



## **studio Weinand 2024-25** **Le bois comme ressource,** **du territoire à la matière** **ép. III : un auditoire éphémère en bois brut**

### Questionner la valeur environnementale du bois industrialisé

La construction en bois, en mettant en œuvre une ressource à la fois renouvelable et recyclable, démontre un meilleur bilan énergétique que d'autres matériaux, tels que le béton ou le métal. Cependant, plusieurs facteurs de ce calcul permettent de mettre en doute les vertus environnementales de la construction bois contemporaine.

La première problématique est celle de l'origine géographique et du parcours effectué par la ressource primaire dans l'approvisionnement du secteur de la construction. Aujourd'hui en Suisse, seule la moitié du bois utilisé provient du territoire national, et cette proportion tend encore à diminuer dans le secteur précis de la construction<sup>1</sup>. Avec le développement de l'industrie du bois et l'augmentation de la demande, les sites de production et d'usinage se sont décentralisés autour de pôles performants à grande échelle aux dépens des petites scieries locales. Au-delà de la question de la distance entre le lieu de croissance de l'arbre et celui de son exploitation, chaque transformation induit aussi un déplacement qui augmente encore le bilan carbone du produit fini. Il faut ajouter à cela la quantité non négligeable de produits synthétiques ajoutés, comme les colles et solvants utilisés pour la fabrication par exemple du lamellé-collé ou le traitement externe du bois. C'est donc toute la chaîne de production et de transformation qui doit être interrogée afin de réduire l'impact environnemental de la construction bois.

La seconde problématique est celle du rendement. L'industrialisation du bois a eu aussi pour conséquence d'imposer des critères morphologiques à l'approvisionnement en bois. Ainsi, en favorisant les troncs les plus droits et de grand diamètre, c'est toute une partie de la production forestière dont les géométries n'entrent pas dans les standards d'usinage qui n'est pas rentabilisée, le plus souvent éclaircie pour favoriser la croissance des éléments sélectionnés. De plus, dans la plupart des processus de coupe, le produit fini ne nécessite qu'une partie ciblée de l'arbre, augmentant encore la proportion de bois non-valorisé. Par exemple, pour la production d'une poutre standardisée en bois massif, le volume de près de deux fois et demi celui du volume final est nécessaire<sup>2</sup>. Aujourd'hui en Suisse, cette quantité de bois non-utilisé est majoritairement utilisée dans le secteur de l'énergie mais ne trouve pas encore sa place dans celui de la construction. En plus de poser la question du rendement, la transformation du bois agit aussi sur la qualité du matériau<sup>3</sup> : l'épaisseur de protection que constitue la partie externe des troncs est supprimée, rendant le bois plus vulnérable, et la coupe à travers les chaînes cellulaires naturelles du bois en compromet les performances structurelles<sup>4</sup>.

1: <https://www.lignum.ch/>

2: idem

3: Jeffrey Cook, "Explorations of Roundwood Technology in Buildings," In: Vance, Regina K et al. *Ponderosa pine ecosystems restoration and conservation: steps toward stewardship*; 2000 April 25-27. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 166-170. 22 (2001): 166-170.

4: Martin Self, "Hooke Park, Applications for Timber in Its Natural Form," in *Advancing Wood Architecture, A Computational Approach*, 1st ed. (Routledge, 2016), 141-153.

Agir sur ces différents facteurs nécessite d'interroger la provenance géographique de la ressource, la qualité de l'exploitation forestières mais aussi le caractère de l'arbre lui-même en tant qu'entité. D'où le bois utilisé provient-il ? Quel chemin a-t-il parcouru depuis son abatage jusqu'à sa mise en œuvre sur un chantier de construction ? Quelles transformations a-t-il subi ?

Une fois ces informations identifiées, comment est-il possible d'intervenir dans la chaîne de production ? Comment réduire à la fois les interventions et les kilomètres parcourus ? Quelle(s) architecture(s) pourraient mettre en œuvre un matériau au plus proche de son état brut ?

#### Mettre les outils numériques au service d'un retour au bois brut dans la construction

Après plusieurs années à travailler sur le sujet des timber plates structures (2005-23), le laboratoire IBOIS dirigé par le professeur Yves Weinand a aujourd'hui l'ambition d'intégrer ces problématiques en se concentrant sur le sujet spécifique du bois rond, de l'extraction de la ressource à son intégration dans les domaines de l'architecture et de l'ingénierie.

Une première recherche, menée par Petras Vestartas (arch., Phd. EPFL, 2017-2021) à l'occasion de son travail de thèse intitulé « Design-to-Fabrication Workflow for Raw-Sawn-Timber using Joinery Solver », explore l'apport potentiel des nouvelles technologies de conception et de fabrication numérique dans l'utilisation du bois brut pour la réalisation de structures complexes<sup>5</sup>. A travers ce travail, P. Vestartas interroge la possible minimisation de la transformation du bois par l'usage du scan 3D et la capacité de la robotique à réaliser des assemblages dans des pièces de bois rond de géométrie variable. En s'inspirant de principes d'assemblage issus de la construction traditionnelle, il propose et analyse des assemblages bois-bois novateurs usinés sur du bois brut.

