 propriétaires forestiers suisses, avec une surface moyenne relativement importante de 260 hectares. La Confédération et les cantons ne possèdent que très peu de ces forêts publiques, et la majorité appartient aux communes et aux bourgeoisies, avec une faible part qui appartient à des corporations et des coopératives. Les 29 pourcents appartiennent donc à des propriétaires privés, principalement des particuliers, des coopératives, des sociétés, des exploitations agricoles, des fondations, des associations et des organisations. Avec une moyenne de 1,5 hectares par propriétaire, la surface des forêts privées est nettement inférieure à celles des forêts publiques.



●	Nombre de propriétaire privés	249'000
●	Nombre de propriétaires publics	3'500



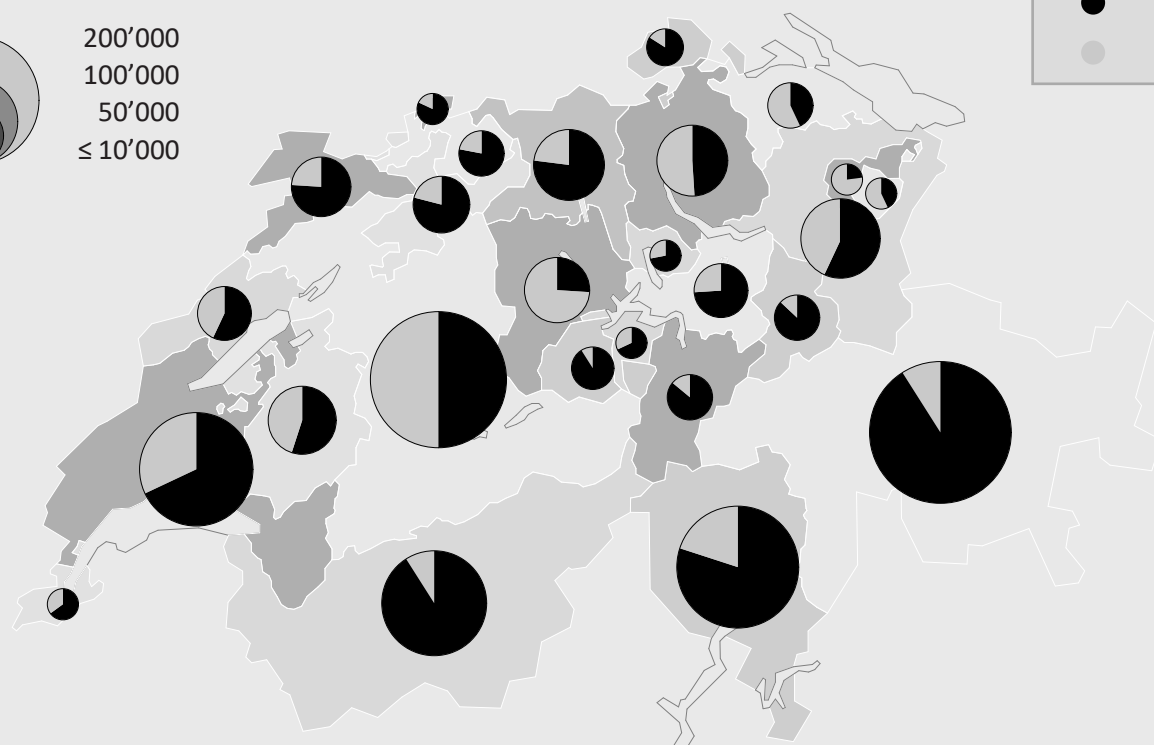
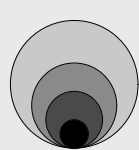
●	Confédération	1 %
●	Cantons	4 %
●	Communes	28 %
●	Bourgeoisies	22 %
●	Autres forêts publiques	16 %



●	Surface des propriétaires privés	382'800 ha
●	Surface des propriétaires publics	937'200 ha

Source: OFEV Rapport forestier 2015

Surface forestière en hectare



Source: OFS 2021

Exploitation de nos forêts

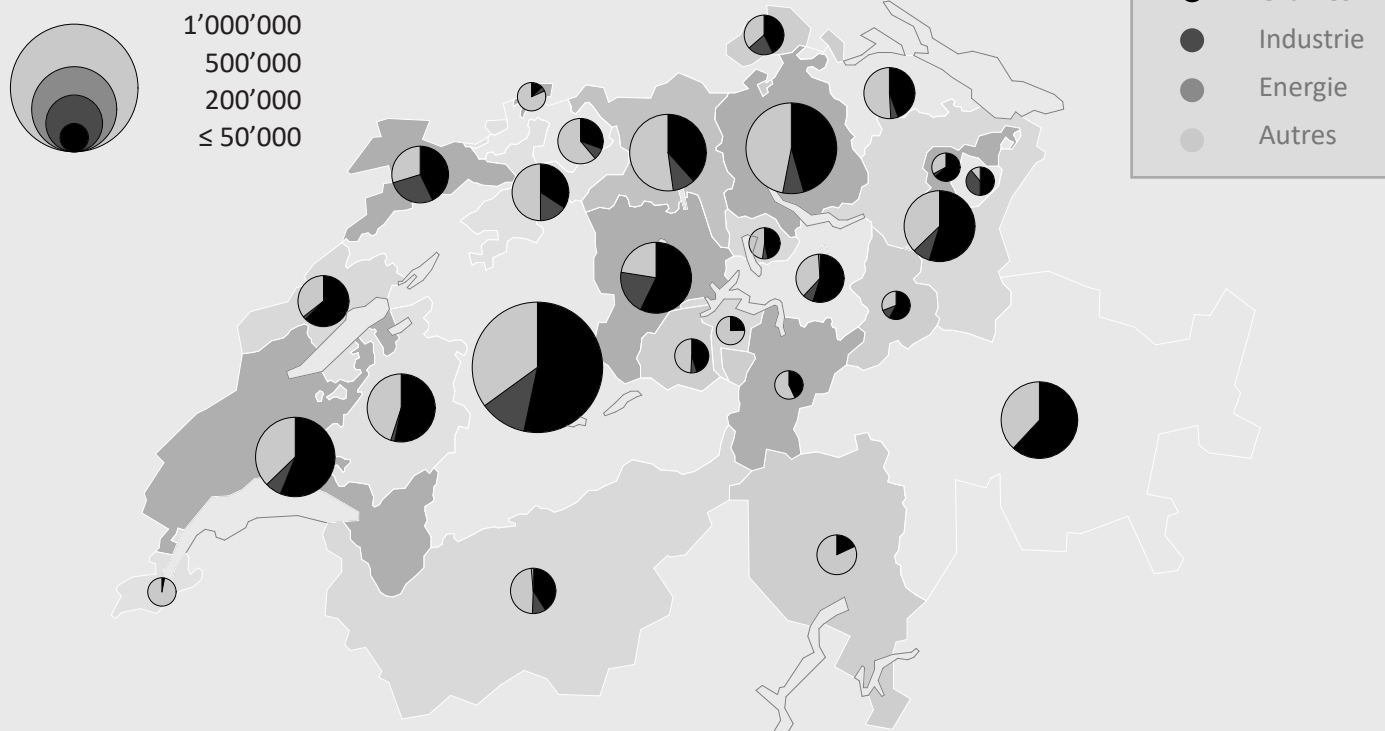
Près de 90 pourcents des forêts en Suisse sont exploitées, mais moins de la moitié parvient à se rentabiliser. La vente de bois est concurrencée par le marché étranger, avec des prix plus attractifs. La Suisse et son paysage montagneux, avec des pentes abruptes, engendre des difficultés d'exploitation et des coûts supplémentaires, avec un accès compliqué pour des machines forestières adaptées aux arbres de grandes dimensions des forêts suisses.

Les exploitations forestières abattent près de 5,9 millions de m³ de bois chaque année, quantité relativement stable depuis des décennies. Le bois de résineux est traditionnellement bien plus exploité que celui de feuillus, pour son utilisation dans la construction, et représente la plus grande partie de la récolte du bois. Les résineux sont deux fois plus exploités que les feuillus. Cependant, les proportions des essences abattues ont subi des modifications significatives, avec une part beaucoup plus importante accordée aux feuillus. Le bois de chauffage, dont les prix sont en baisse constante, connaît une exploitation croissante, tandis que le bois de grume, confronté à une concurrence étrangère moins coûteuse, est en déclin notable.

En 2022, le canton qui a le plus produit de bois est Berne, avec plus d'un million de m³, suivi de Zürich et de Vaud, qui dépassent tous les deux les 400'000 m³, et viennent ensuite les Grisons et Argovie, avec environ 370'000 m³. Les régions du Plateau et du Jura sont bien plus exploitées que les régions alpines.

Les deux tiers de ce bois proviennent de forêts publiques, avec plus de 700 entreprises et services publics, et 850 entrepreneurs privés. Beaucoup de particuliers, notamment des agriculteurs, entretiennent et exploitent encore personnellement leurs surfaces forestières. La branche de l'exploitation emploie près de 6200 personnes, alors que le secteur des premières transformations regroupe 7500 personnes. L'industrie du bois dans sa globalité représente plus de 100'000 personnes.

Récolte de bois en m³



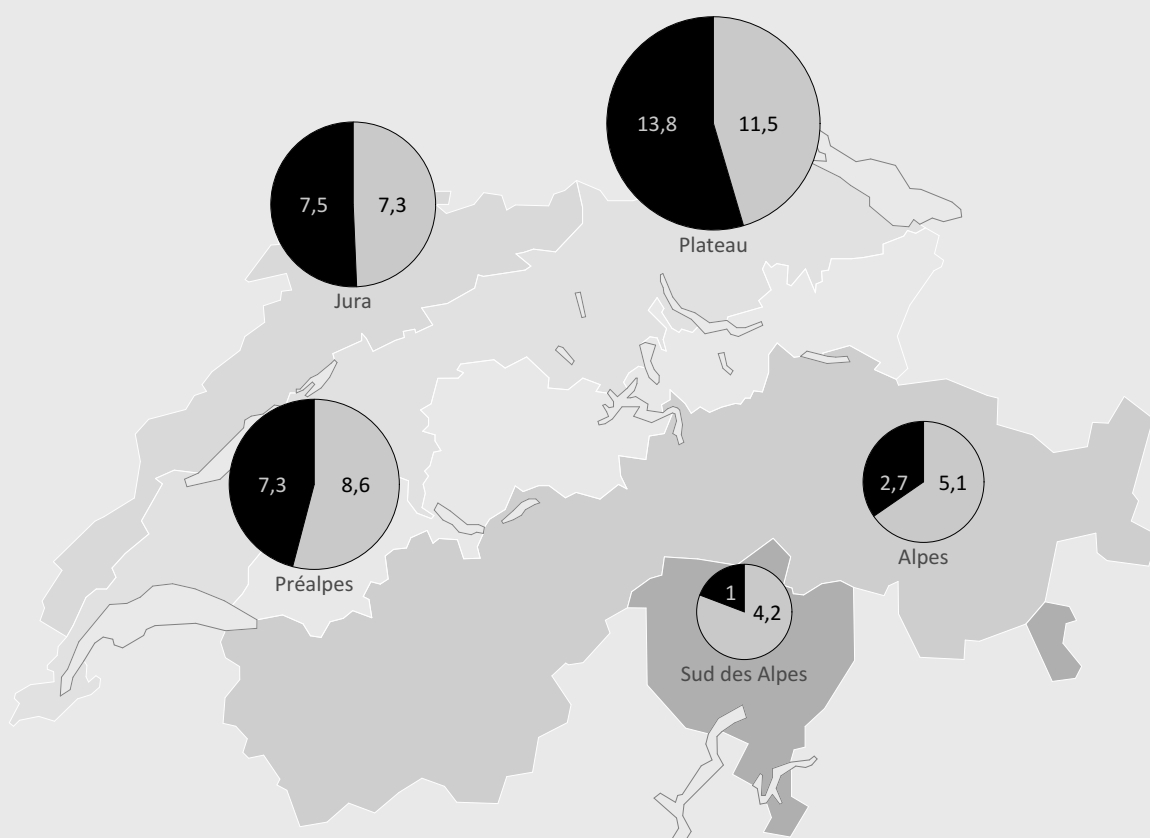
Source: OFS 2022

Croissance

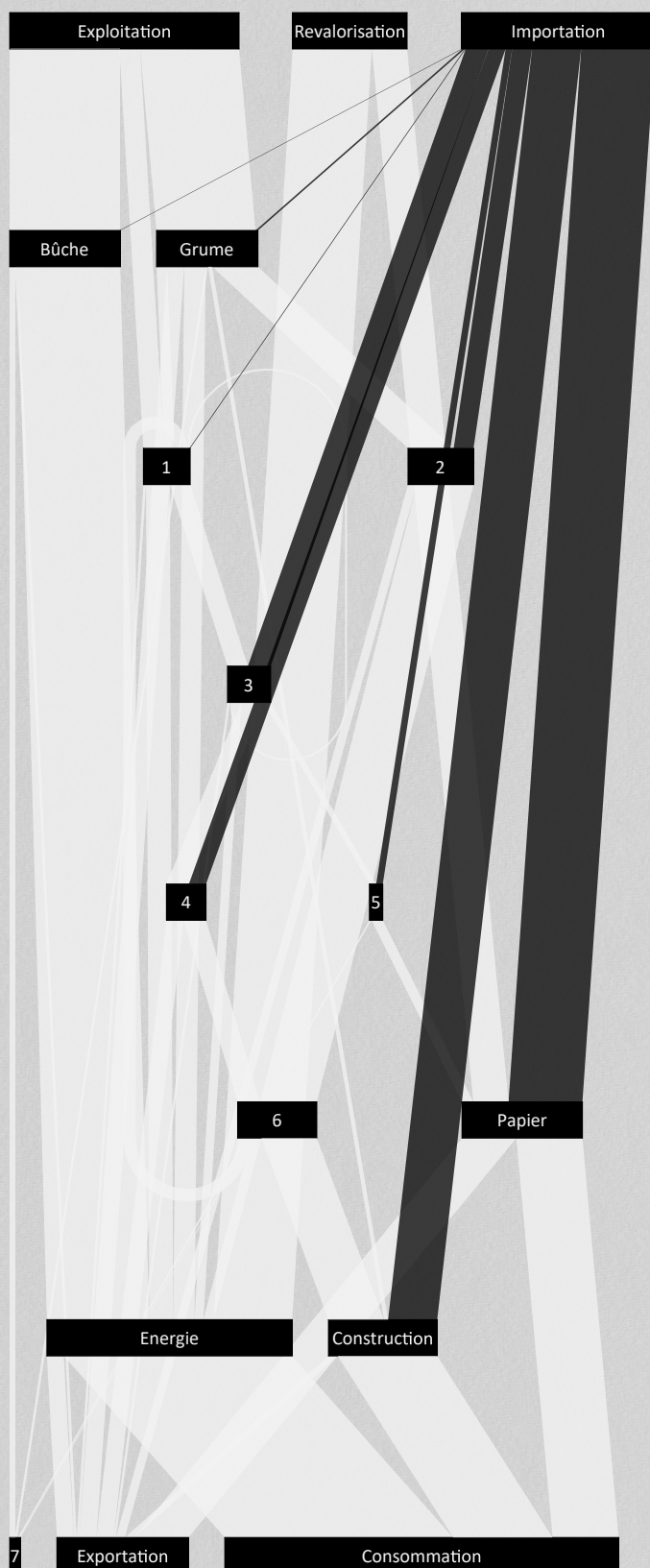
La croissance de la forêt est influencée par divers facteurs, comme les conditions climatiques, la politique forestière, l'exploitations des terres, et des phénomènes naturels. Le volume de bois exploité est inférieur à celui qui repousse, et la surface forestière n'a cessé de croître depuis ces 150 dernières années. Alors qu'elle représentait moins de 20 pourcents de la surface du pays en 1850, elle couvre désormais 32 pourcents du territoire. Depuis la loi de 1876 sur la protection de la forêt, et le délaissement des régions agricoles alpines coûteuses à exploiter, la forêt peu à peu repris du terrain, notamment en montagne. Les Alpes et le Sud des Alpes ont connu la plus grande croissance de la surface forestière, alors qu'elle n'a que très peu changé dans le Jura, et a même reculé sur le Plateau. Elle a principalement augmenté sur des altitudes supérieures à 1200 m. Les surfaces agricoles alpines, peu rentables et difficiles d'accès, ont été abandonnées pour des terres économiquement plus viables. Avec une exploitation sylvicole difficile dans ces coins reculés, la densité de la forêt a augmenté, avec un volume de bois mort conséquent.

L'accroissement du volume est de plus 10 millions de m³ par année, largement supérieur au volume exploité, ce qui engendre une augmentation des réserves et de la surface forestière de la superficie du lac Léman tous les 30 ans. En 1950, le volume de bois n'était que de 250 m³ par hectare, soit 30 pourcents de moins que la moyenne actuelle. La faible exploitation de la forêt et la quantité d'azote dans l'atmosphère favorisent la croissance des arbres. Mais un trop grand volume de bois par hectare peut entraîner des conséquences négatives sur la production de bois et sur la santé globale de la forêt, avec une trop forte concurrence entre les espèces, un risque augmenté de transmission des maladies et une plus grande fragilité face aux tempêtes et aux incendies.

La carte suivante présente le bilan de chaque région entre le volume en m³ d'accroissement par hectare et le volume exploité. L'accroissement du volume de bois est essentiellement dû aux Alpes et aux Préalpes. Le Plateau où se concentre la majeure partie de l'activité, malgré l'accroissement le plus élevé, ne compense pas de volume d'exploitation considérable. Pour la Suisse entière, le volume s'accroît de 7,4 m³ par hectare, pour une exploitation de 6,6 m³.



Source: OFS 2022



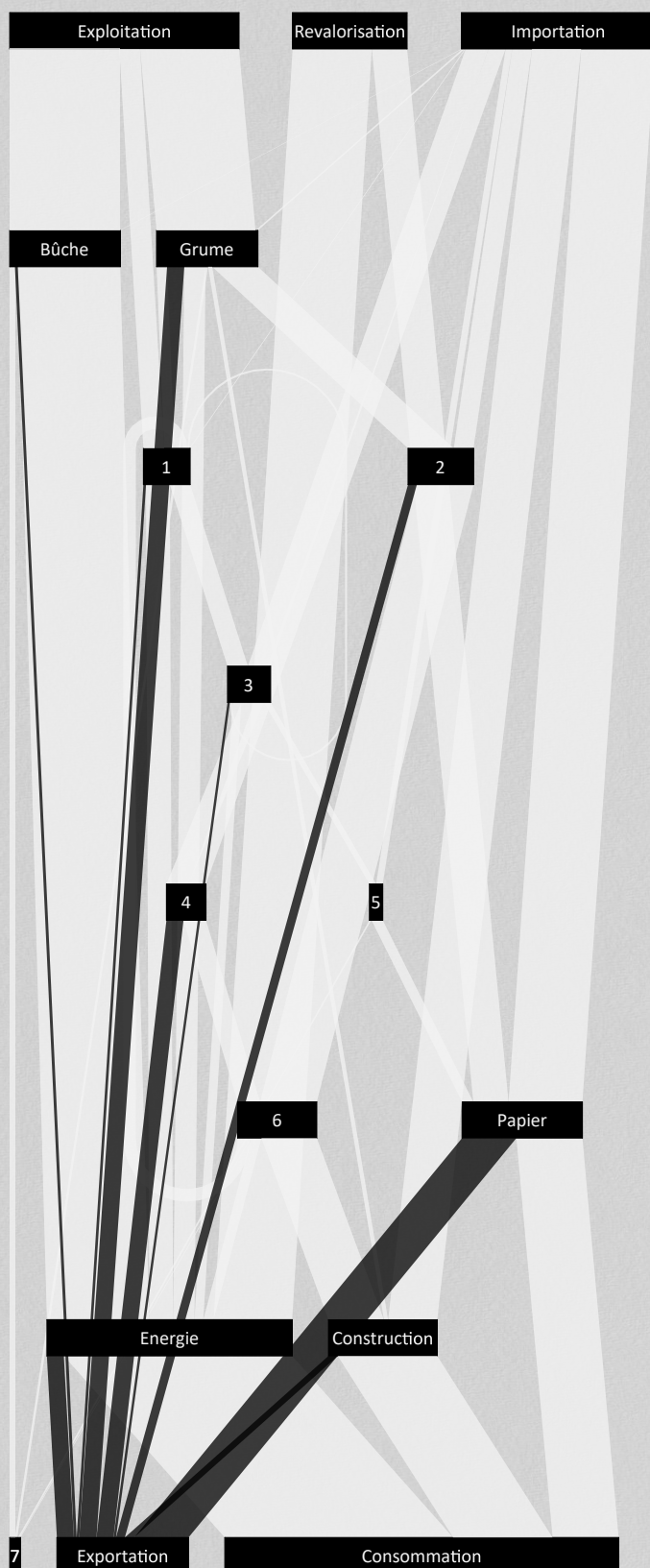
1 Bois d'industrie 2 Sciages, placages, contreplaqués 3 Bois d'industrie, seconde transformation

4 Panneaux de particules et panneaux de fibres 5 Pâte à papier et cellulose 6 Produits semi-finis 7 Pertes

Le schéma du flux du bois, établi à partir des données de l'Office fédérale des statistiques en 2021, montre les différents volumes de bois utilisés dans les différentes filières, allant de l'exploitation jusqu'à l'utilisation finale du bois, et de tous les produits dérivés.

Le volume d'importation total est pratiquement aussi élevé que le volume de l'exploitation. Il est étonnant de constater que dans un pays aussi fortement boisé que la Suisse, elle n'est pas auto-suffisante dans la ressource bois.

L'importation occupe une place considérable dans tous ces échanges. Elle regroupe principalement des produits finis ou semi-finis, mais finalement très peu de ressources primaires.



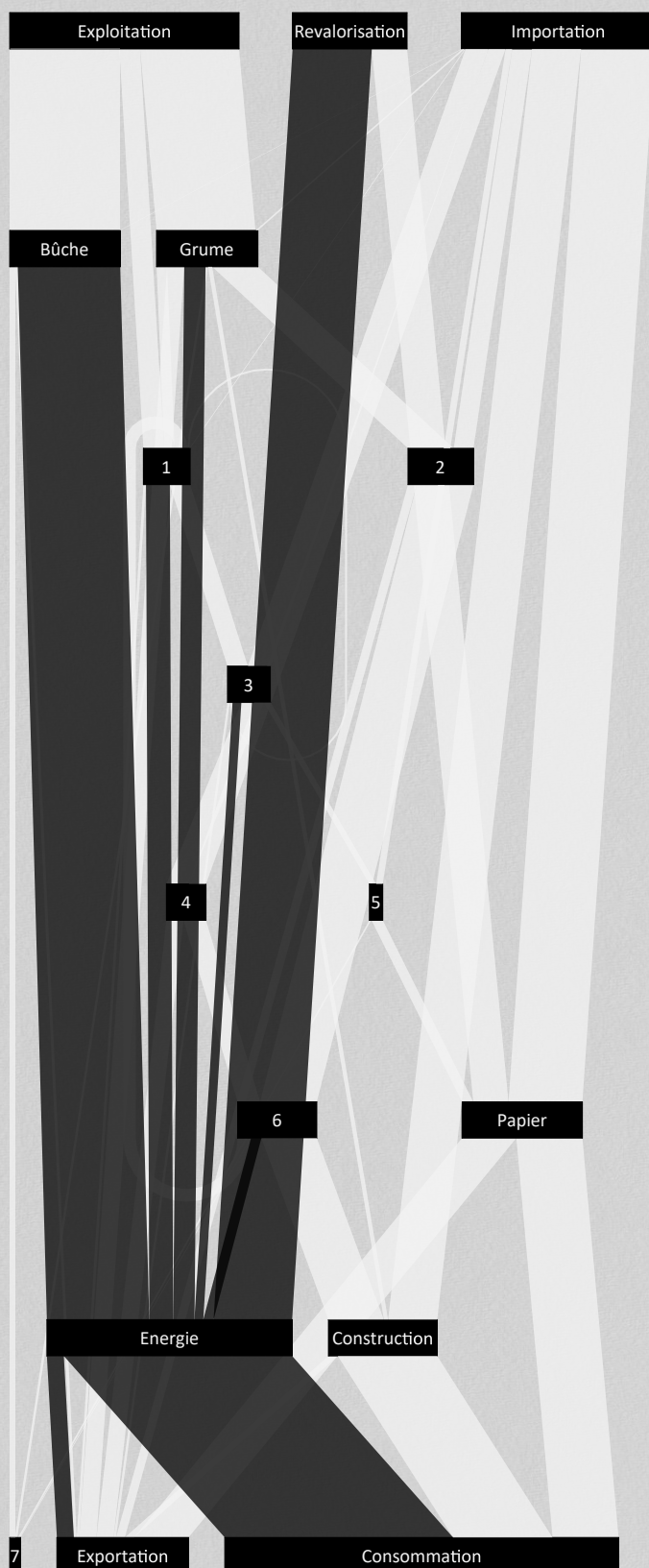
1 Bois d'industrie 2 Sciages, placages, contreplaqués 3 Bois d'industrie, seconde transformation

4 Panneaux de particules et panneaux de fibres 5 Pâte à papier et cellulose 6 Produits semi-finis 7 Pertes

L'exportation est légèrement plus faible que l'importation, mais reste cependant relativement importante. En revanche, il s'agit cette fois principalement des produits de base, à l'exception du papier.

L'aspect le plus surprenant est peut-être la quantité de bois de grume qui part à l'étranger, en partie avec les exploitations à proximité des frontières, mais pas uniquement, avec des distances parfois bien plus importantes.

Avec un prix du bois aussi faible, une grande partie du bois, notamment de feuillus, complètement dévalorisé, est destiné à partir pour de l'exportation.



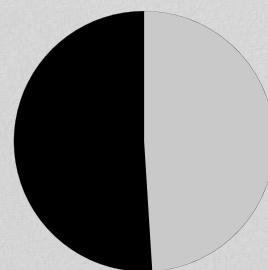
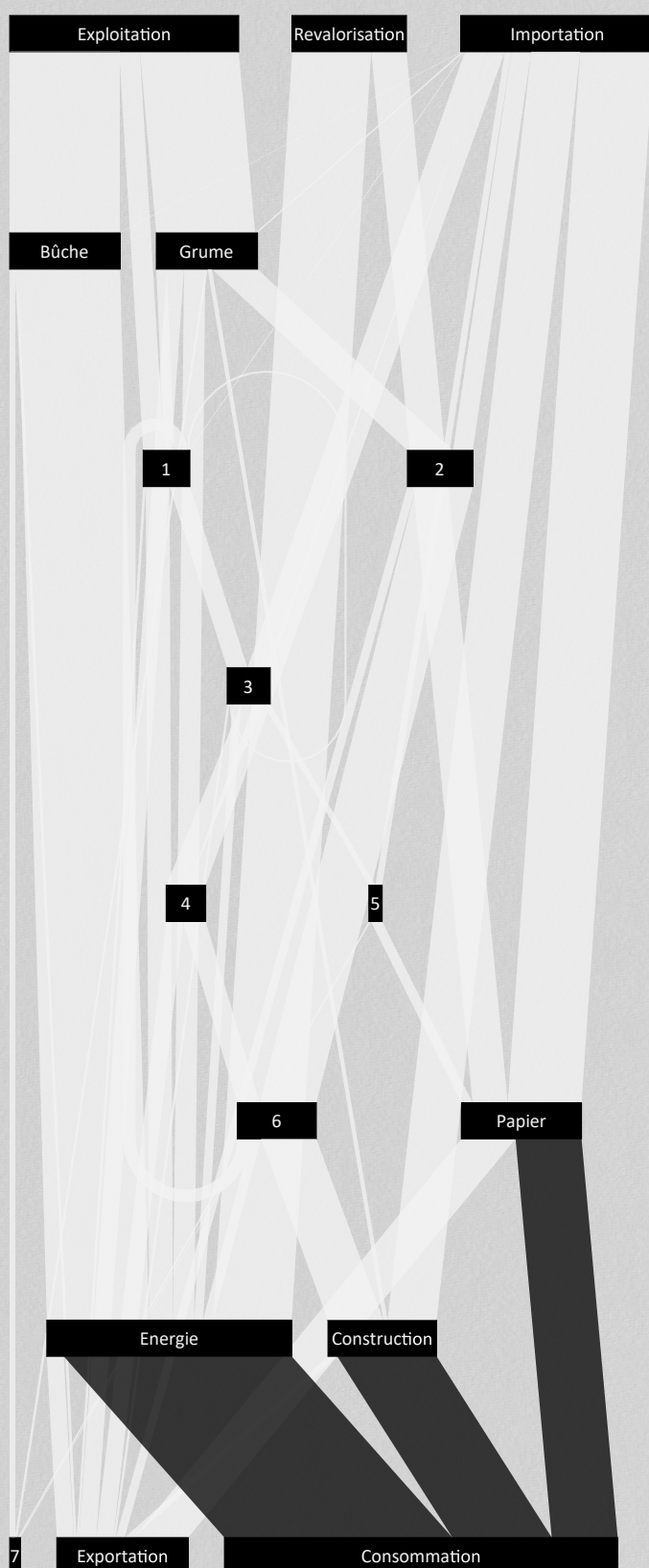
1 Bois d'industrie 2 Sciages, placages, contreplaqués 3 Bois d'industrie, seconde transformation

4 Panneaux de particules et panneaux de fibres 5 Pâte à papier et cellulose 6 Produits semi-finis 7 Pertes

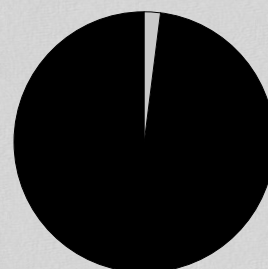
La consommation du bois démontre bien à quel point le bois d'énergie a pris une importance considérable dans l'utilisation que l'on a du bois en Suisse. S'il était devenu rare de se chauffer au bois, avec l'arrivée des énergies fossiles comme le charbon, puis ensuite le pétrole, il est désormais revenu comme un moyen de chauffage intéressant, notamment à cause de son coût qui a fortement diminué.

S'il est vrai que brûler du bois permet d'économiser une quantité considérable de CO₂ émise, près de la moitié de ce volume de bois est constitué de bois neuf. Il est évident que malgré son aspect neutre en carbone, il pourrait servir à d'autres intérêts avant de finir en combustion.

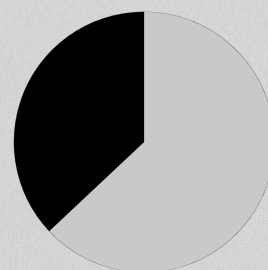
La deuxième grande partie de ce bois d'énergie provient de la revalorisation du vieux bois de construction, qui est pratiquement entièrement destiné à finir pour la production de chaleur.



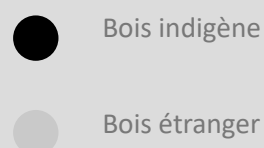
Bois consommé



Bois d'énergie



Constructions et autres utilisations

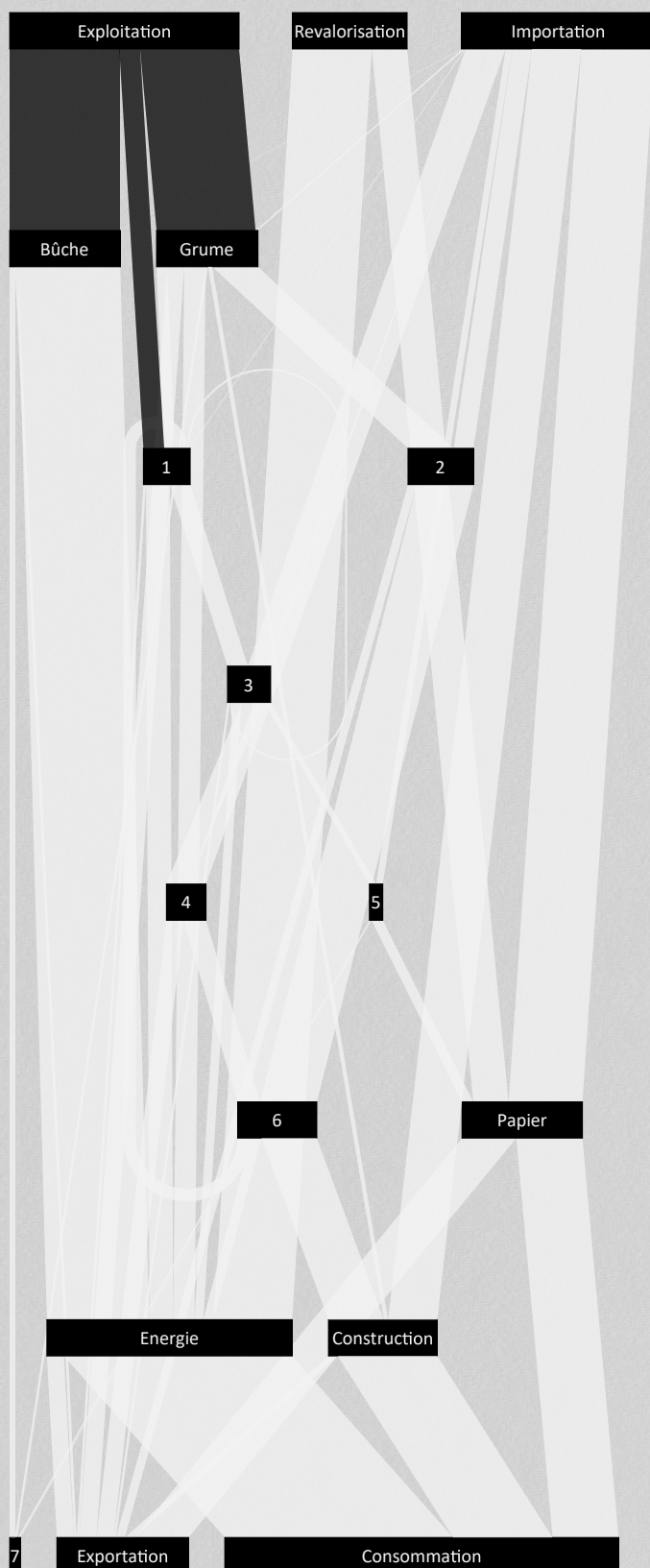


Sources: OFEV 2013

Il est de frappant de constater à quel point le marché suisse est inondé de produits de construction d'origine étrangère

1 Bois d'industrie 2 Sciages, placages, contreplaqués 3 Bois d'industrie, seconde transformation

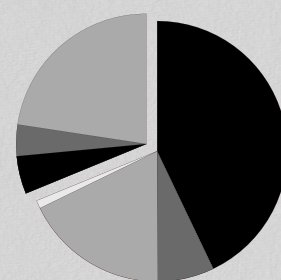
4 Panneaux de particules et panneaux de fibres 5 Pâte à papier et cellulose 6 Produits semi-finis 7 Pertes



- 1 Bois d'industrie 2 Sciages, placages, contreplaqués 3 Bois d'industrie, seconde transformation
 4 Panneaux de particules et panneaux de fibres 5 Pâte à papier et cellulose 6 Produits semi-finis 7 Pertes

L'exploitation de la forêt en Suisse se concentre principalement dans deux secteurs: le bois d'énergie et le bois de grume, qui servira à l'élaboration de matériaux de construction, de meubles, et tout autre produits du bois. Ces deux secteurs sont pratiquement à part égale.

Feuillus Résineux



Récolte de bois



Sources: OFS 2019

La grande majorité du bois de sciage se compose de bois de résineux, alors que la part de bois de chauffage est relativement équilibrée entre les deux types d'essences.



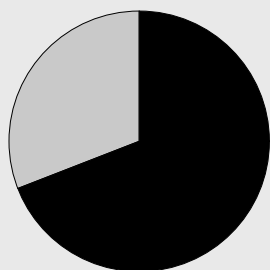
Figure 8 Dans les Alpes la croissance des forêts est considérable, et la différence est flagrante entre ces deux photos. Une clairière dans le Val de Cafegns dans les Grisons en 1989, avec les lisières qui disparaissent peu à peu et en 2000 avec la construction pratiquement complètement dissimulée derrière les arbres. L'augmentation du volume de bois combinée à l'accroissement des surfaces forestières engendrent une augmentation des réserves de bois considérables avec un fort potentiel encore inexploité.

Diversité des espèces

La Suisse est caractérisée par une grande diversité climatique et topographique en raison de son relief montagneux, de ses vallées profondes, et de ses glaciers. Les Alpes occupent une grande partie du territoire. En raison de son relief varié, la Suisse connaît une diversité de climats. Les régions alpines ont un climat alpin avec des hivers froids et des étés frais, tandis que les plaines et les vallées peuvent avoir des climats plus doux et des saisons distinctes. Les régions méridionales, comme le canton du Tessin, bénéficient d'un climat plus méditerranéen. Les vallées encaissées et les versants montagneux créent des microclimats distincts. Certaines vallées peuvent être plus chaudes et abriter des conditions climatiques spécifiques, tandis que les versants exposés au nord ou au sud peuvent avoir des caractéristiques climatiques différentes. L'altitude varie considérablement, allant des vallées à quelques centaines de mètres d'altitude aux sommets alpins qui dépassent les 4'000 mètres.

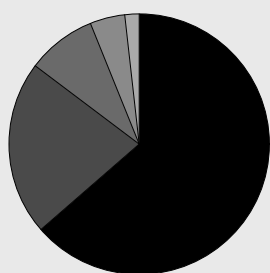
La Suisse abrite une grande diversité d'espèces d'arbres en raison de ses conditions climatiques et topographiques variées. On estime qu'il existe environ 60 à 70 espèces d'arbres indigènes, sans compter les espèces exotiques qui peuvent également être présentes. Une différence conséquente existe entre différentes essences d'arbres. Les résineux constituent la plus grande partie du volume, avec environ 68 pourcents, alors que les feuillus ne représentent que 32 pourcents. Mais cette répartition dépend très fortement de l'altitude, ainsi les résineux représentent presque la totalité des essences dans les Alpes, alors que les feuillus dépassent parfois les résineux dans des régions du Plateau ou du Jura. Les proportions de feuillus ont tendance à augmenter relativement vite avec le réchauffement climatique, qui entraîne une appropriation des régions montagneuses par les essences de résineux; l'altitude étant contrée par des températures plus élevées. L'épicéa (sapin rouge) est très largement l'essence de bois la plus représentée, avec environ 43 pourcents du volume de bois national. Les résineux suivants sont le sapin blanc avec 15 pourcents, et le mélèze avec 6 pourcents. Le feuillus le plus représenté est le hêtre avec environ 18 pourcents, suivi du frêne avec 4 pourcents, et de l'érable avec 3 pourcents. L'épicéa, le sapin, et le hêtre représentent à eux trois plus de 80 pourcents de la forêt suisse, et resteraient les essences principales même sans influence humaine.

Les forêts primaires ne sont plus que 2 sur le territoire, avec la forêt de Derborence, dans le Valais, avec plus ou moins 25 hectares et des sapins vieux de 450 ans, et la forêt de Brigels dans les Grisons, avec seulement 10 hectares, pour moins de 0,01 pourcents de la forêt suisse.



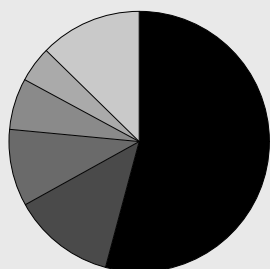
Forêt suisse

●	Bois de résineux	32 %
●	Bois de feuillus	68 %



Résineux

●	Epicéa (sapin rouge)	43 %
●	Sapin blanc	15 %
●	Mélèze	6 %
●	Pin sylvestre	3 %
●	Autres résineux	1 %



Feuillus

●	Hêtre	18 %
●	Frêne	4 %
●	Erable	3 %
●	Chêne	2 %
●	Châtaigner	1 %
●	Autres feuillus	4 %

Source: WSL 2013

Pour élaborer un projet d'architecture en bois qui respecte à la fois les critères esthétiques, structurels et environnementaux, une connaissance approfondie des différentes essences de bois disponibles en Suisse est indispensable. Chaque type de bois possède des caractéristiques uniques qui influencent sa texture, sa couleur, sa durabilité et son comportement face aux conditions climatiques. Comprendre où et comment chaque essence pousse permet de sélectionner le matériau le plus adapté pour chaque élément du projet.

Epicéa (*Picea Abies*)

L'épicéa, également connu sous le nom de sapin rouge en raison de la teinte rougeâtre de son écorce, a toujours été hautement prisé dans le domaine de la construction en raison de sa croissance rapide, de sa pousse verticale, et de sa tolérance aux conditions environnementales. Bien que l'épicéa prospère à travers tout le pays, à l'exception du Sud des Alpes, il démontre une aversion pour les climats chauds et subit difficilement le changement climatique. Ses racines peu profondes le rendent vulnérable aux tempêtes.

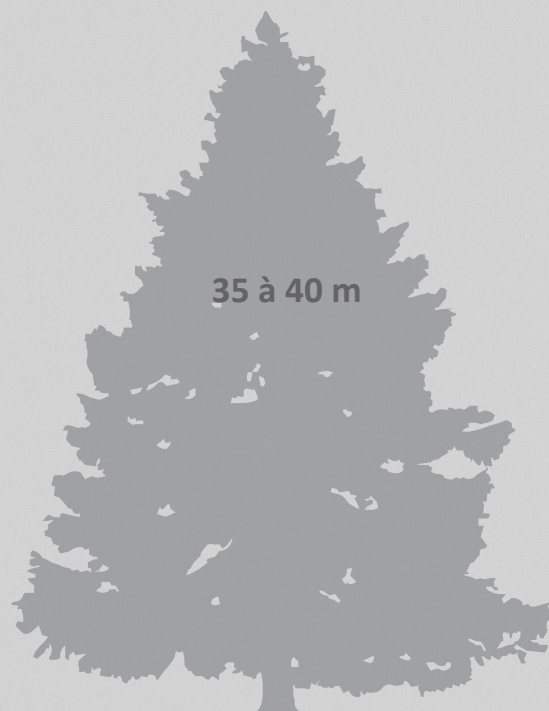
Poids vert: 0,84 kg par dm³

Poids séché à l'air: 0,47 kg par dm³

Altitude: 250 à 2500 mètres

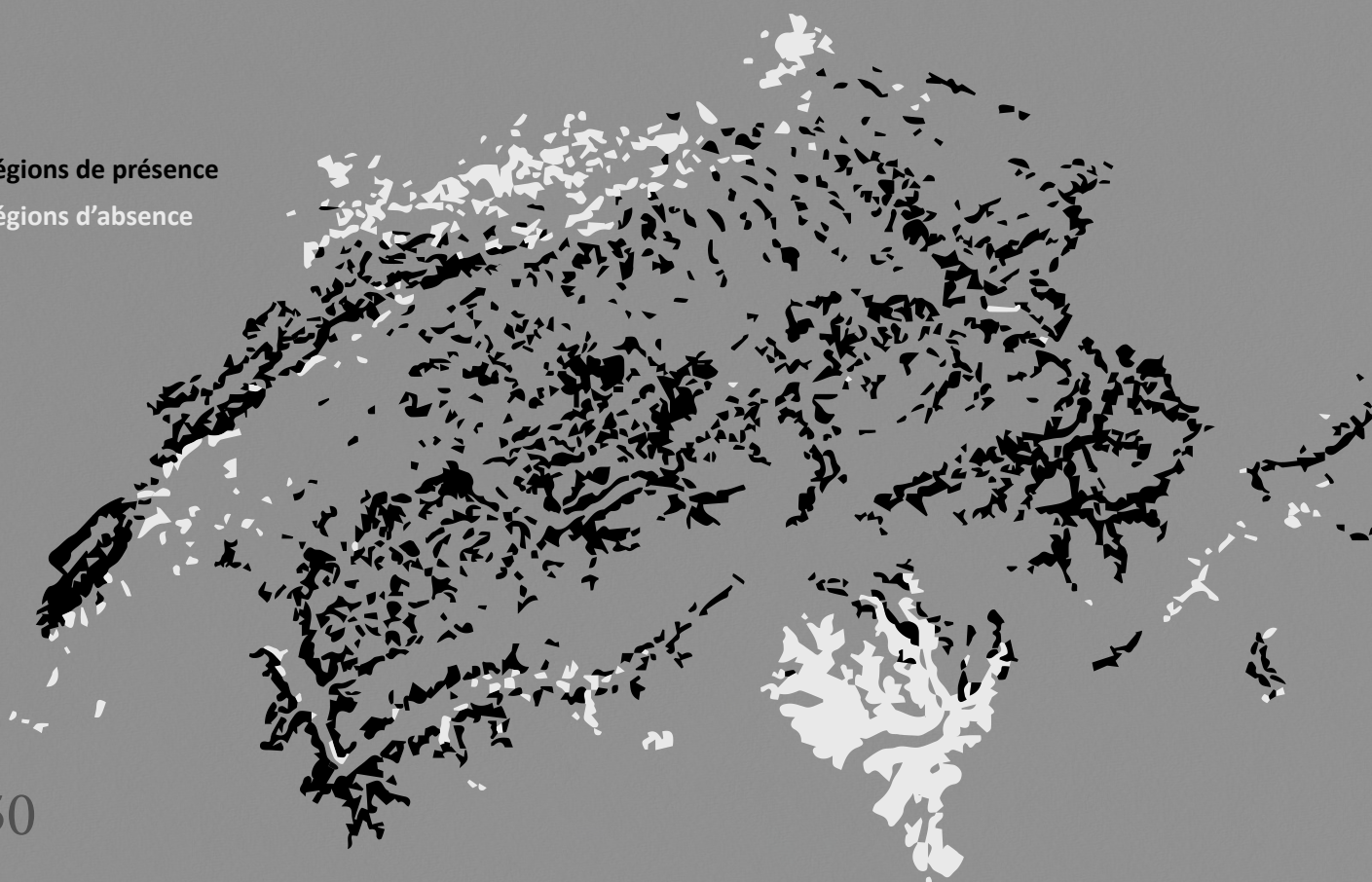
Nombre: 199'666'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois résistant, tendre, léger, facile à travailler, imprégnation difficile, peu durable en extérieur sans traitement préventif



Régions de présence

Régions d'absence



Sapin Blanc (*Abies Alba*)

Le sapin blanc, prospère dans des sols lourds grâce à ses racines pivotantes, ce qui lui confère une importance écologique significative dans des zones particulièrement délicates. On peut l'observer dans l'ouest du Jura, sur le Plateau central, et dans les Préalpes. Doté d'une grande tolérance à l'ombre, il démontre sa capacité à se développer sans nécessiter une exposition intensive à la lumière. Ne poussant pas à très haute altitude il est absent des Alpes.

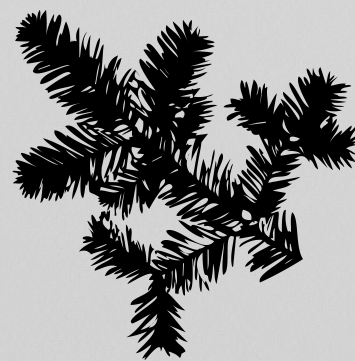
Poids vert: 0,94 kg par dm³

Poids séché à l'air: 0,45 kg par dm³

Altitude: 600 à 1200 mètres

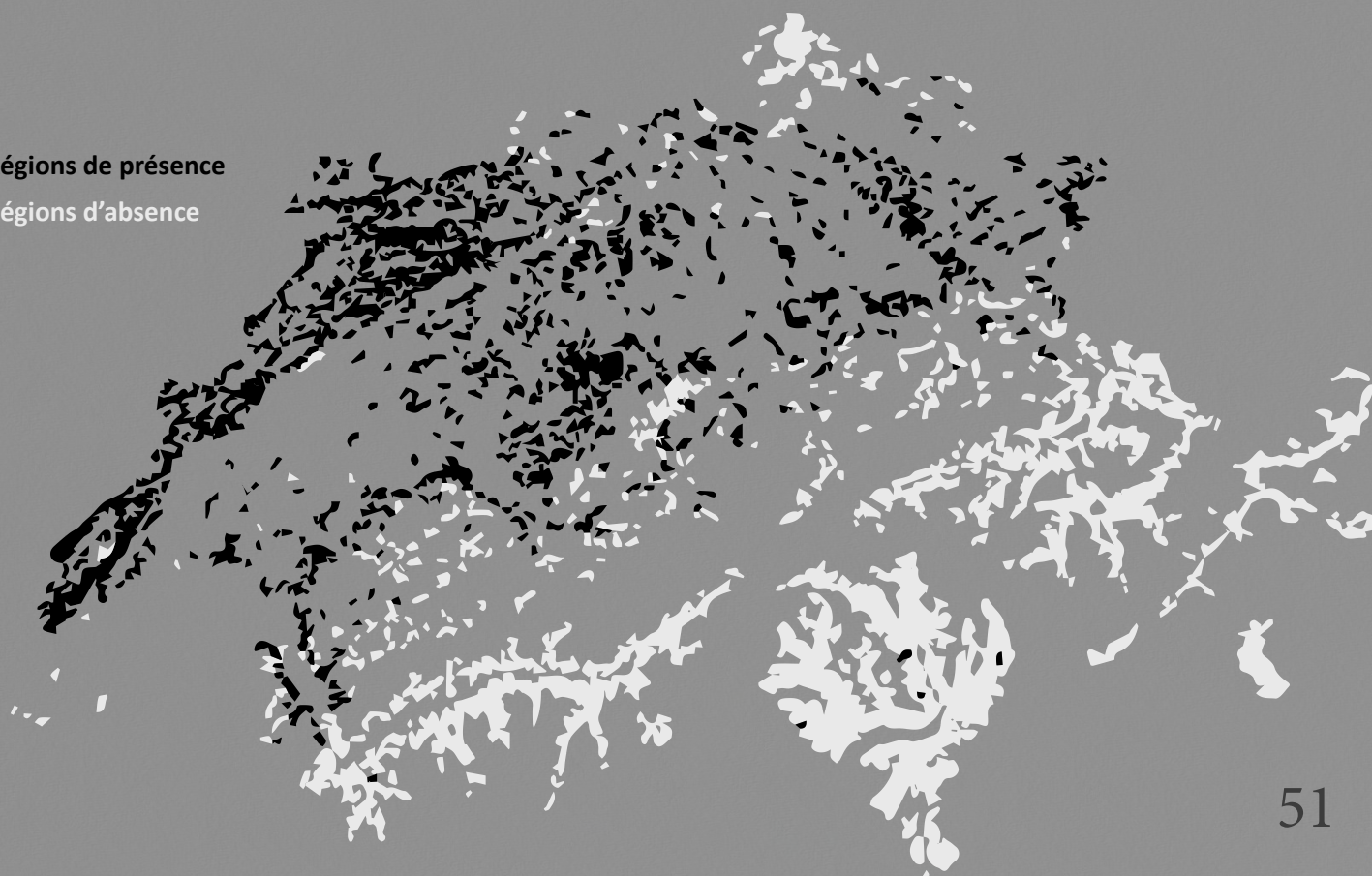
Nombre: 60'081'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois tendre, facile à travailler, imprégnation facile à moyenne, peu durable en extérieur sans traitement préventif



Régions de présence

Régions d'absence



Pin sylvestre (*Pinus Silvestris*)

Le pin sylvestre est très présent en Valais, mais également dans les Alpes orientales, ainsi que dans le nord de la Suisse et le Jura, jusqu'à 2100 mètres d'altitude. Une essence coriace et robuste, qui n'a pas besoin de grand-chose pour vivre, sauf de la lumière; il pousse dans des endroits difficiles où les autres espèces seraient incapables de survivre. Il peut vivre très longtemps même dans des endroits très défavorables. Son besoin de lumière le rend très peu coriace face à la concurrence.

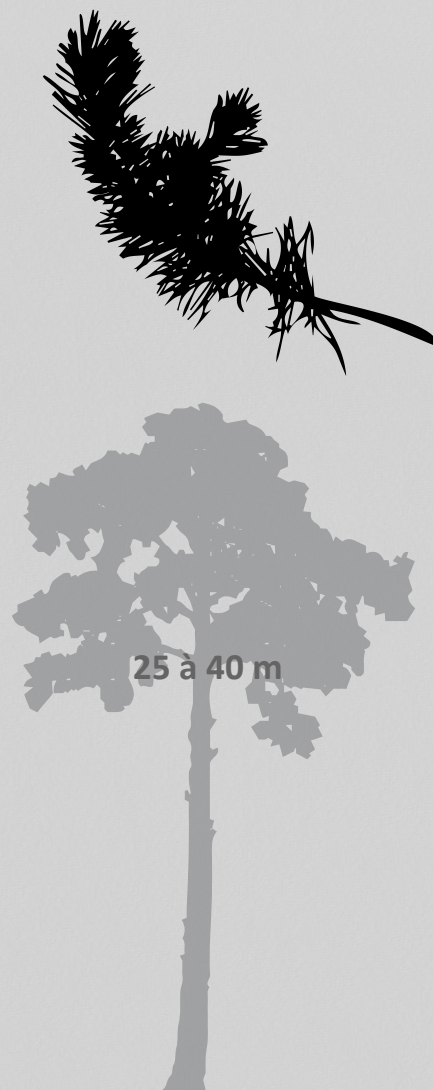
Poids vert: 0,85 kg par dm³

Poids séché à l'air: 0,52 kg par dm³

Altitude: jusqu'à 2100 mètres

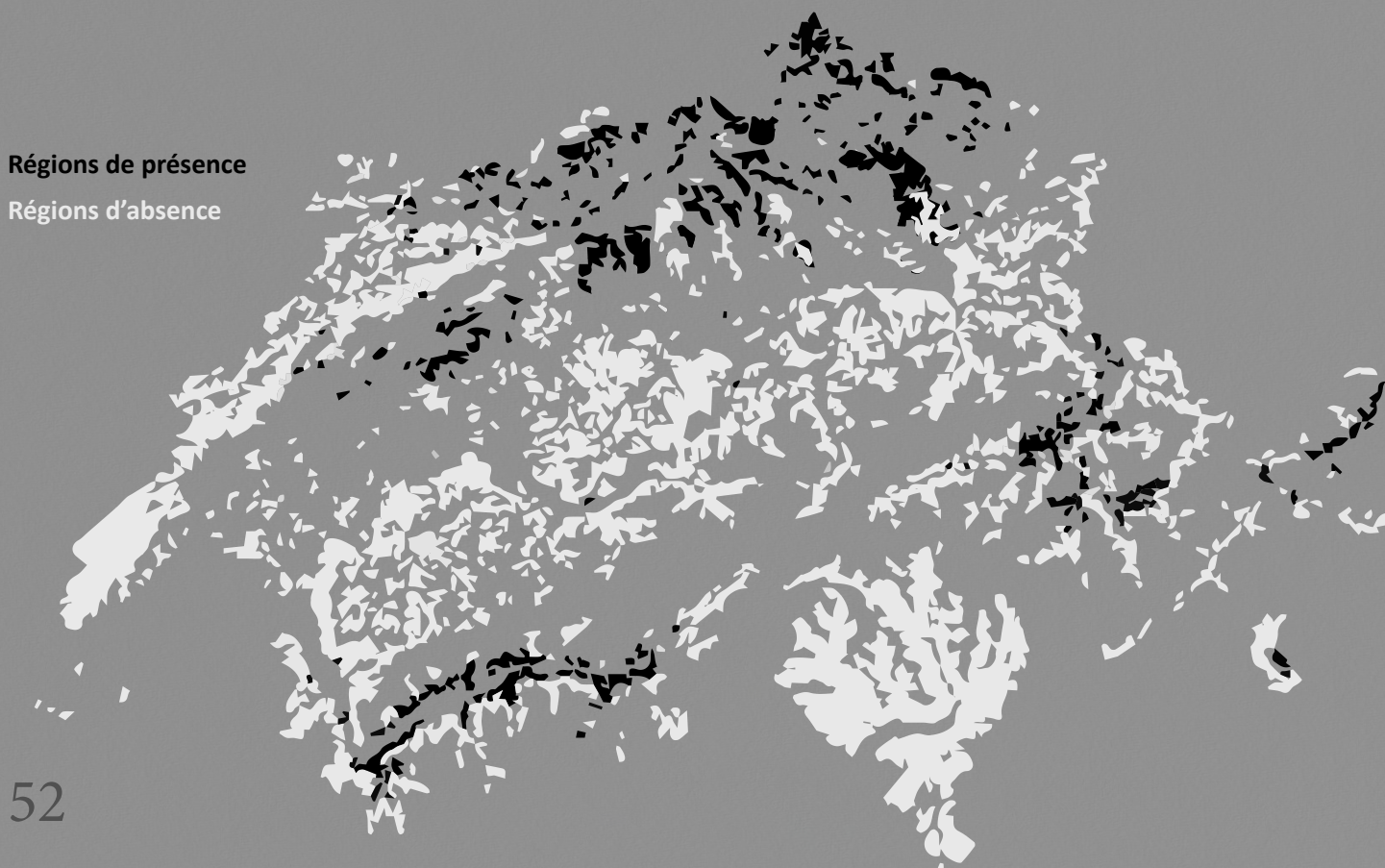
Nombre: 23'039'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois tendre, sèche vite et bien, facile à travailler, imprégnation facile à moyenne, peu durable en extérieur sans traitement préventif



Régions de présence

Régions d'absence



Mélèze (*Larix Decidua*)

Le mélèze, parmi les plus anciennes espèces au monde, trouve son habitat exclusivement dans le Valais, le Tessin et les Grisons. Il s'épanouit principalement au-delà de 1400 mètres d'altitude, exigeant une abondance de lumière, ce qui le classe parmi les arbres nécessitant le plus d'ensoleillement. Il est très peu présent en dehors des Alpes. Unique parmi les conifères, le mélèze renouvelle ses aiguilles chaque année et présente un feuillage non persistant. Il se distingue également en tant que l'un des bois résineux les plus lourds et les plus durs.

Poids vert 0,80 kg par dm³

Poids séché à l'air: 0,59 kg par dm³

Altitudes: 1400 à 2400 mètres

Nombre: 21'105'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois mi-dur, lourd, facile à travailler, imprégnation moyenne à difficile, moyennement durable



Régions de présence

Régions d'absence



Sapin de Douglas (*Pseudotsuga Menziesii*)

Les variétés d'arbres exotiques bénéfiques pour l'économie sylvicole n'ont été introduites en Suisse qu'entre les 18e et 19e siècles, notamment le sapin Douglas originaire d'Amérique du Nord. Ces essences ont été plantées en réponse à une pénurie généralisée de bois à partir de la moitié du 19e siècle. Bien que leur présence soit demeurée marginale jusqu'à aujourd'hui, le Douglas pourrait rivaliser avec l'épicéa grâce à sa croissance rapide, tant en hauteur qu'en diamètre. Le plus haut arbre en Suisse est un Douglas de 61 mètres.

Poids vert: 0,80 kg par dm³

Poids séché à l'air: 0,51 kg par dm³

Altitude: 500 à 900 mètres

Nombre: 870'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois mi-dur, facile à travailler, imprégnation moyenne à difficile, moyennement durable en extérieur



Régions de présence

Régions d'absence



Hêtre (*Fagus Silvatica*)

Le hêtre occupe une place prépondérante au sein des forêts suisses. Il pousse dans des forêts de feuillus ou mixtes jusqu'à une altitude de 1400 mètres. Sans intervention humaine, le hêtre serait l'essence la plus répandue. Le renouvellement naturel des forêts en Suisse et le réchauffement climatique entraînent une propagation croissante du hêtre. Il est aujourd'hui fréquemment utilisé comme bois de chauffage parce qu'il brûle longtemps et doucement et parce qu'il est peu demandé autrement.

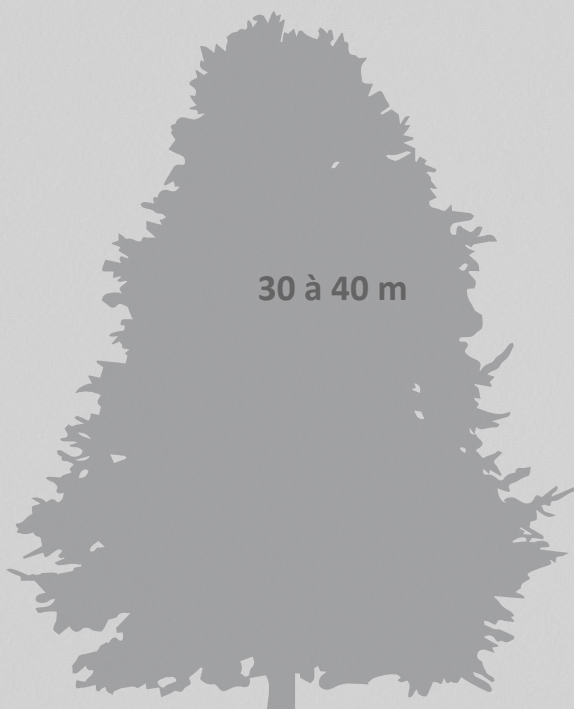
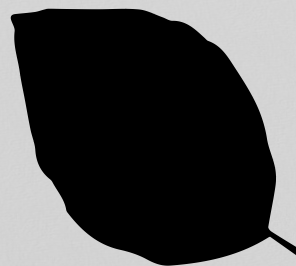
Poids vert: 1,00 kg par dm³

Poids séché à l'air: 0,72 kg par dm³

Altitude: Jusqu'à 1400 m

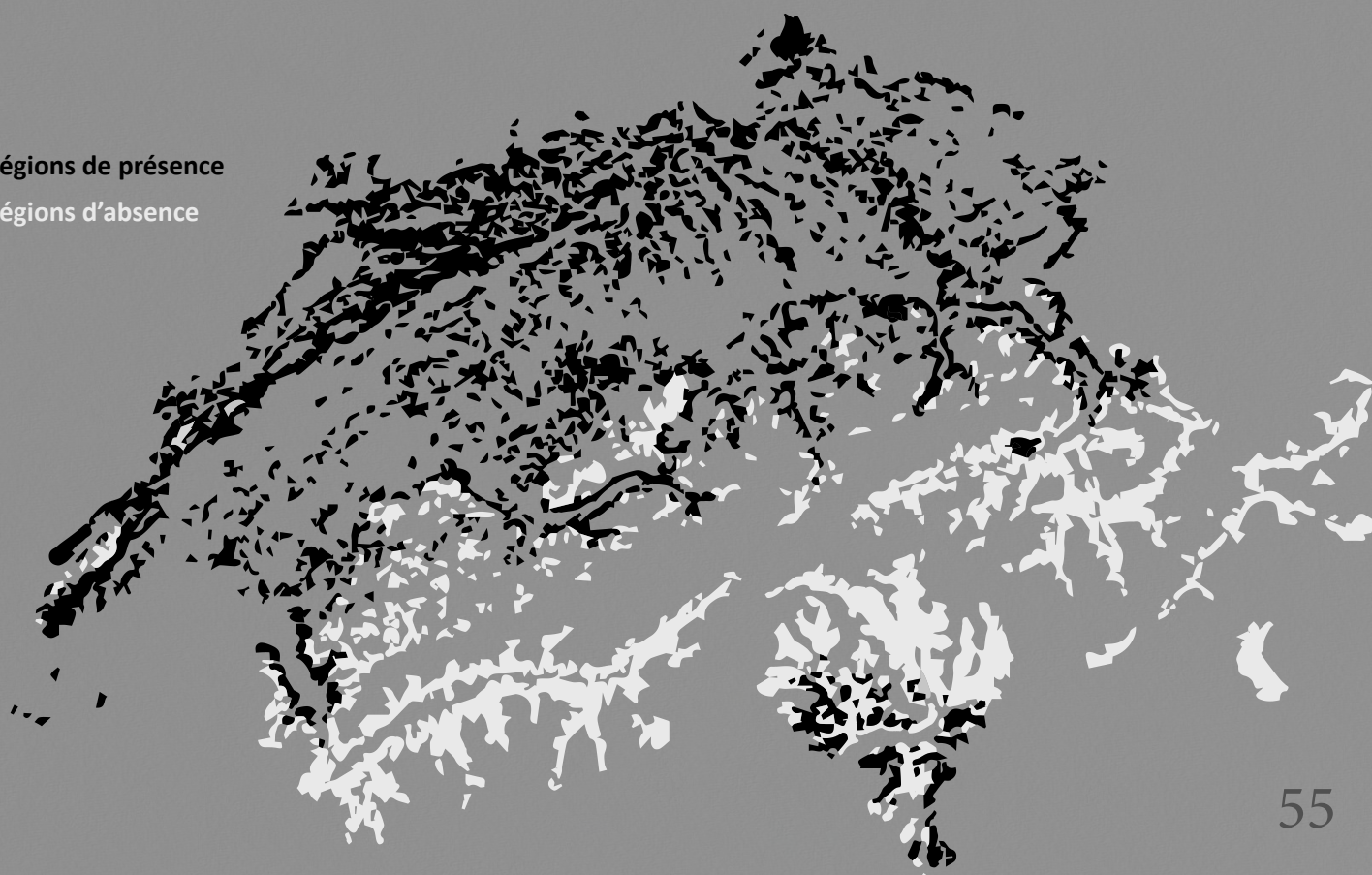
Nombre: 97'466'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois dur, flexible, lourd, bonne résistance à la compression perpendiculaire, facile à travailler, imprégnation facile, peu durable en extérieur sans traitement préventif



Régions de présence

Régions d'absence



Frêne (*Fraxinus Excelsior*)

Dans la mythologie germanique, cet arbre était vu comme l'axe central de l'univers, sa canopée formant un pont vers le ciel et ses racines s'étendant vers les profondeurs souterraines. Le frêne se trouve principalement sur le Plateau et à l'est du Jura. Cependant, ces dernières années, une maladie connue sous le nom de flétrissement du frêne a sévèrement touché ces arbres, entraînant souvent leur mort. Ce qui soulève des questions quant à sa viabilité future comme espèce choisie pour la construction.

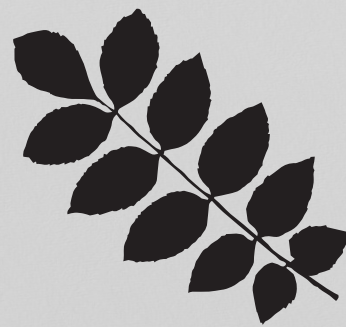
Poids vert: 0,85 kg par dm³

Poids séché à l'air: 0,69 kg par dm³

Altitude: 400 à 800 mètres

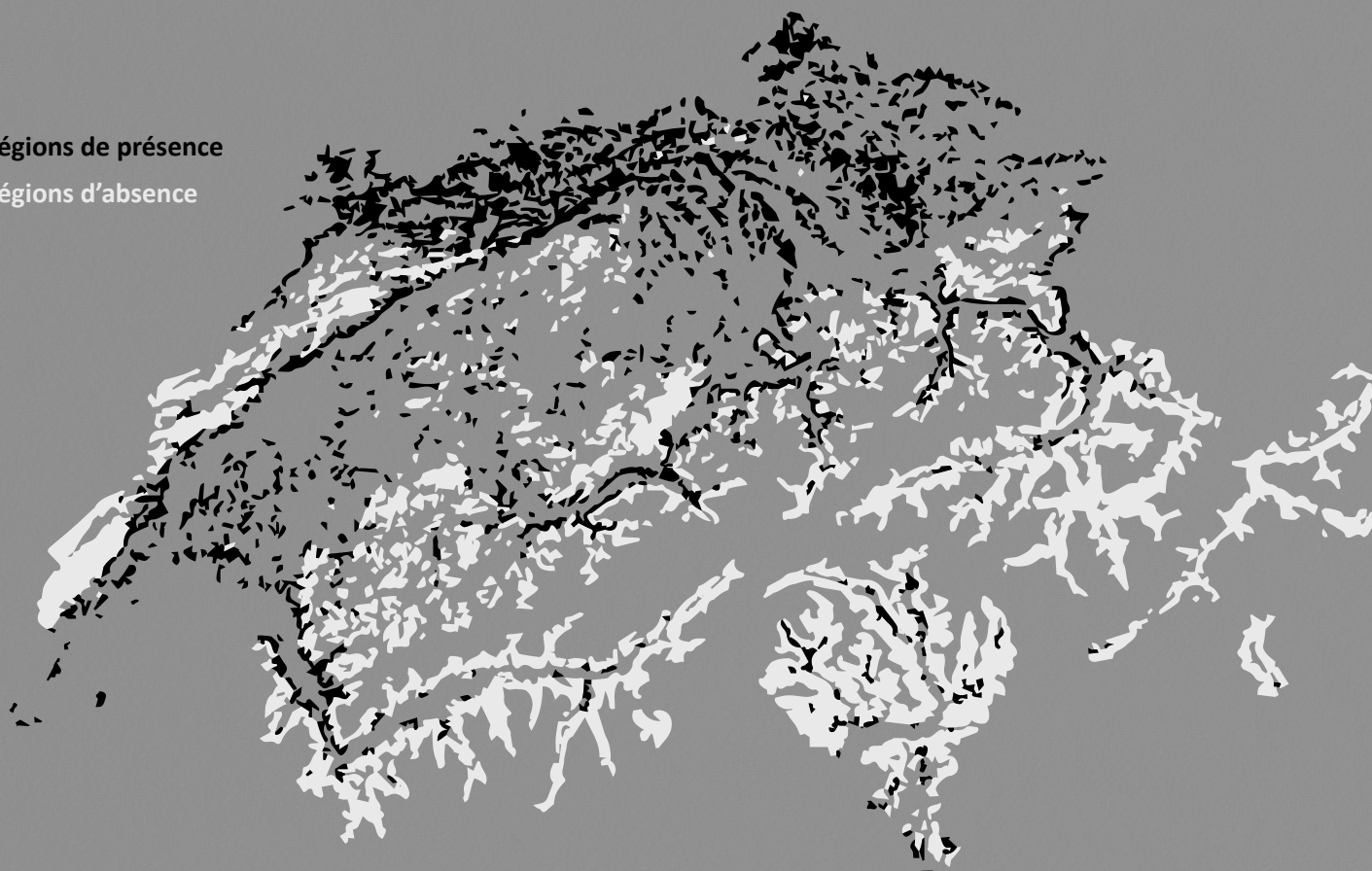
Nombre: 21'760'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois dur, flexible, lourd, résistant, facile à travailler, imprégnation facile, peu durable en extérieur sans traitement préventif



Régions de présence

Régions d'absence



Châtaigner (*Castanea Vesca*)

Du Moyen Âge à la fin du XIXe siècle, le châtaignier a été la principale source de nourriture pour les habitants des régions montagneuses du Tessin, grâce à ses fruits, les châtaignes ou marrons, qui sont riches en amidon. Le châtaignier aime la chaleur et craint le gel tardif, il ne se retrouve pratiquement que dans le sud des Alpes. Il n'est pas dans les bois de construction les plus utilisés, mais est l'une des essences les plus représentée au Tessin.

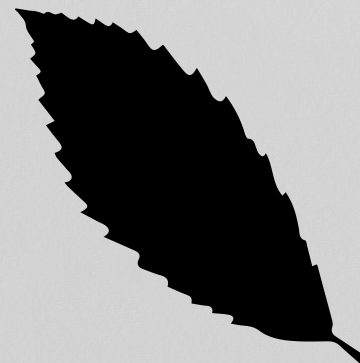
Poids vert: 1,00 kg par dm³

Poids séché à l'air 0,66 kg par dm³

Altitude: Jusqu'à 1300 mètres

Nombre: 10'940'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois dur, flexible, lourd, résistant, facile à travailler, imprégnation difficile, durable en extérieur



Régions de présence

Régions d'absence



Chêne (*Quercus Robur*, *Petraea* et *Pubescens*)

Le chêne, arbre empreint d'antiquité et de mystique, se dresse avec majesté, profondément ancré en tant que symbole de force et de puissance. Bien qu'il soit de moins en moins répandu sur le Plateau, il trouve désormais un environnement plus propice en altitude. Autrefois exploité principalement pour son écorce utilisée dans le tannage et ses fruits destinés à nourrir les cochons, ainsi que dans la construction navale, le chêne était curieusement négligé pour son bois de construction. Cependant, il est aujourd'hui valorisé pour son bois solide et de qualité.

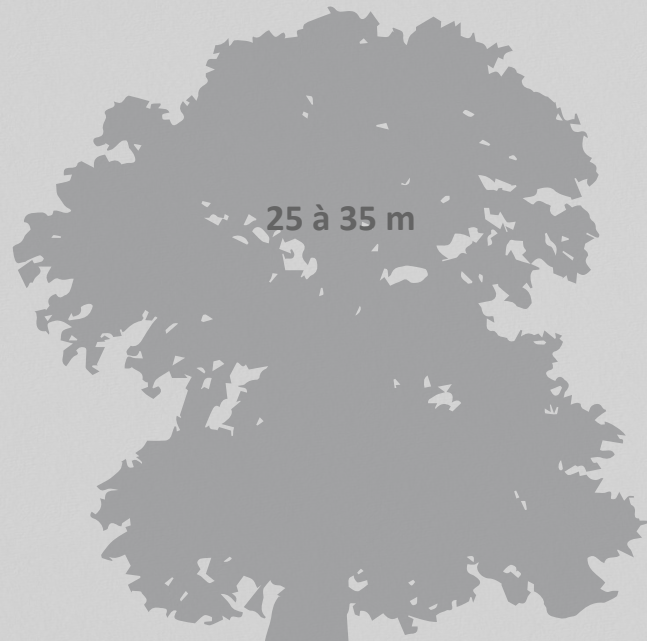
Poids vert: 1,00 kg par dm³

Poids séché à l'air: 0,69 kg par dm³

Altitude: Jusqu'à 800 mètres

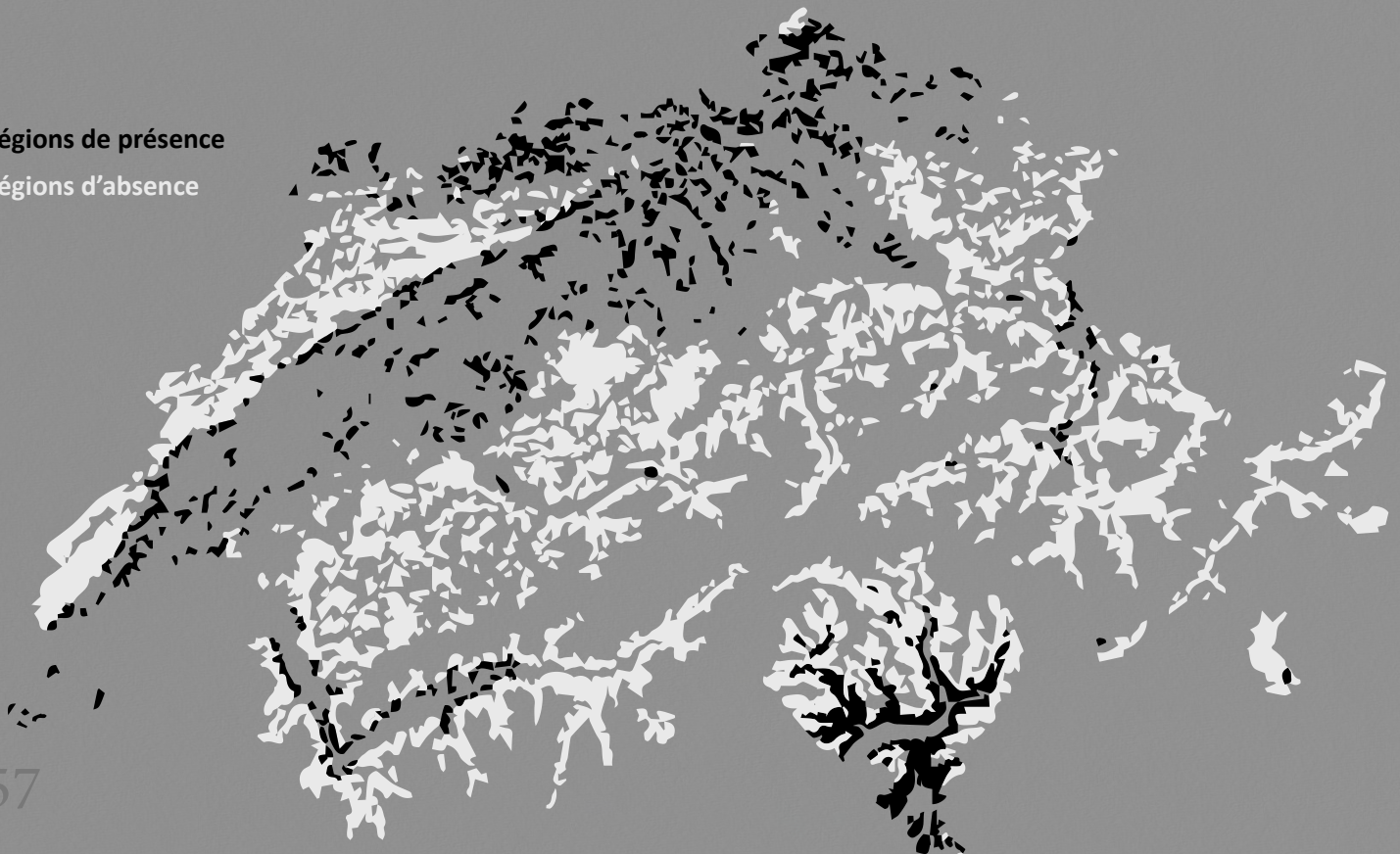
Nombre: 3'594'000 arbres

Caractéristiques physiques: Bois dur, lourd, bonne résistance à la compression perpendiculaire, facile à travailler, imprégnation très difficile, durable en extérieur et sous l'eau, aubier non utilisable



Régions de présence

Régions d'absence



Chaque essence de bois a ses propres propriétés et avantages, ce qui les rend adaptées à des applications spécifiques dans la construction et l'architecture. Le choix de l'essence dépend souvent des exigences spécifiques du projet, de la durabilité recherchée, et de l'esthétique souhaitée, mais également en grande partie de sa disponibilité.

Alors que les peuplements de résineux, en particulier les épicéas, qui dominaient autrefois, déclinent continuellement en plaine, ils demeurent prédominants en montagne, où ils présentent une meilleure résistance face aux changements climatiques par rapport au Plateau. En raison de ses propriétés fibreuses, l'épicéa devrait également rester, à l'avenir, la principale essence de bois sur le plan économique parmi les résineux. Dans les nouvelles zones de croissance en plaine, les feuillus ont supplanté les résineux et occupent désormais une position dominante. Ainsi, plus de 40 pourcents des jeunes arbres sont des hêtres, qui, s'ils résistent à l'intensification des températures estivales, deviendront au moins temporairement l'essence prédominante dans les 40 à 60 prochaines années. Les chênes et d'autres essences résistantes à la sécheresse devraient progressivement gagner du terrain. Les résineux ne sont pas naturellement aussi présents sur le Plateau, et ne doivent une telle représentation qu'à l'exploitation de l'homme pour ses besoins en bois de construction. Des nouvelles essences importées comme le Douglas ont une bien meilleure résistance aux changements climatiques et à la sécheresse que les espèces indigènes, et pourrait devenir sur le long terme la nouvelle espèce de résineux qui domine à basse altitude.

Au cours des prochaines années et décennies, il sera impératif d'exploiter les importantes quantités de bois disponibles en montagne. Par conséquent, la rentabilité de l'exploitation du bois dans les forêts de montagne par rapport aux régions de plaine jouera un rôle décisif dans la garantie de la durabilité de la gestion forestière et de l'approvisionnement en bois. L'accent doit donc être mis sur l'optimisation des méthodes, des processus, des structures et des coûts, notamment en ce qui concerne l'accès forestier et la récolte du bois, là où des actions sont nécessaires pour assurer le bien-être des forêts de montagne. La Confédération et les cantons s'engageront dans cette mission au cours des prochaines années grâce aux nouvelles mesures de la Politique forestière et de la politique de la ressource bois. Dans un contexte de marché de la construction locale, l'emplacement de ces différentes espèces est primordial dans l'élaboration d'un projet en bois, comme dans le Sud des Alpes où la présence de résineux est très faible, et le Jura qui possède la plus importante proportion de hêtres, avec près de 42 pourcents. Connaître ce que la forêt met à disposition pour concevoir le projet architectural dans un pays à la topographie aussi variée.

Il était essentiel d'établir le contexte suisse pour formuler une vision claire et précise à développer. L'architecture doit impérativement s'inscrire dans le contexte où elle prend place, qu'il soit environnemental, industriel, économique, mais aussi culturel et historique. Il s'agit de l'héritage d'une longue tradition architecturale, évoluant sur des siècles jusqu'à notre époque. Un art consacré et affiné au fil du temps pour répondre aux défis d'un climat rigoureux, au sein de nos forêts abondantes qui ont depuis toujours enrichi la vie du citoyen suisse sous de nombreux aspects.

Il est donc crucial d'établir une cartographie des essences de bois suisses, en tenant compte de leur disponibilité, de leur impact environnemental et de leurs propriétés techniques. Cette démarche préalable enrichit la conception architecturale, garantit l'intégration du bâtiment dans son contexte local et soutient l'industrie forestière suisse, tout en favorisant une architecture en bois innovante et respectueuse de l'environnement. Si le bois de feuillus n'est pas toujours le plus adapté pour la construction en madrier, il l'est en revanche pour d'autres types de structures.

Il est à remarquer que les sources, notamment en terme de données, ne sont pas toutes datées de la même année. L'industrie du bois évolue relativement lentement, et la majorité de ces chiffres n'ont que peu changé au cours de cette dernière décennie. D'autant plus que les études forestières s'effectuent sur une période de plusieurs années.

III Le bois empilé de nos jours



Le madrier aujourd'hui

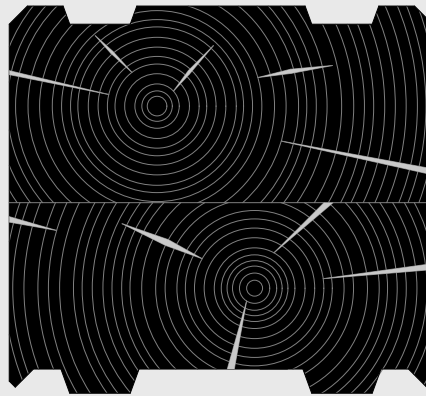
La construction en madrier, en plus de sa durabilité, offre une réponse ingénieuse aux particularités du climat alpin. Les habitations sont conçues pour maximiser l'efficacité énergétique, profitant des propriétés isolantes naturelles du bois. Cette approche holistique de la construction, où le matériau et la méthode de construction sont intimement liés au contexte naturel, témoigne du respect profond envers l'environnement. La tradition architecturale vernaculaire des Alpes suisses n'est pas figée dans le passé, mais évolue avec la société moderne. La construction en madrier, bien que profondément enracinée dans l'histoire, est adaptée aux normes contemporaines de durabilité et d'efficacité énergétique. Ainsi, les Alpes suisses continuent de voir émerger de nouveaux chapitres dans leur histoire architecturale, tout en préservant avec soin les enseignements du passé. Cette harmonie entre la tradition forestière, la construction en madrier et la créativité architecturale actuelle fait des Alpes suisses un véritable joyau du patrimoine bâti.

La technique traditionnelle de construction en bois empilé remonte à des siècles et trouve son origine dans l'ingéniosité des artisans travaillant avec les ressources naturelles à leur disposition. Cette méthode se caractérise par l'entrecroisement et le raccordement des éléments en bois, ce qui confère aux structures une stabilité et une résistance exceptionnelles. Au cœur de cette méthode se trouvent les résineux à tronc droit, particulièrement adaptés en raison de leur croissance régulière. Dans les premières réalisations, les parois étaient constituées de rondins, dont les surfaces de pose étaient soigneusement aplanies. Les espaces entre les troncs étaient comblés avec des matériaux isolants tels que la mousse, le chanvre ou la laine, ajoutant à la fois une fonctionnalité thermique et un confort à ces constructions. Là où les parois se croisent et forment des jonctions perpendiculaires, les madriers entrecroisés, souvent taillés en quart de bois, offrent une connexion robuste capable de résister aux forces de traction. Cette disposition crée une structure solide, les deux parois étant décalées d'une mi-hauteur, formant ainsi un dispositif intrinsèquement résistant.



Section 1:5

Un profil de madrier moderne avec un profil plus complexe pour garantir la connexion. Des joint sont disposés dans le profil pour une étanchéité garantir l'étanchéité. Les profils sont très souvent standardisés avec des dimensions bien précises. Pour obtenir des dimensions plus importantes il existe des sections en bois collé.

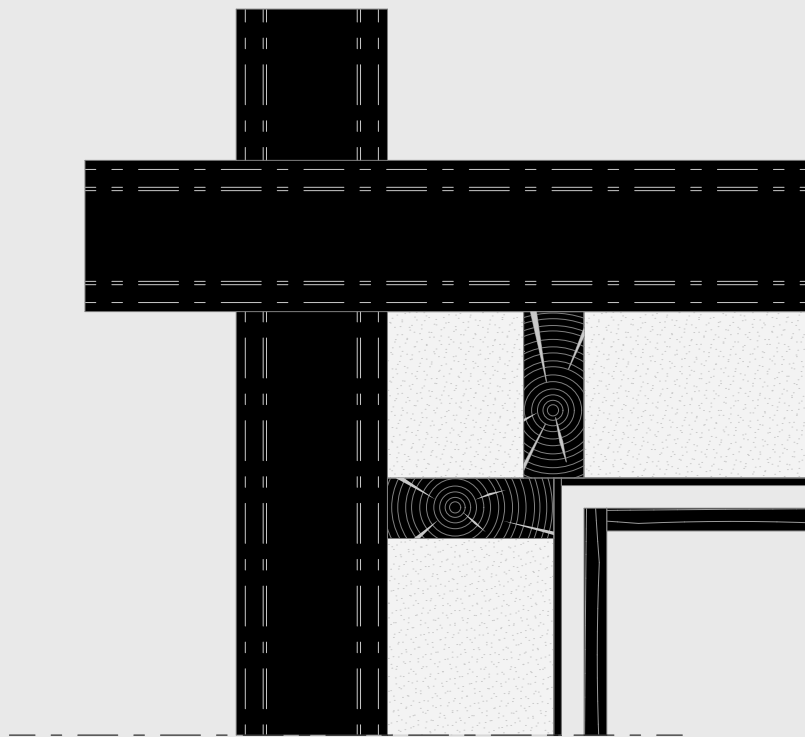


Section 1:5

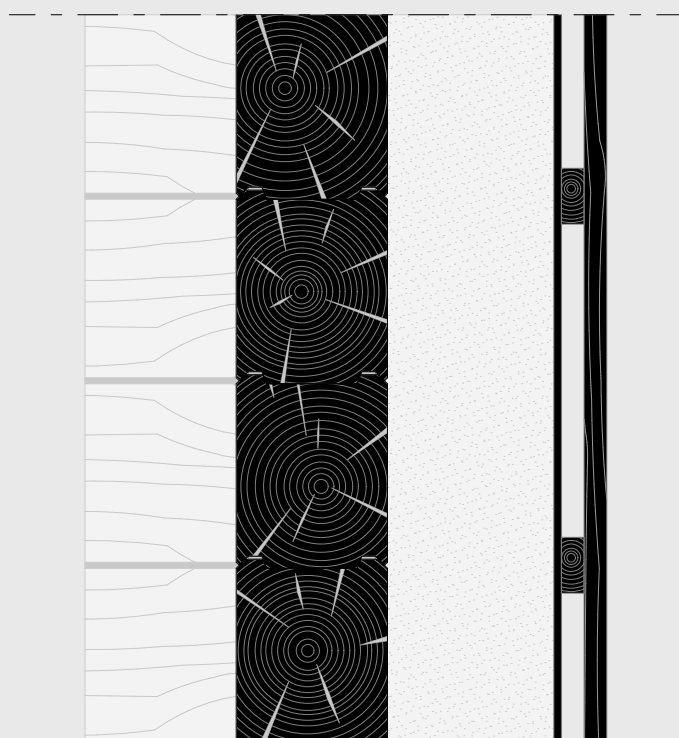
La conception d'une paroi composée exclusivement de simples madriers ne permet pas de satisfaire aux normes actuelles de protection thermique. La construction en bois massif empilé a évolué au fil du temps pour répondre aux exigences contemporaines. Initialement basée sur l'empilement de troncs d'épicéa ou de sapin, cette méthode a été modernisée avec l'introduction de plusieurs couches, incluant une couche d'isolation. Ainsi, les murs en bois massif empilé d'aujourd'hui intègrent des éléments technologiques tout en préservant l'esthétique authentique avec des madriers apparents du côté intérieur ou extérieur. Cette construction ancienne, bien qu'ayant traversé les époques, reste une forme d'art nécessitant une expertise significative pour garantir que les structures soient érigées dans le respect des normes contemporaines. Il est préconisé, de manière préférentielle, de l'installer du côté extérieur afin de prévenir tout risque de condensation. Maintenir l'aspect caractéristique du bois empilés requiert l'ajout d'une seconde paroi de madriers, agissant comme une protection contre les intempéries pour l'isolation thermique. À l'heure actuelle, l'industrie du bois propose des parois en bois empilé multicouches, se présentant sous la forme d'éléments sandwich. Ces éléments sont constitués de madriers et de couches d'isolation, offrant ainsi une solution efficace pour répondre aux exigences thermiques contemporaines. La fusion entre la tradition et l'innovation a permis à la construction en bois empilé de demeurer une option viable et esthétiquement attrayante dans le paysage architectural moderne.

La sollicitation des bois en compression transversale par rapport aux fibres entraîne un tassement allant de 2 à 4 cm par étage. Cet aspect doit être pris en considération au niveau des portes et des fenêtres. Il est essentiel que les huisseries intégrées aux baies, destinées à protéger les madriers, offrent suffisamment de jeu à leur extrémité supérieure pour absorber ce tassement sans créer de contraintes. Dans cette optique, un joint couvert devrait également être ménagé entre les dormants des fenêtres et les linteaux. De plus, toutes les conduites ou cheminées traversant l'édifice doivent être raccordées à la construction de manière non rigide. Il devient évident que la construction en bois empilé, bien que primitive à première vue, requiert en réalité un savoir-faire et une expérience considérables. L'approche architecturale de la construction en bois empilé requiert une mise en page méthodique et une disposition orthogonale claire. La conception des façades doit veiller à maintenir l'intégrité structurelle des murs, en limitant le nombre d'ouvertures.

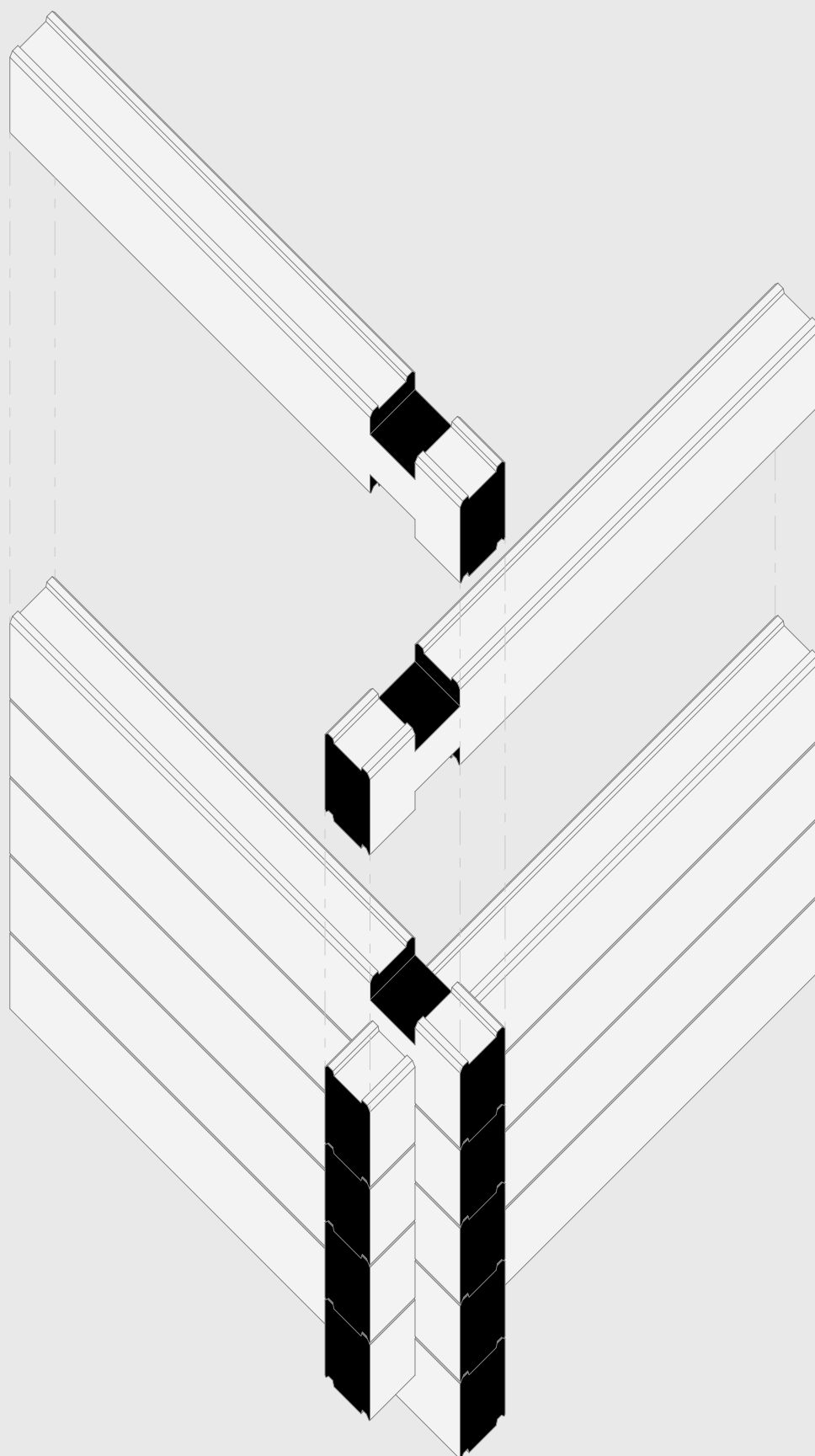
Le choix de façades comportant des fenêtres similaires à celles que l'on trouve dans l'architecture en maçonnerie traditionnelle est, a priori, le plus approprié. En effet, la construction en bois empilé est, par essence, un mode de construction massif.



Plan 1:10



Coupe 1:10

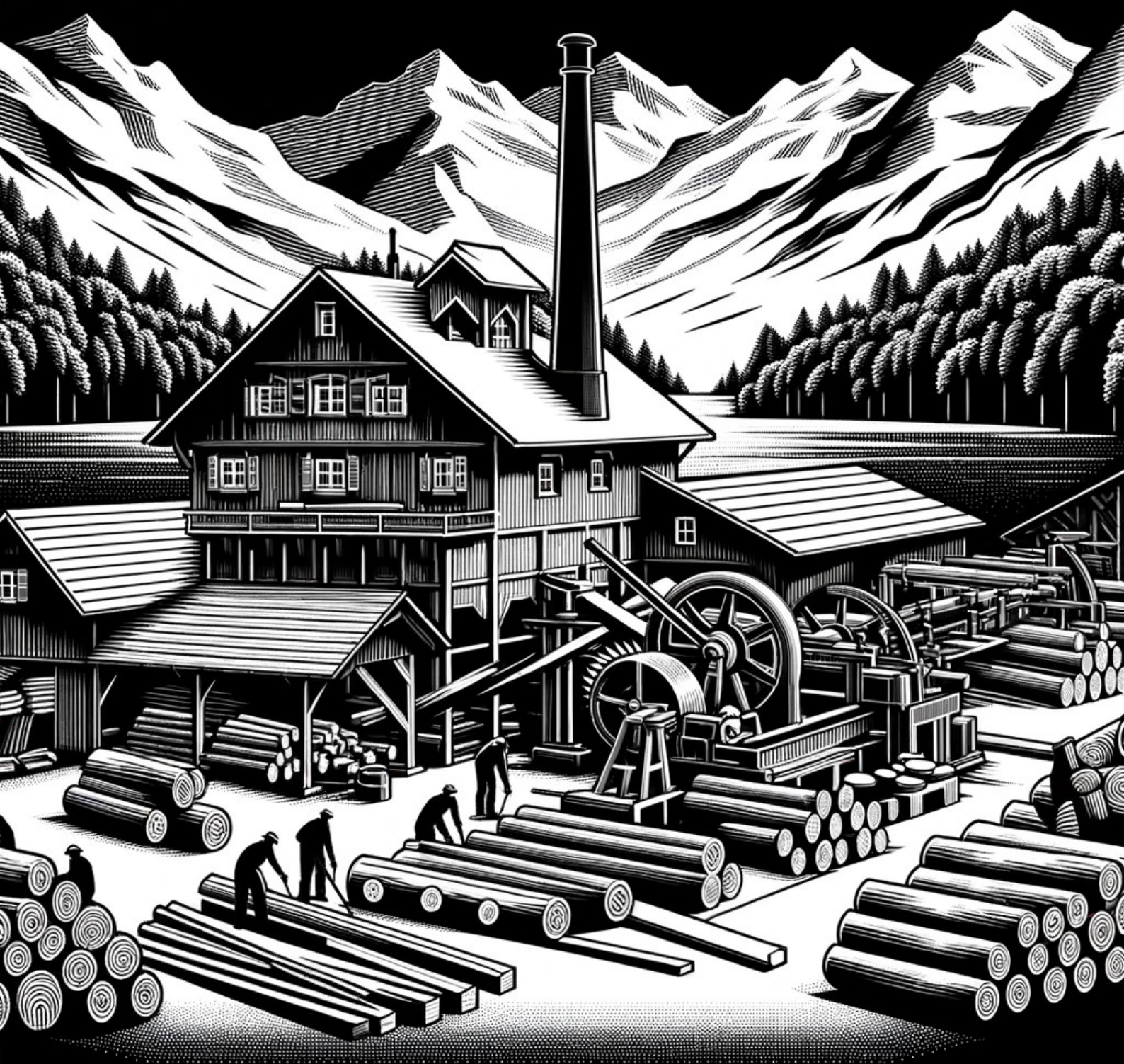


Axonométrie 1:10

L'assemblage consiste en un simple empilement de poutres équarries entaillées en leurs extrémités supérieure et inférieure, sans utilisation de matériaux supplémentaires. Cette technique d'assemblage minimaliste a facilité le démontage et la réinstallation des structures ailleurs, nécessitant un effort minime et sans endommager les composants, comme démontré par les bâtiments vernaculaires cités précédemment. C'est une méthode d'assemblage bois sur bois, à la fois simple, durable et adaptable selon les nécessités futures.

Bien que divers types d'assemblages soient possibles pour ce système constructif, comme l'assemblage à queue d'aronde, ils n'ont presque jamais été adoptés en raison de leur complexité et du fait que traditionnellement, on a privilégié la saillie des madriers aux extrémités, notamment pour des raisons d'étanchéité. L'assemblage à queue d'aronde offre certes une grande solidité, mais il est nettement plus laborieux à réaliser. Par conséquent, l'assemblage à mi-bois a souvent été le choix privilégié pour sa facilité de mise en œuvre et sa solidité éprouvée.

IV Défauts d'une industrie



Potentiel inexploité de nos forêts

La quantité de bois produite par les forêts suisses est souvent sous-estimée, ce qui peut entraîner des confusions quant à l'exploitation forestière, parfois perçue, à tort, comme une dégradation des ressources naturelles. La croissance annuelle des forêts en Suisse est estimée à plus de 10 millions de mètres cubes. Selon les acteurs du secteur forestier et la Confédération, une augmentation de la récolte de 2 à 3 millions de mètres cubes serait écologiquement supportable, et ne nuirait pas à la durabilité ni à la biodiversité des forêts, mais au contraire l'enrichirait. Toutefois, cela n'est envisageable que si la biomasse est d'abord valorisée sous forme de produits en bois à longue durée de vie avant d'être utilisée pour générer de l'énergie.

Cependant, une exploitation forestière accrue se heurte à des obstacles économiques et politiques qui entravent le développement de l'industrie bois suisse. L'un des traits saillants de ce contexte est l'importante quantité de bois de construction importée du marché européen, due en partie à des coûts plus compétitifs offerts par les fournisseurs étrangers par rapport aux prix suisses. Cette tendance d'importation massive met en lumière un paradoxe : malgré une riche ressource forestière nationale, la Suisse s'approvisionne souvent à l'extérieur.

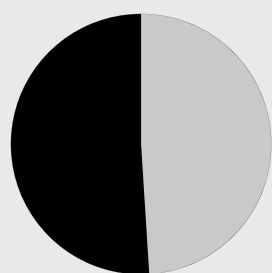
Les motifs de cette préférence pour les importations incluent la réduction des coûts et la facilité d'acquisition pour les constructeurs. Les matériaux étrangers coûtent moins cher et sont disponibles sous forme de produits finis, prêts à l'emploi dans les projets de construction. Cette situation a profondément affecté l'industrie suisse du bois, conduisant à une réduction du nombre de scieries et à une transformation du bois.

Malgré l'abondance de ressources forestières en Suisse, il est surprenant de constater que les charpentiers locaux importent jusqu'à 60 pourcents de leur bois de l'étranger. Cette réalité s'explique par la quête de rentabilité sur les marchés internationaux, où il est souvent possible de se procurer des matériaux à des prix plus compétitifs. Face aux impératifs économiques, les professionnels du bâtiment sont incités à réduire les coûts, rendant l'importation de bois à prix réduit une option attrayante.

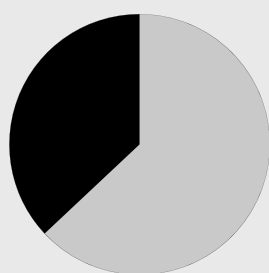
Le marché de la construction en Suisse est saturé, ce qui limite la capacité des forestiers à augmenter leur production et les oblige à ajuster leurs coupes de bois aux demandes actuelles plutôt qu'à une planification à long terme. Cette situation impose un défi considérable pour le secteur forestier suisse, qui doit jongler avec une demande capricieuse et s'adapter aux fluctuations du marché de la construction. Néanmoins, la dynamique pour le bois de chauffage est en train de changer. Avec des prix nettement inférieurs à ceux des décennies passées, le bois de chauffage gagne en popularité auprès des exploitants forestiers, la demande croissante tendant même à excéder l'offre disponible.

Marché de la transformation délocalisé

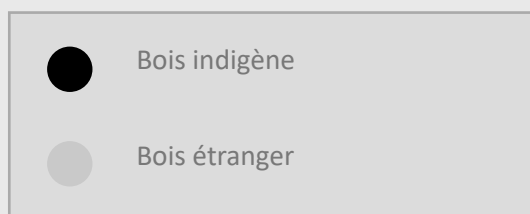
Dans le canton des Grisons, par exemple, alors même qu'il s'agit du canton avec les plus grandes surfaces boisées, seul 10 pourcents du bois récolté est transformé localement, et 70 pourcents et même transformé à l'étranger. Certains produits finis et semi-finis sont importés à plus de 90 pourcents. La Suisse a perdu une grande partie de son industrie de la transformation bois et se retrouve face à un marché international très organisé. Comme présenté au début, la Suisse exporte beaucoup de son bois pour ensuite importer une très grande partie de produits finis. Des mouvements constants des matériaux et une perte de marché local.



Bois consommé



Constructions et autres utilisations



Source: OFEV 2013

Décalage croissant entre l'offre et la demande

Le bois qui présente un diamètre de 52 cm ou plus à une hauteur de 1,30 mètres du sol est considéré comme du bois de grand diamètre. L'observation des forêts suisses révèle une tendance à l'accumulation des réserves de bois, ce qui mène à une population croissante d'arbres matures. Cela dit, l'abondance accrue du bois ne se traduit pas systématiquement par une augmentation des profits. Ces dernières années, les préférences de l'industrie du bois se sont déplacées vers des bois de diamètre inférieur, provoquant un écart de plus en plus marqué entre l'offre et la demande en bois de grand diamètre. Ce phénomène place les propriétaires de ces grands bois devant des difficultés croissantes pour commercialiser leurs stocks, d'autant plus que les scieries actuelles ne sont souvent pas conçues pour traiter des bois de tels diamètres. L'exigence du marché pour un produit uniforme, économique et largement disponible a mené, depuis les années 70, à l'industrialisation de la production et de la transformation des bois résineux. En résulte une situation où environ 80 pourcents des scieries suisses sont aujourd'hui équipées pour traiter des bois dont le diamètre ne dépasse pas 45 cm à l'extrémité la plus fine.

Types de bois	Diamètre à la faible extrémité	Demande du marché
Bois de grande section	> 45 cm	20 %
Bois de petite section	≤ 45 cm	80 %

Source: Lignum 2007

Les arbres de grandes sections sont peu recherchés, mais que représentent-ils dans les forêts suisses? En observant l'évolution du nombre d'arbre en fonction du diamètre, entre les quatre inventaires forestiers nationaux, on aperçoit la tendance d'évolution vers une augmentation progressive des arbres de grands diamètres

Parts du nombre d'arbres selon le diamètre					
IFN1	23	30	26	16	5
IFN2	23	30	25	17	6
IFN3	22	29	25	17	7
IFN4	22	28	25	17	8
Diamètre	12-15 cm	16-23 cm	24-35 cm	36-51 cm	≥ 52 cm

Source: IFN1, IFN2, IFN3, IFN4

Mais cette évolution n'est finalement pas si frappante que cela. En revanche, en observant cette fois-ci le volume des arbres, on se rend bien compte que la majorité du volume de bois est stockée dans des arbres de grandes section. Alors comment exploiter une forêt lorsque l'offre ne correspond finalement pas à la demande? La forêt a ce qu'elle a à nous donner, alors à nous de trouver des solutions pour s'adapter.

Parts du volume des arbres selon le diamètre					
IFN1	3	10	25	38	24
IFN2	3	9	22	37	29
IFN3	2	9	20	37	34
IFN4	2	8	19	34	37
Diamètre	12-15 cm	16-23 cm	24-35 cm	36-51 cm	≥ 52 cm

Source: IFN1, IFN2, IFN3, IFN4

Cette augmentation considérable est principalement causée par les surfaces forestières privées, qui sont les moins exploitées. Dans toutes les régions de Suisse, une différence considérable est notable, avec des valeurs dépassant les 500 m³ par hectare dans les Préalpes.

Propriété	Jura	Plateau	Préalpes	Alpes	Sud des Alpes	Suisse
Publique	369	346	416	333	252	340
Privée	468	471	521	367	312	444
Total	394	397	470	342	265	375

Source: IFN4, OFEV

Un morcellement compliqué et des entreprises déficitaires

Le secteur forestier suisse est aux prises avec des défis structurels, principalement liés à la division excessive des propriétés forestières. Ce problème est exacerbé par une baisse persistante des prix du bois sur pied sur plusieurs années, créant un écart où les revenus générés par la production forestière ne parviennent pas à couvrir les coûts opérationnels. Les entités publiques suisses, y compris les municipalités, les cantons et la Confédération, disposent d'un avantage notable. Grâce à leurs recettes fiscales, elles ont la capacité de soutenir l'industrie forestière et d'assurer la pérennité de ses services, équilibrant les dépenses excédentaires par des subventions supplémentaires.

En revanche, les propriétaires forestiers privés font face à une situation plus précaire, dépourvus de ces ressources financières gouvernementales et souvent confrontés à des déficits budgétaires quand les dépenses débordent les revenus. Une gestion stricte est nécessaire dans ces espaces forestiers, avec des contraintes économiques qui peuvent être restrictives. L'investissement dans l'entretien des forêts devient moins attrayant pour plusieurs propriétaires fonciers, dont les parcelles, généralement réduites, ne justifient pas les dépenses. Il est même fréquent que certains d'entre eux négligent les terrains boisés en leur possession. À la campagne, toutefois, perdure une tradition rurale où les agriculteurs, attachés aux méthodes traditionnelles, gèrent eux-mêmes leurs forêts non pour le profit, mais pour leur propre usage.

Les compagnies forestières manifestent peu d'intérêt pour les petites parcelles privées car elles impliquent de nombreux déplacements entre différents propriétaires pour un bénéfice souvent marginal. La rentabilité est compromise, incitant le secteur à se diriger vers des options plus lucratives. Avec des parcelles dont la surface moyenne est de seulement 1,5 hectares, le propriétaire ne peut que difficilement envisager constituer une quantité de bois suffisamment importante pour la rentabiliser.

Le Cycle du bois

Le cycle du carbone du bois est une danse perpétuelle entre les arbres, l'atmosphère et le sol, orchestrée par la nature pour réguler les niveaux de carbone dans notre environnement. Ce processus vital commence par la photosynthèse, une chorégraphie minutieuse où les feuilles des arbres captent le dioxyde de carbone (CO_2) de l'air. Grâce à l'énergie du soleil, ce CO_2 est transformé en hydrates de carbone, tels que la cellulose, l'hémicellulose et la lignine, qui forment la structure essentielle du bois. Alors que les arbres grandissent, ils tirent leur énergie de ces hydrates de carbone, stockant ainsi du carbone dans leur biomasse. C'est un acte de séquestration, un moyen par lequel la nature emprisonne le carbone atmosphérique dans les troncs et les branches des arbres. Lorsque les arbres perdent leurs feuilles ou que des parties d'eux meurent, c'est le commencement de la décomposition, une symphonie de la nature où une myriade de micro-organismes et de champignons se lancent dans une chorégraphie de transformation. Le bois se décompose progressivement, libérant une partie du dioxyde de carbone dans le sol, offrant une nouvelle vie à d'autres organismes, tandis que le reste s'envole dans l'air.

Quand vient le temps où le bois est utilisé, que ce soit pour la chaleur d'un feu de cheminée, ou pour construire des habitations chaleureuses, le carbone contenu dans ce bois continue son voyage. Dans le feu, le carbone retourne dans l'atmosphère sous forme de CO_2 , contribuant ainsi à l'équilibre fragile de notre air. Pourtant, si le bois est préservé, si son utilisation perdure dans le temps, il peut conserver le carbone capturé pour des décennies voire des siècles, offrant ainsi un refuge à cet élément essentiel dans la lutte contre le réchauffement climatique. Le cycle du carbone du bois, c'est une histoire de vie, de mort, de transformation et de renouveau. C'est un ballet incessant où les arbres sont à la fois artistes et gardiens, offrant une leçon d'équilibre et de régénération pour la planète.

Cependant, la capacité de la forêt à fonctionner comme un puits de CO_2 n'est pas illimitée et tend à diminuer à mesure que les arbres vieillissent. Avec la mort naturelle des arbres, les catastrophes telles que les tempêtes, les incendies et les attaques de parasites comme le bostryche, le carbone précédemment stocké est relâché dans l'atmosphère. Lorsque ces émissions surpassent l'absorption, les forêts peuvent alors devenir des émetteurs net de carbone. Cette dynamique doit être prise en compte dans l'évaluation des forêts en tant que puits de carbone. À leur apogée de croissance, les arbres entrent dans une phase d'équilibre où la respiration des cellules équilibre la photosynthèse, cessant ainsi leur rôle d'absorption de CO_2 . Pendant toute sa phase de croissance, l'absorption dépasse alors le relâchement de CO_2 , alors que pendant la maturité et le vieillissement, la situation s'équilibre. Et pendant la dégradation, le CO_2 relâché est bien plus important et entièrement relâché dans l'atmosphère. C'est un cycle qui se perpétue éternellement.

Toutefois, ces réservoirs de carbone naturels restent vulnérables aux aléas de la nature. Les désastres tels que les incendies ou les tempêtes dévastatrices, à l'exemple de l'ouragan Lothar qui a frappé en 1999, peuvent rapidement convertir ces havres de verdure en sources de CO_2 . C'est pourquoi une gestion sylvicole clairvoyante est cruciale: une exploitation forestière méthodique permet de diminuer les concentrations atmosphériques de CO_2 de manière stable et sûre. En effet, le bois utilisé dans les constructions durables continue de séquestrer le carbone sur de longues

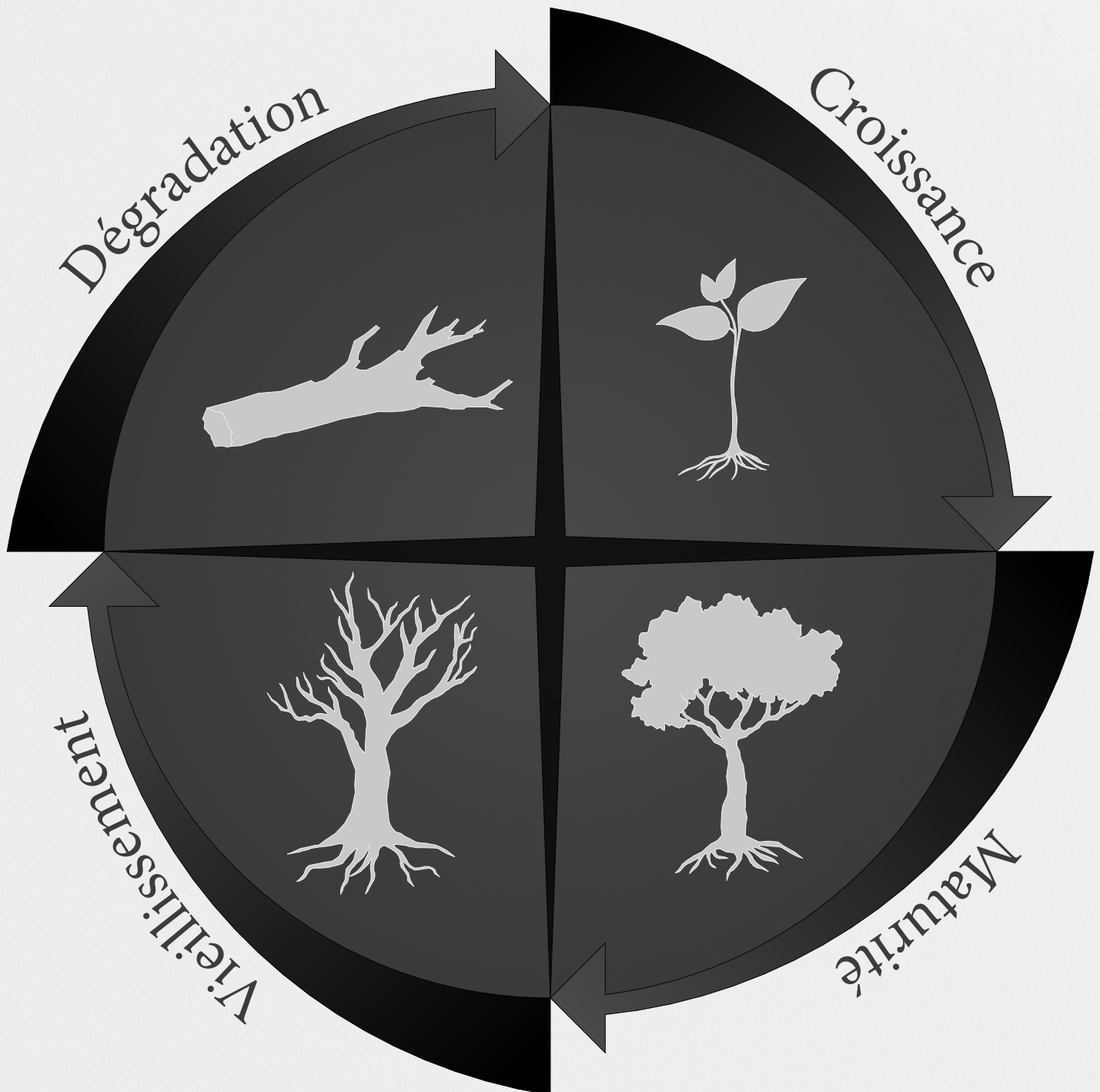
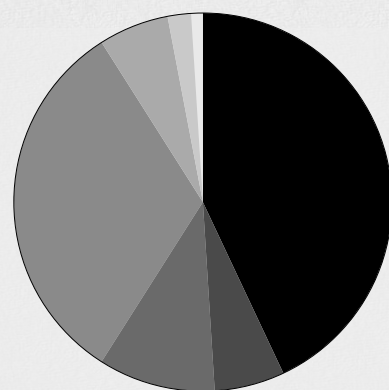


Figure 9 Cycle du bois avec les quatre phases successives

durées, le soustrayant au cycle naturel. En Suisse, les bâtiments en bois ne se distinguent pas uniquement par leur esthétique et leur impact écologique sur le paysage urbain; ils représentent aussi d'importantes réserves de carbone. À l'heure actuelle, le parc immobilier suisse retient environ 45 millions de tonnes de CO₂, équivalant aux émissions annuelles du pays. En envisageant d'accroître l'utilisation du bois dans les nouvelles constructions, on reconnaît le potentiel considérable de ces structures comme forteresses de carbone. On arrête le cycle du bois temporairement en le stockant pendant des durées plus ou moins longues dans des constructions durables.



La séquestration du carbone dans les différentes parties de la forêt, avec la plus grande partie stockée dans le sol. En ce qui concerne l'arbre à proprement parler, la majeure partie du carbone est stockée dans le tronc, et en deuxième lieu dans les racines. Les branches et les feuilles ne représentent qu'une faible partie.



Près de 150 millions de tonnes de carbone sont stockées dans la forêt suisse, soit l'équivalent de 550 millions de tonnes de CO_2 . Environ 2,8 millions de tonnes y sont stockés chaque année, ce qui représente une part non négligable des 45 millions de tonnes émises par l'ensemble du pays.

Séquestration du carbone

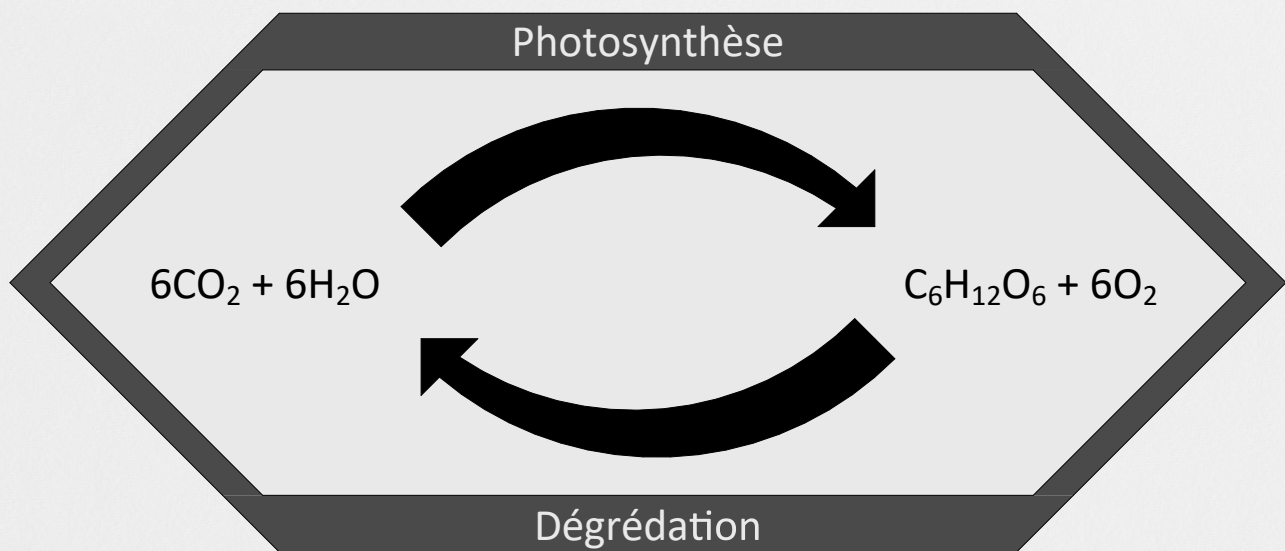


Figure 10 Transformation chimique opérant durant le cycle du carbone

Il ne faut cependant pas oublier de prendre en compte que tous les arbres ne prennent pas le même temps pour pousser. Ainsi le chêne a un développement beaucoup plus lent que le hêtre ou l'épicéa. Mais

Bien que les initiatives de construction en bois ont augmenté ces dernières années, leur représentation dans les structures porteuses reste relativement faible, avec seulement 15,6 pourcents en 2022 pour toutes catégories de bâtiments confondus. Les maisons individuelles utilisent le bois à hauteur de 18,9 pourcents, alors que les constructions agricoles enregistrent un taux dominant de 35,6 pourcents. Ce constat révèle un potentiel d'expansion majeur pour l'usage du bois, notamment dans les bâtiments collectifs où le taux est encore de 9,3 pourcents.

Energie grise

L'énergie grise d'un bâtiment se réfère à la somme de l'énergie consommée par tous les processus associés à la production d'un bâtiment, de la fabrication des matériaux de construction à la construction du bâtiment lui-même, incluant l'extraction des matières premières, leur transformation, leur transport, leur mise en œuvre sur le chantier, ainsi que l'énergie nécessaire à la gestion des déchets et au recyclage en fin de vie. C'est un indicateur qui permet d'évaluer l'impact environnemental global d'un bâtiment en considérant son cycle de vie complet. L'impact environnemental engendré par un bâtiment est désormais principalement attribuable à l'énergie grise, plutôt qu'à l'exploitation et à l'entretien conventionnels.

Les techniques de construction et de jonction des matériaux jouent un rôle significatif dans l'empreinte écologique d'un bâtiment. Il est essentiel de prendre en compte la fin de vie, le potentiel de démontage et les possibilités de réparation dès la phase de conception. L'usage d'adhésifs ou d'autres substances chimiques est déconseillé, car il limite la recyclabilité ou la réutilisation future des matériaux. Les fixations mécaniques, qui permettent de séparer aisément les éléments, sont donc à privilégier.

De plus, certains modes d'assemblage peuvent s'avérer plus gourmands en énergie grise que d'autres. Une stratégie efficace pour réduire cette énergie grise et limiter les déchets consiste à promouvoir le réemploi des matériaux. Les pratiques visant à minimiser l'énergie grise dans le secteur du bâtiment s'orientent vers cette solution. L'utilisation astucieuse de matériaux conçus pour être facilement démontés et remplacés peut prolonger la vie utile de composants individuels et réduire l'énergie nécessaire à la construction. La déconstruction offre ainsi la possibilité de réutiliser les matières premières et d'économiser de l'énergie.

V Le bois dans sa plus simple des formes



Un peu de simplicité

Et après tout pourquoi ne pas revenir à une architecture des plus simples avec simplement des rondins de bois. La quête de réduction des transformations et du transport pourrait effectivement inciter à redécouvrir les vertus des constructions en bois rond, une méthode ancestrale caractérisée par sa simplicité et son faible impact environnemental. Cette approche, en privilégiant l'utilisation de matériaux locaux et en minimisant les processus industriels, favorise non seulement une empreinte écologique réduite mais également une esthétique naturelle et intemporelle. En adoptant des structures en bois rond, on encourage une architecture qui s'inscrit en harmonie avec son environnement, tout en répondant aux enjeux contemporains de durabilité et de respect des ressources naturelles.

L'architecture vernaculaire remet donc au goût du jour l'utilisation de ressources de proximité dans l'acte de bâtir, avec des impacts bénéfiques sur le plan économique, social et environnemental. Il ne faut pas l'imaginer comme une simple inspiration de l'architecture Scandinave et de l'Amérique du Nord, mais comme une évolution de notre architecture vernaculaire vers des solutions plus adaptées à notre contexte actuelle. Adopter une architecture en rondins pourrait donc être une réponse aux besoins actuels de retour à des méthodes de construction plus respectueuses de l'environnement, tout en renouant avec un savoir-faire traditionnel. Et envisager une telle construction comme un stockage de bois, et donc finalement comme un stockage de carbone. La construction en bois rond empilé reste une des structures les plus gourmandes en bois, et constituent alors un véritable puit de CO₂.

Type de construction	Consommation de bois
Charpente traditionnelle	5 m ³
Construction en colombage	15 à 20 m ³
Construction en ossature	20 à 40 m ³
Construction en bois empilé	50 à 80 m ³

Source: Lignum 2007

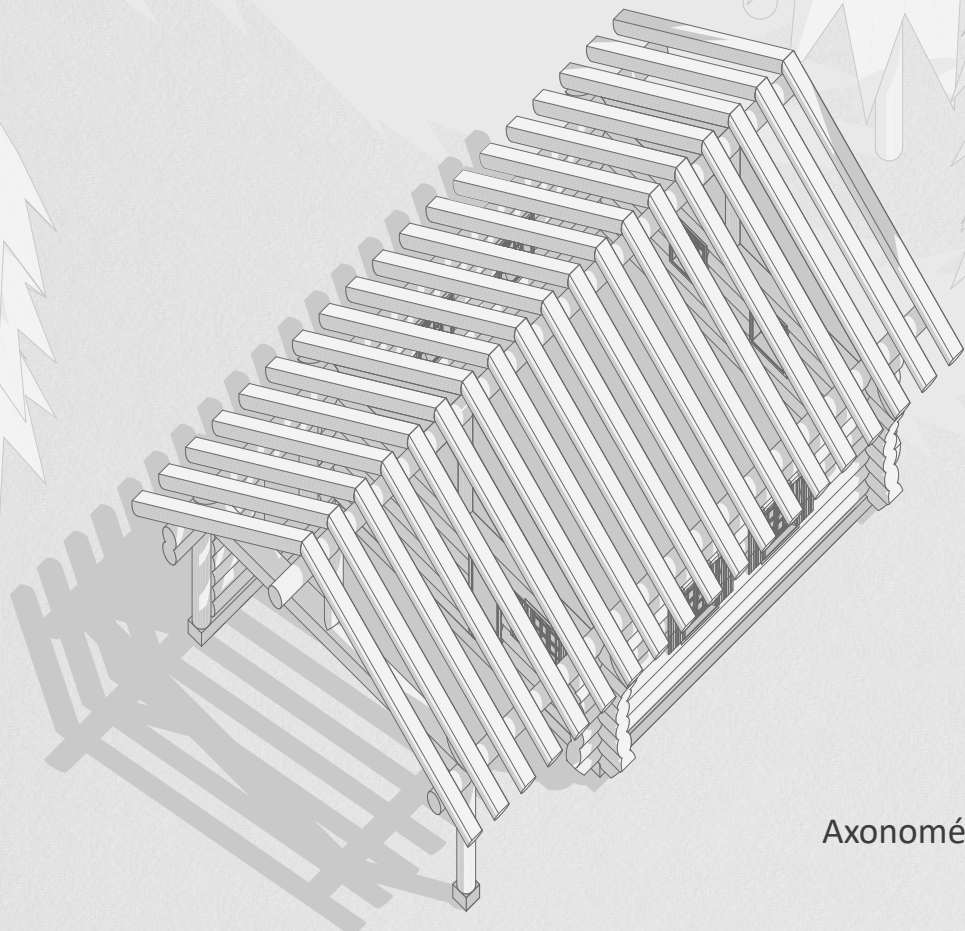


Les prix au m³ établis ont été définis avec des professionnels de la filière du bois. Il sont sujet à variation, mais donnent un ordre de grandeur de l'augmentation du prix du matériaux, lié au nombre de transformations qu'il subit. Le prix d'origine de 130 francs pour la grume de bois correspond à du bois d'épicéa de catégorie B. Mais l'impact de ces prix est à minimiser, car dans une construction en bois rond c'est finalement la main fait augmenter les prix.

Cette petite construction, isolée dans une forêt de la commune d'Agiez, nichée au pied du Jura dans le Nord vaudois, se distingue par sa structure entièrement composée de bois rond. Ce refuge, achevé en 2004, demeure toujours fièrement

Refuge

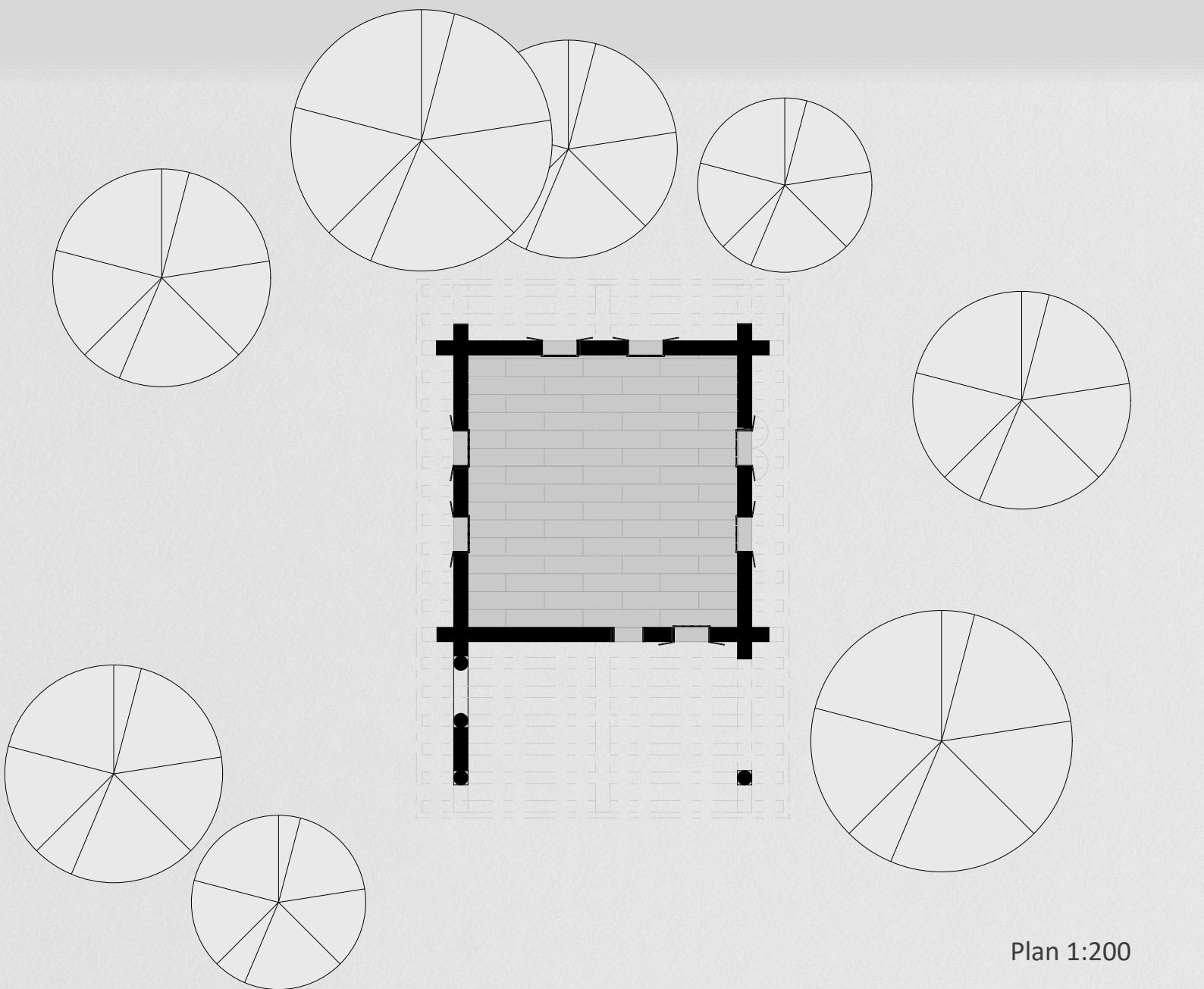
Agiez



Axonométrie 1:200



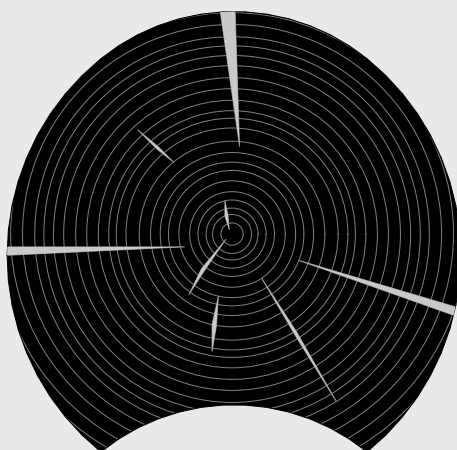
Coupe 1:200



Plan 1:200

érigé et maintient un état remarquable après toutes ces années. Son intégration respectueuse dans l'environnement forestier et sa durabilité témoignent de la qualité de sa conception et de l'efficacité des matériaux naturels employés dans sa construction.

Les arbres sont repérés dans une forêt locale et soigneusement choisis un à un en fonction de leurs caractéristiques mécaniques, comme l'âge, le tracé, les nœuds et les dimensions. Les grumes sont écorcées manuellement pour combler les défauts apparus avec l'abattage et le transport. Elles sont ensuite entaillées et ajustées sur toute la longueur pour correspondre parfaitement à la forme du rondin précédent. Il s'agit d'un véritable travail d'artisanat, avec un traçage minutieux et des ajustages jusqu'à s'emboîter parfaitement, à l'aide d'un compas de reports de forme pour reporter la forme du premier rondin sur le second. Ce processus peut s'avérer relativement long, et s'étendre sur plusieurs mois, mais cette préfabrication permet d'économiser un temps précieux sur le chantier. Les encoches aux angles sont également préparées de la même manière.



Section 1:5

L'outillage est très simple, il n'y a pas de mécanisation, et toutes les coupes sont effectuées à la tronçonneuse et à la mortaiseuse, ainsi que le ciseau à bois. Les ouvertures sont déjà préparées à ce moment mais de manière très peu précise. Elles seront retravaillées sur le chantier pour convenir parfaitement à la menuiserie. Une entaille est percée sur toute la longueur pour y introduire une fine couche d'isolation.

La taille des grumes peut finalement être très variable, et n'ont pas du tout besoin d'être de mêmes dimensions. Toutes les pièces sont uniques et possèdent leur place bien précise. Mais surtout il n'y a un champ plus large offert au moment de la sélection. Et d'un autre côté on prend ce que la nature nous offre, avec ces particularités et ses défauts, en les mettant en oeuvre de la meilleure façon envisageable. Chaque grume peut trouver sa place avec sa forme qui lui est propre. Cette entaille dans le bois permet de supprimer l'espace par l'empilement de deux rondins. Ce problème n'existait plus dans les constructions en madrier ou le bois était équarri.







Figure 11 Les étapes allant de la préfabrication jusqu'à la construction et le refuge fini

Une fois l'assemblage du bâtiment finalisé en atelier, chaque composant est marqué d'un numéro et classé suivant un système qui élimine toute ambiguïté une fois sur site. Comme chaque pièce est conçue pour être unique, le remontage doit reproduire exactement l'assemblage initial. Les éléments en bois, de tailles variées, sont taillés sur mesure pour s'ajuster avec précision. La moindre erreur de placement peut compromettre la structure entière. Utiliser le bois dans sa forme naturelle implique d'accepter les variations de diamètre inhérentes au matériau brut, ce qui est pris en compte dans ce genre de constructions. Les entailles pour les cloisons et les planchers sont effectuées pendant le démontage.

Le bois n'est pas traité durant cette étape préliminaire et ne le sera qu'une fois le bâtiment reconstruit sur site. Le type de traitement sera alors choisi en fonction de l'espèce du bois, et de la conception architecturale voulue, suffisamment protectrice ou non.

Le bâtiment préalablement démonté est chargé sur un camion pour être acheminé vers le lieu de construction. Les fondations ont été préparées durant la phase de préfabrication des pièces pour réduire la durée des travaux sur le chantier. Dans le calcul de l'énergie grise d'une construction, le transport joue un rôle prépondérant, et le recours au bois rond sous sa forme la plus élémentaire permet d'éviter de multiplier les déplacements à chaque transformation du matériau. Le bois, issu de sources proches, minimise le besoin en transport. Avec des éléments de même dimensions

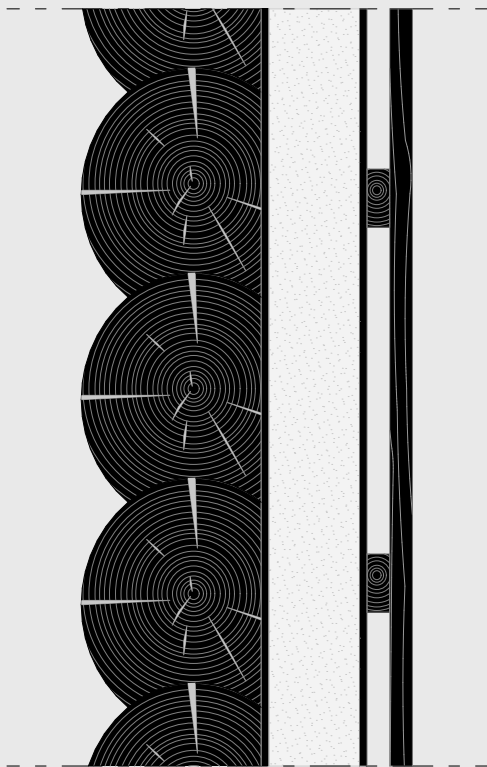




et de même forme, malgré un volume de matériau conséquent, le déplacement est relativement facilité.

Le bâtiment est ensuite reconstruit sur le site du chantier. Grâce à toute la planification, l'organisation et la préfabrication des éléments, la structure est assemblée en seulement deux à trois jours. Des derniers ajustages s'effectuent potentiellement lors de cette phase. Les ouvertures qui étaient percées de manière sommaire sont retravaillées avec plus de précision pour installer les portes et fenêtres. Avec le tassement de la structure et le séchage du bois, il est nécessaire d'introduire des joints pour laisser suffisamment de marge. Une fois la structure terminée, la toiture est posée, avec les pannes également en bois rond. Les chevrons sont équarris sur le dessus pour accueillir la couverture.

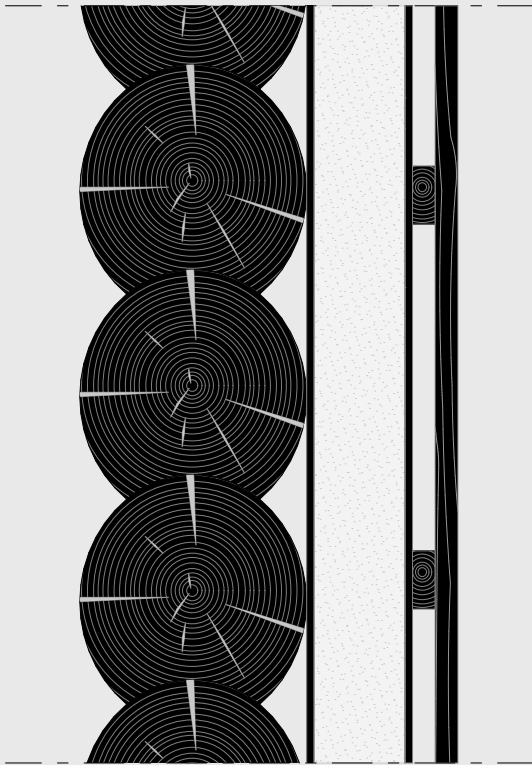
Le montage est donc très rapide, d'autant plus que les assemblages sont mécaniques et sans pièces métalliques pour faire la liaison. Un assemblage très simple et très efficace. Bien que les bois soient parfaitement ajustés entre eux, une couche d'isolant est ajoutée entre chaque rondin pour éviter une déperdition thermique dans ces points de faiblesse.



Coupe 1:10

La construction en rondin ne remplit donc pas les conditions actuelles d'isolation thermique. Cette contrainte pousse à trouver des solutions simples et efficace. Jusqu'à maintenant la réponse la plus courante a été d'intensifier l'isolation au niveau de la toiture et sous le radier pour compenser les pertes au niveau des murs. Et dans une moindre mesure l'introduction d'une couche d'isolation à l'intérieur du mur en bois massif, ce qui compromet l'intégrité formel de la grume, et qui n'est pas des plus simple dans sa réalisation.

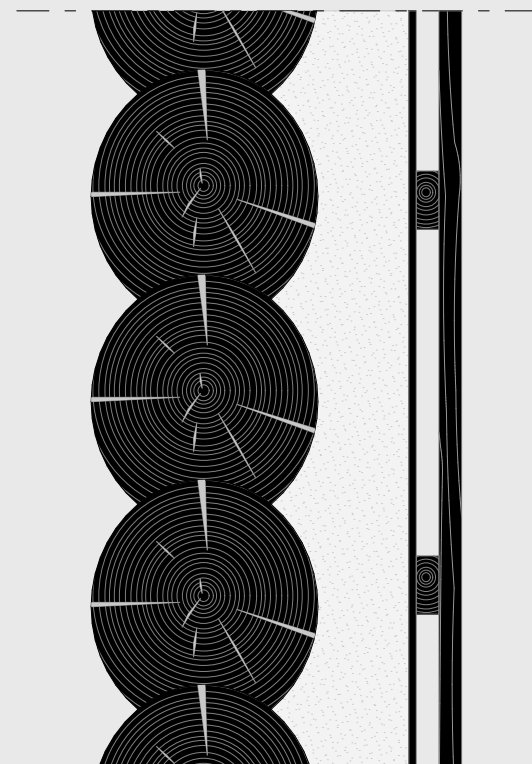
La première réponse serait d'aplanir la surface par un sciage des rondins pour venir aposer une isolation classique sous forme de panneaux. Réponse la plus radicale, elle



Coupe 1:10

inflige une perte de substance, un travail de coupe supplémentaire, ainsi qu'une transformation de la grume pour une perte du bois rond. D'Onc finalement une solution qui ne se détache pas réellement du madrier équarri, un peu comme une proposition hybride qui n'est pas satisfaisante.

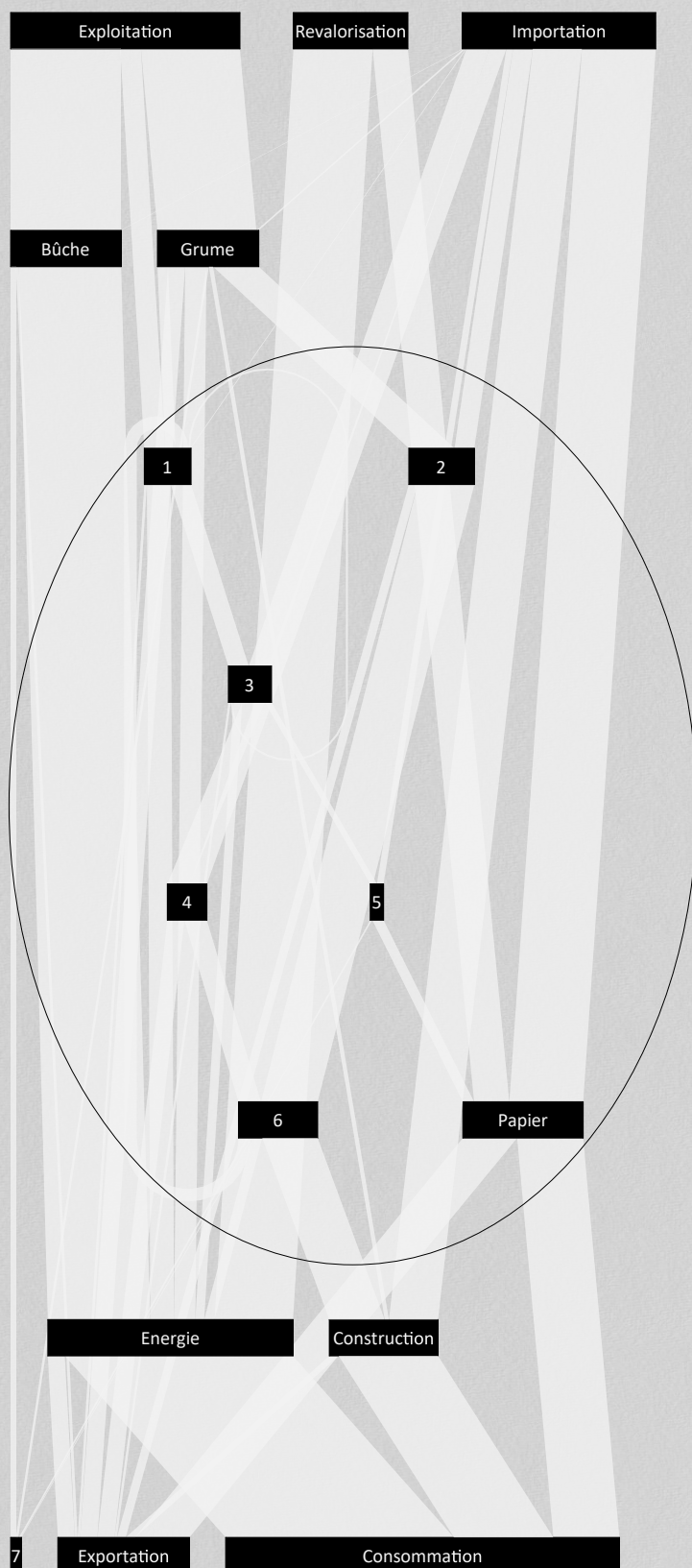
Une deuxième proposition pourrait de réemployer la technique de remplissage traditionnelle du bousillage, en venant combler les vides par du torchis, «un béton de terre» pour obtenir une surface plane sur laquelle venir isoler par des panneaux. Mais cette technique trop invasive ne permettrait pas un démontage de la structure aussi simplement qu'avec une autre variante.



Coupe 1:10

Mais la simplicité est peut-être finalement la solution la plus efficace, avec une simple couche d'isolation soufflée naturelle comme de la laine de mouton pour s'intégrer dans toutes les imperfections d'une construction en bois irrégulière. Finalement là où l'épaisseur du bois est la plus faible, et où une infiltration d'air est la plus probable, une couche d'isolation plus importante compense cette situation. Le bois étant déjà un isolant de moyenne protection, le rajout d'isolant reste modéré en terme d'épaisseur.

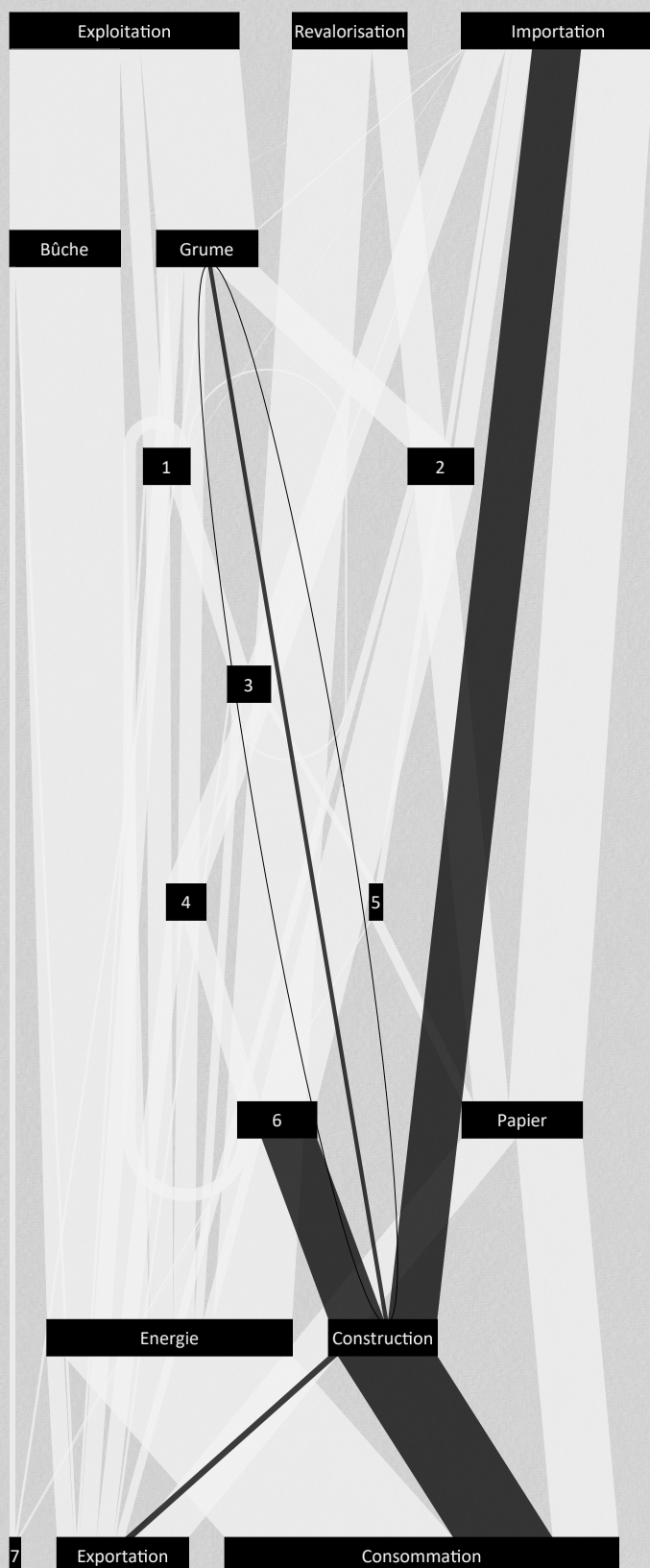
L'aspect du rondin est donc perdu sur une face, l'isolation étant priorisée sur l'esthétique, mais qui n'est finalement pas le point le plus important de toute cette démarche.



1 Bois d'industrie 2 Sciages, placages, contreplaqués 3 Bois d'industrie, seconde transformation

4 Panneaux de particules et panneaux de fibres 5 Pâte à papier et cellulose 6 Produits semi-finis 7 Pertes

En reprenant le schéma du flux du bois en Suisse, on se rend vite compte de la multitude d'étapes de transformation du bois avant d'obtenir un produit complètement fini. Chacune de ses transformation a pour effet de faire monter considérablement la valeur du bois au m³, et à l'inverse la valeur «matérielle» du bois chute complètement. Dire que sa valeur chute est peut-être un peu fort, mais contrairement à d'autres matériaux comme l'acier, le bois ne peut pas subir toutes sortes de transformations et revenir dans son état d'origine. Toute substance et forme perdues sont définitivement perdues. Les transformations sont donc irréversibles. Dans le principe d'une utilisation en cascade, le but recherché est de préserver le matériau dans sa forme d'origine et de la privilégier sur toute forme de transformation le plus longtemps possible. Le bois rond reste rond pour une, deux, trois utilisations, et même encore plus jusqu'à ne plus être utilisable. Il est ensuite envisageable de le transformer en bois de sciage, éléments de petites taille, en panneaux de fibres, et finalement en bois de chauffage. Même si pratiquement le 100 pourcent du bois fini valorisé d'une manière ou d'une autre, cette utilisation en cascade est encore très peu développée en Suisse pour ce matériaux. Le réemploi est très rare, le recyclage prévaut souvent, et le bois d'énergie est très souvent du bois neuf de feuillus, fortement dévalorisé, notamment



1 Bois d'industrie 2 Sciages, placages, contreplaqués 3 Bois d'industrie, seconde transformation

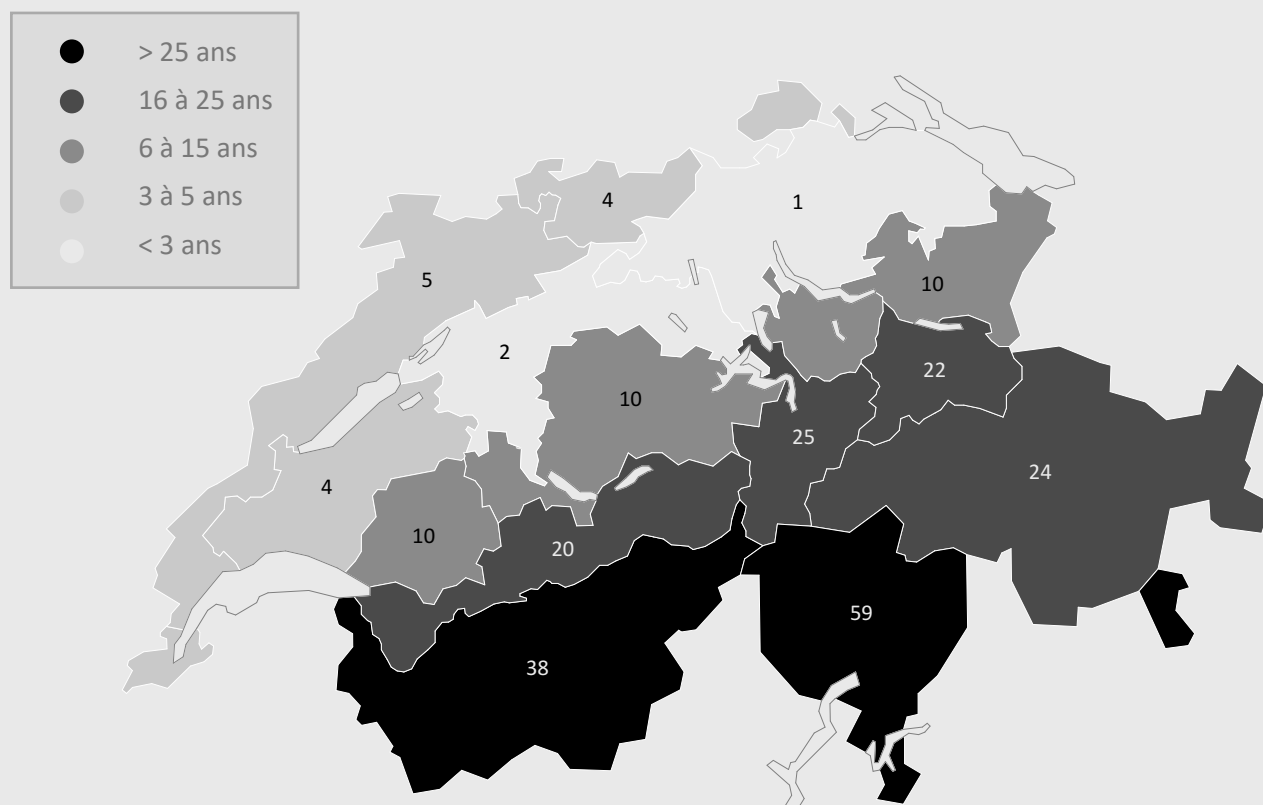
4 Panneaux de particules et panneaux de fibres 5 Pâte à papier et cellulose 6 Produits semi-finis 7 Pertes

après Lothar, qui a inondé le marché de bois et fait chuter son prix, qui a eu beaucoup de mal à se redresser. Il n'est que très peu utilisé dans la construction, malgré des possibilités toujours plus poussées, principalement grâce à la prévisualisation sur ordinateur pour optimiser les coupes et obtenir les meilleures dimensions possibles.

Toute cette problématique est frappante, surtout lorsque l'on regarde les produits finis de la construction, alors que pratiquement la moitié provient de l'étranger, en grande partie sous forme de produits transformés, et que la même quantité sort des chaînes de transformations suisses. Les grumes de bois directement utilisées dans la construction ne représentent alors que cette maigre quantité. La transformation du bois est donc une normalité persistante qui inonde le marché. Pourtant ces grumes gardent encore un large champ d'action après leur première utilisation, contrairement à des produits transformés et destiné au bois de chauffage. Il serait évidemment complètement utopiste d'imaginer que cela résoudrait les problèmes de réemploi du bois, mais sans aucun doute l'impact ne pourrait être que positif en évitant grand nombre de transformations coûteuses et malgré tout énergivores. Et peu-être revaloriser des essences jusque-là destinées en dépit de leurs qualité comme

source d'énergie. Une utilisation plus adéquate des ressources forestières, pour contrer une concurrence étrangère qui noie les exploitations forestières suisses dont plus la moitié sont déficitaires. Les charpentiers achètent dans les scieries à un prix suffisamment bas pour rester attractif lorsqu'ils revendent leurs produits et avoir une marge suffisante. Les scieries en font de même avec les exploitations forestières, qui finalement ne sont plus maîtres de leurs revenus, mais dépendent de la demande. Le marché est donc essentiellement géré par le haut, et les exploitations subissent cette pression en limitant au maximum l'activité lorsque la demande est faible, et pour la plupart ne survivraient pas sans les aides de l'état.

Les coûts moyens de l'exploitation du bois est de moins 50 CHF par m³ dans les forêts les plus favorisées, mais dans les régions alpines avec leur fortes pentes et la difficulté d'accès, ce coût peut monter à plus de 150 CHF par m³. Il est alors complètement impossible d'atteindre une rentabilité avec la menace des importations étrangères. Mais les Alpes et les Préalpes représentent le plus fort développement de la surface forestière, avec les volumes par hectare les plus élevés. Si les économies ne peuvent alors pas se faire sur l'exploitation, elles doivent s'opérer sur la suite des opérations, comme le transport, en favorisant un marché suisse et local, avec des certifications qui garantissent un bois de qualité et de provenance indigène, ainsi que sur les transformations qui doivent se faire avec parcimonie. Une grande partie de ces forêts ne sont alors plus du tout exploitées, comme le montre cette carte qui comptabilise la proportion de forêts qui n'ont pas subi d'interventions depuis plus de 50 ans.



Source: IFN3, OFEV 2015

Nous percevons encore toute la problématique des forêts alpines, sous-exploitées. Elles ne peuvent pas et ne pourront sans doute jamais s'intégrer dans un modèle économique établi sur une mondialisation des échanges de matériaux de construction, mais devront s'intégrer dans une optique de marché local, avec le moins possible de transformation de la matière. Une approche minimaliste pour réagir à la difficulté du contexte.

VI Horizons



Le renouveau d'un ancien système

Bien que l'usage des rondins de bois empilés ait été traditionnellement réservé à la construction de maisons et de bâtiments forestiers et agricoles, les possibilités offertes par cette technique n'ont pas encore été pleinement exploitées. Certes, ces structures représentent une part marginale du marché de la construction contemporain, mais dans un cadre spécifique comme celui de la Suisse, il devient impératif de ne plus négliger cette méthode au profit d'autres systèmes ou matériaux moins adaptés ou rationnels. La technique du bois empilé, loin d'être une nouveauté, s'inscrit dans une tradition millénaire et a été adoptée dans divers environnements semblables aux paysages montagneux et rigoureux de la Suisse. Cette richesse historique et cette adaptabilité font du bois empilé une option viable et pertinente pour repenser l'architecture contemporaine dans le respect des principes de durabilité et d'intégration avec l'environnement naturel.

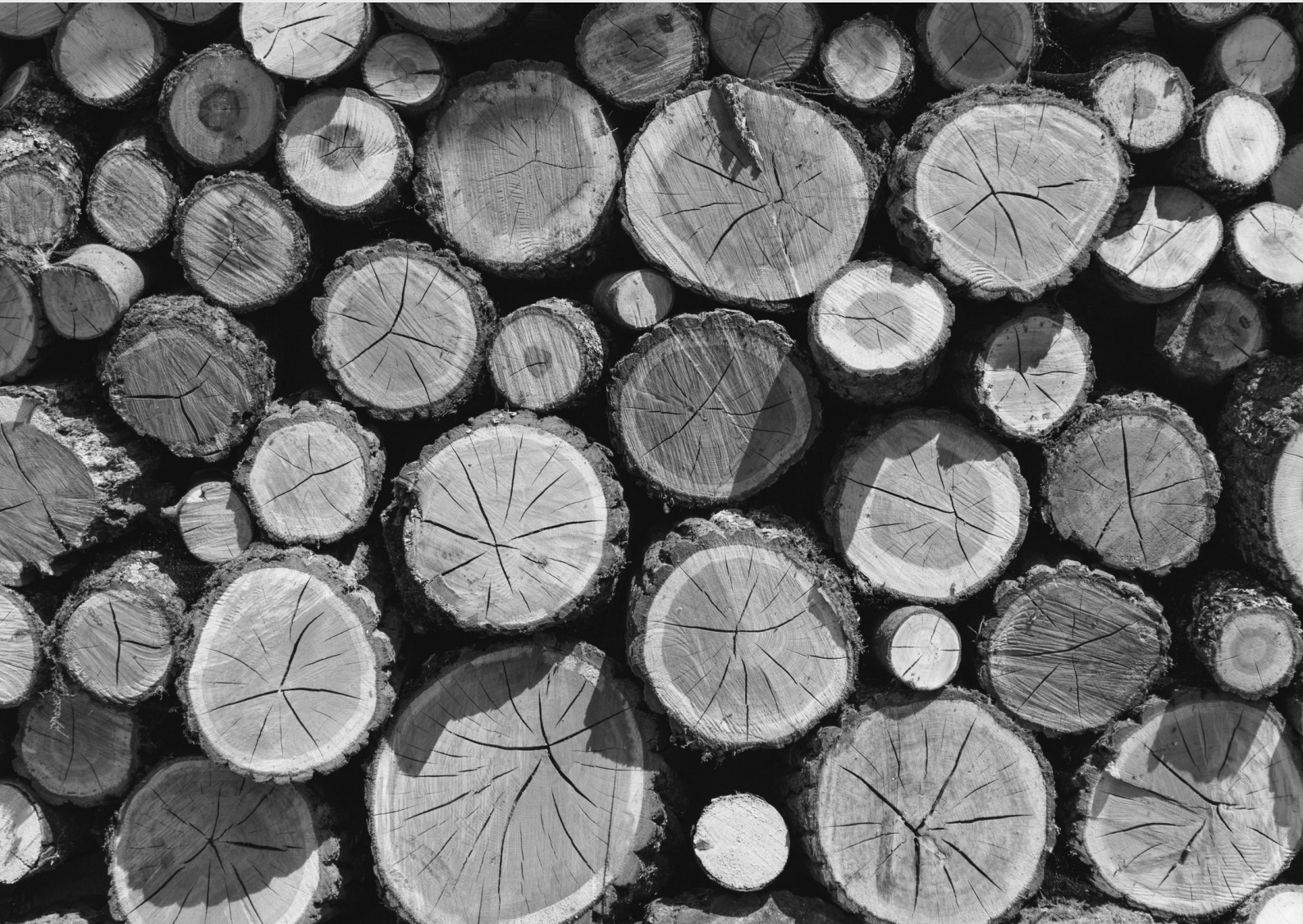
« Je considère que la disparition du genre vernaculaire est la condition déterminante pour l'essor du capitalisme et d'un mode de vie entièrement soumis à la marchandise industrielle. » Ivan Ulrich

Dans un contexte propice et avec des conditions favorables à l'essor de cette méthode, il est stimulant de redécouvrir un savoir-faire ancestral pour le mettre au service de l'innovation, créant ainsi un pont entre le passé et l'avenir. La Suisse se trouve dans une position idéale pour optimiser l'utilisation de ses ressources forestières, avant de chercher des solutions externes, et pour répondre au défi de la sous-utilisation de ses forêts. Nos forêts regorgent d'un volume de bois important, mais face à des arbres devenus trop grands, qui ne correspondent plus à nos critères de sélection pour nos standards architecturaux, nous sommes confrontés à les laisser dépérir. Au lieu de contourner ce problème en nous tournant vers l'international, nous devrions exploiter ces ressources abondantes en développant une architecture adaptée à leur caractère unique.

Bien que souvent perçue comme presque taboue dans les cercles architecturaux suisses, l'idée de construire selon des méthodes vernaculaires ne rencontre pas le même scepticisme dans les pays moins favorisés. Est-ce que le fait d'avoir la capacité de construire différemment nous oblige à nous éloigner de siècles de traditions? L'architecture suisse s'est distancée des spécificités de son territoire. Mais nous réintégrer des pratiques enracinées dans notre héritage culturel et environnemental, tirant parti de notre histoire et de nos ressources locales pour répondre aux défis contemporains.

« Se contenter d'assez quand plus est possible est à la fois intuitif et rationnel sur les plans personnel, collectif et écologique. Et, sous contrainte écologique planétaire, c'est éthique. » Thomas Princen

Nous pouvons observer la nature comme un « catalogue », qui suggère une approche de conception architecturale où chaque bâtiment est unique, façonné à partir des ressources offertes par la nature environnante. Dans cette vision, les



bâtiments ne sont pas seulement conçus pour coexister avec la nature, mais pour en être une extension, en utilisant de manière durable et respectueuse les richesses qu'elle offre. Minimiser l'impact également dès la phase de conception. Pourquoi devoir protéger le bois avec pleins de traitements polluants et ne permettant parfois pas le réemploi de la matière, alors qu'une simple conception architecturale plus réfléchie peut protéger la matière sans la traiter.

Dans le principe d'une utilisation en cascade, le bois subit une dépréciation à chaque étape de transformation, ce qui signifie qu'une fois modifié, il ne peut retrouver son état originel, chaque modification entraînant une perte de substance et de valeur. Finalement, sa dernière étape d'utilisation aboutit souvent à la combustion. Cependant, cette vision néglige le potentiel de réutilisation et de recyclage du bois avant qu'il n'atteigne ce stade terminal. En optimisant l'usage du bois dès sa première transformation, on peut minimiser les pertes et valoriser le matériau à travers différentes vies, retardant ainsi sa conversion en énergie par combustion. Ce processus souligne l'importance d'une approche plus durable et réfléchie dans la gestion des ressources naturelles, où le bois, en tant que matériau renouvelable, est utilisé de manière à maximiser son potentiel à chaque étape de son cycle de vie.

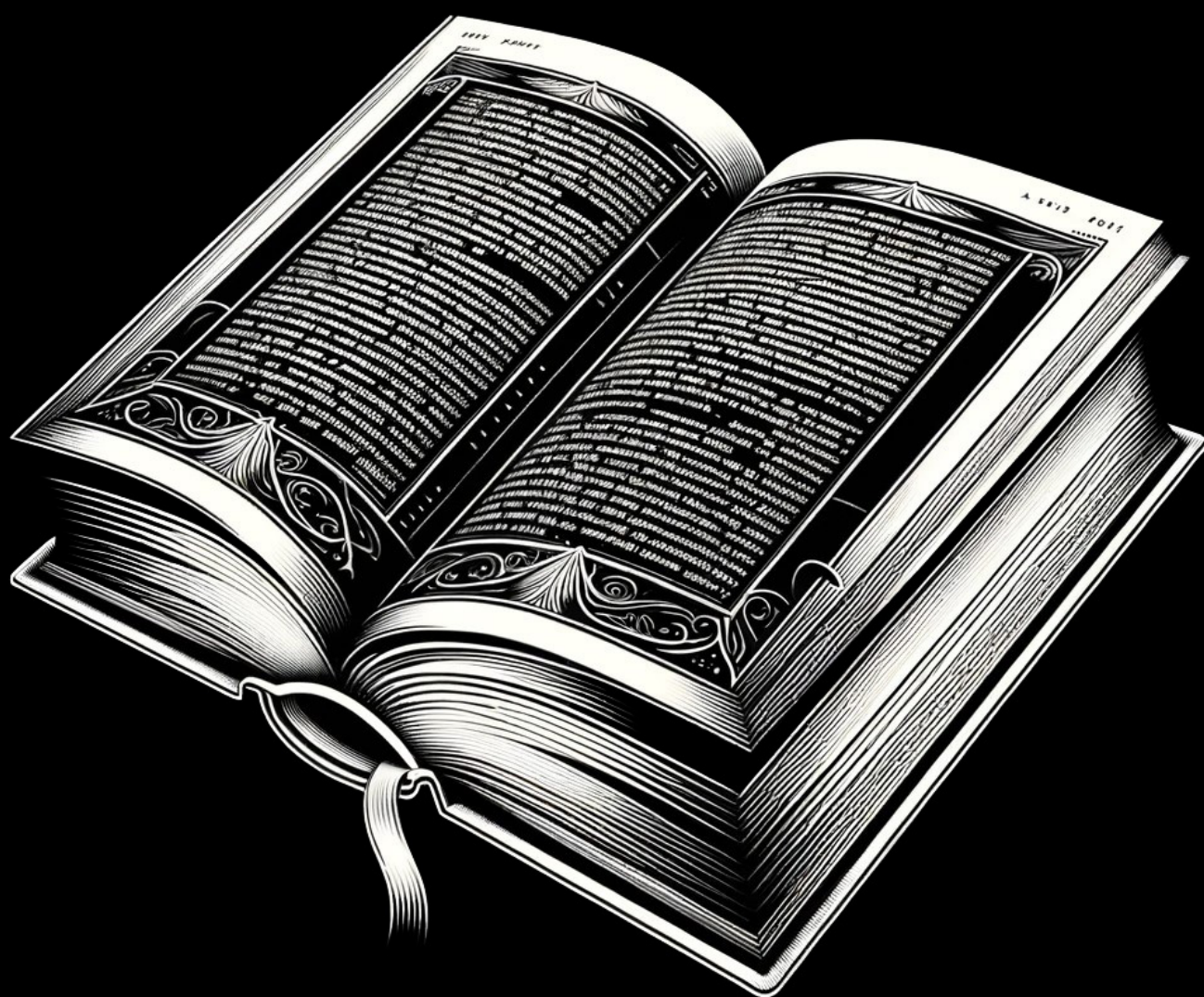
Pourquoi toujours transformer absolument un matériaux alors que dans sa forme la plus élémentaire il peut déjà répondre à de nombreuses fonctions Au commencement d'un projet, les questions de la nécessité, de la cohérence et des objectifs du projet de construction permettraient d'effectuer une pesée d'intérêts entre les besoins de l'être humain et les impératifs écologiques : la sobriété est de mise.

Peut-être pourrait-on envisager une construction en bois rond empilé sous un jour nouveau, comme si l'on contemplait un tas de grumes dans une forêt, prêt à l'emploi. Toutefois, contrairement à un simple stockage traditionnel, cette méthode offre le privilège d'habiter ces structures. Un entreposage fonctionnel qui, arrivé en fin de vie, peut être facilement démonté, avec ses assemblages sans vis ou jonctions métalliques, prêt à être reconstruit ailleurs, réincorporé dans de nouveaux projets, ou transformé à d'autres fins. Parce finalement, il est pratiquement dans son état d'origine. Le bois rond conserve ainsi une flexibilité exceptionnelle, ouvrant la porte à une multitude de réutilisations, lui attribuant potentiellement d'innombrables existences. L'histoire de nos constructions, résistantes depuis sept siècles aux rigueurs de notre climat, témoigne de la robustesse et de la durabilité de ce matériau exceptionnel.

En tant qu'architecte, je suis pleinement conscient des responsabilités inhérentes à notre discipline. Nous jouons un rôle clé dans le secteur de la construction, au centre de toutes les décisions, et l'impact de nos choix a une portée considérable. Face aux défis environnementaux actuels, il est impératif d'agir avec prudence et réflexion. Chaque décision prise au cours d'un projet peut entraîner des conséquences majeures. Au-delà de la simple question environnementale, il est de bon sens d'adopter une approche plus rationnelle, en évitant de se perdre dans des idéaux utopiques pour plutôt s'ancrer dans la réalité du contexte qui est le nôtre, afin de proposer des solutions tangibles pour un avenir meilleur. L'idée est de construire en utilisant les ressources disponibles localement, en économisant les moyens et en réduisant notre impact sur l'environnement. Il s'agit de minimiser l'utilisation de ressources non renouvelables et de maximiser leur usage avant leur élimination définitive. Promouvoir l'économie circulaire, préserver l'existant avant de systématiquement envisager du neuf, sont des démarches essentielles pour élargir nos perspectives et contribuer à un avenir plus durable.

Mais peut-être que la plus grande des difficultés dans ma démarche est de convaincre les Suisses de revenir vers une architecture vernaculaire. L'image vieillote et catégorisée de cette tradition, qui est automatiquement écartée de toute éventualité de l'incorporer au projet d'architecture. Ne pas percevoir le vernaculaire comme un tas de vieux bouts de bois, mais comme des centaines d'années d'expérimentation face au climat alpin dans une réserve de ressources qui lui est propre. A travers le projet, je me fixe pour mission d'offrir un futur à nos traditions architecturales.

VII Sources



Bibliographiques

Natterer Julius, Sandoz Jean-Luc, Martial Rey, *CONSTRUCTION EN BOIS - Matériau, Technologie et Dimensionnement*, Traité de Génie Civil, volume 13, EPFL Press, 17 novembre 2011

Hofer Peter, Richter Klaus, *Le bois, matériau écologique : chiffres, faits et arguments relatifs à l'environnement*, Lignum Edition, Zurich, 1996

Aeschbacher Christoph, *Protection du climat, efficacité énergétique en bois: bases*, Lignum Edition, Le Mont-sur-Lausanne, 2011

Deplazes Andrea, Fischer Jürg, Ragonesi Marco, *Construction massive en bois*, Lignum Edition, Le Mont-sur-Lausanne, 2007

Kolb Josef, *BOIS système constructifs*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2011

Pomponi Francesco, Catherine De Wolf Catherine, Moncaster Alice, *Embodied Carbon in Buildings Measurement, Management, and Mitigation*, Springer International Publishing AG, 2018

Graf Pannatier Elisabeth, *L'avenir des forêts suisses*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2005

Prévost Violaine, Concheiro Isabel, Picon Antoine, Weinand Yves, Rocher Yann, Catsaros Christophe, Neff Jean-Pierre, *Les Cahiers de l'IBois*, 2, EPFL Press, Lausanne, 2020

Fromonot Françoise, Berthier Stéphane, Rocher Yann, *Les Cahiers de l'IBois*, 1, EPFL Press, Lausanne, 2020

Comment Audanne, *Du hêtre en structure pour mieux exploiter les ressources forestières*, Espazium, 2023

Guggenbühl Paul, *Unsere einheimischen Nutzhölzer*, Dietikon, 1980

Potentiel d'exploitation du bois dans les forêts suisses, Office fédéral de l'environnement OFEV, Berne, 2011

Senn Eda, *L'énergie grise d'un projet de construction, enjeux environnementaux, cadre juridique et architecture*, énoncé théorique de master, sous la direction du Prof. Thalmann Philippe et du Prof. Fivet Corentin, janvier 2022

Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Forestry for a low-carbon future, Integrate forests and wood products in climate change strategies*, Rome, 2016

De Laage Mathilde, *À l'heure où poussent les forêts de demain*, Espazium, 2022

Mérigeaux Lucie, Joyet Ariane, *Construire en bois indigène Label Bois Suisse*, Lignum, Economie suisse du bois, 2021

Annuaire La forêt et le bois 2022, Office fédérale de l'environnement OFEV, Berne, 2022

Brändli Urs-Beat, Abegg Meinrad, Allgaier Leuch Barbara, *Inventaire forestier national suisse, Résultats du quatrième inventaire 2009 - 2017*, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL, Birmensdorf, 2020

Supports

Braghieri Nicola, *Figuration et représentation de l'architecture*, cours donné en bachelor à l'EPFL, semestre d'automne 2018

Fivet Corentin, *Building design in the circular economy*, cours enseigné en master en architecture à l'EPFL, semestre d'automne 2023

Collaborations

Schmid Didier Grimpeur, élagueur, Didier Schmid Sàrl

Riesenmey Yvan Entrepreneur forestier, BMEF SA

Emilio Sedenò Contremaître, scierie Dutoit SA

Florian Volet Charpentier, directeur, Kurth AG

Images

1 Eau-forte de Johann Rudolf Schellenberg, tirée de l'ouvrage de Hans Rudolf Schinz Beyträge zur nähern Kenntniss des Schweizerlandes, 1784

2 Photo d'archive de l'institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL

3 Photo prise par le groupement forestier de Leysin, les Ormonts

4 Maquette réalisée sur la base d'un relevé de par Fanny Ladusa dans le cadre du cours de figuration et représentation graphique donné à l'EPFL en mai 2018

5 Maquette des archives de la construction moderne de l'EPFL de conception inconnue

6 Maquette réalisée par Tristan Kramer, Mathieu Stutz, Zelal Sari et Louis Viandier dans le cadre du cours de figuration et représentation graphique donné à l'EPFL en mai 2019

7 Maquette des archives de la construction moderne de l'EPFL de conception inconnue

8 Photos de la collection Documenta Natura de la bibliothèque de l'EPFZ, Hans Kobi, Roger Huber

9 et 10 Schémas du cycle du carbone dessinés personnellement

11 Photos réalisées par l'entreprise qui a conçu le refuge, Gabe Loge Homes Sàrl

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont soutenu et accompagné durant la rédaction de cette thèse.

Je souhaite aussi remercier mon directeur de thèse et les membres de la communauté académique pour leurs échanges stimulants et leur soutien académique, qui ont enrichi ma réflexion et contribué à la qualité de ce travail.

Un merci particulier s'adresse à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à ma recherche, en partageant leur savoir, leur temps et leur expérience.

Cette thèse est le fruit d'un travail collectif, réalisé dans un contexte qui n'a pas toujours été favorable. Chaque mot ici présent porte l'empreinte de votre soutien et de votre bienveillance. Pour tout cela, je vous suis profondément reconnaissant.