Ce premier jalon marque le début d'un projet de recherche à plus grande échelle qui se poursuit avec le travail de Damien Gilliard (ing. arch., Phd. Candidate, 2023-). Son travail de thèse, intitulé « Biotope-aware round wood architecture »<sup>6</sup>, qui participe au consortium de recherche MainWood<sup>7</sup> (ETH Zürich, EPFL, EMPA, WSL) questionne le rapport entre l'exploitation forestière et la production de bois pour le domaine de la construction. Les changements climatiques ayant en effet une influence sur la quantité et la qualité de la matière première, il devient alors nécessaire à la fois d'anticiper au mieux ces évolutions en informant les pratiques forestières, mais aussi de transformer le rapport au matériau en intégrant les concepts de production variable et de coupe sélective. D. Gilliard va mettre en place une technique de scan 3D de forêts dans le but d'établir une nouvelle base de connaissances des dynamiques forestières ainsi que des scénarios d'exploitation.

Avec l'ambition de réinventer une architecture contemporaine en bois rond ou brut, ces expérimentations illustrent la problématique fondamentale de la relation entre low-tech et high-tech. Le bois rond, utilisé depuis des millénaires dans la construction, est un matériau utilisé à l'état brut, sans plus de transformation que la coupe ou des assemblages simples, réalisés à l'aide d'outils manuels. Depuis l'arrivée du numérique dans l'industrie, de nouvelles technologies offrent différents supports spécialisés tout aussi bien dans l'analyse des qualités physiques et structurelles d'un matériau, que dans la conception assistée ou encore la fabrication et la construction de grande précision. Avec le développement de ces outils innovants, il est aujourd'hui possible de confronter l'aspect et la charge culturelle low-tech du bois brut et des techniques de travail high-tech<sup>8</sup>.



5: Petras Vestartas, "Design-to-Fabrication Workflow for Raw-Sawn-Timber Using Joinery Solver" (PhD Dissertation, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2021).

6: <https://www.epfl.ch/labs/ibois/research/ongoingresearch/biotope-aware-round-wood-architecture/>

7: <https://www.mainwood.ch/>

8: Michael Dickson and Dave Parker, "The Opportunity of Roundwood Construction," in *Sustainable Timber Design*, 1<sup>st</sup> ed. (Routledge, 2014), 37–50.

#### Expérimenter une chaîne de production innovante de l'arbre à la réalisation

Si ces différentes recherches abordent certains aspects techniques du circuit de production du bois dans le domaine de la construction en essayant de rationaliser l'exploitation et réduire l'impact environnemental, elles esquissent un changement de conception qui doit aussi se répercuter à l'échelle de l'architecture. En proposant un terrain d'expérimentation ouvert, l'enseignement du projet peut être le support d'une telle innovation. Dans la continuité de ces recherches, le studio Weinand propose ainsi dès le semestre d'automne 2023 une série d'ateliers sur le thème du bois comme ressource, en faisant le lien entre territoire et matière.

Le premier épisode de cette série (automne 2023) a d'abord été consacré à une étude de précédents architecturaux qui a permis de remettre dans son contexte l'utilisation du bois rond ou brut à l'échelle de la structure puis du détail. Une expérimentation sous la forme de prototypes a ensuite été réalisée afin de confronter la recherche fondamentale à la pratique de la construction, manuelle tout aussi bien que digitale. Le second épisode (printemps 2024) s'est concentré sur le développement d'une proposition structurelle et architectural pour une école professionnelle du bois dans les Alpes françaises. Ce projet a été l'occasion de mettre à profit les études précédentes en questionnant à travers l'architecture l'ensemble de la chaîne de production et d'acteurs du secteur de la construction bois de la région.

Ces premiers épisodes permettent de comprendre que l'utilisation d'un matériau naturel dans son état brut nécessite de remettre en question la notion de standard. Chaque arbre possède ses propres caractéristiques géométriques – comme la section et les variations de diamètre du tronc, les proportions et dimensions des branchages, etc., structurelles et esthétiques. L'ambition de repenser une architecture en bois rond exige donc l'intégration de ces paramètres dès la phase de conception. Aujourd'hui, la technologie du scan 3D offre la possibilité de capturer la réalité physique d'un site grâce à l'enregistrement d'un nuage de points référencés selon leur position dans l'espace. Particulièrement adapté au relevé du bâti ancien ou au maillage morphologique d'un territoire, il est aussi possible de l'utiliser dans le cadre de la recherche forestière et permet d'obtenir des bibliothèques précises de profils d'arbres existants. Un des objectifs de la création de ces bibliothèques est de pouvoir constituer une base de données pour la réalisation de projets architecturaux spécifiques.

Pour le troisième épisode de cette série, le studio d'automne 2024 propose donc d'implémenter une série d'outils numériques de scan et modélisation 3D comme base de développement de projet pour expérimenter la chaîne de production entre l'arbre et la construction. L'application de ces outils numériques, qui fait l'objet de la recherche doctorale de D. Gilliard, se divise en trois phases : d'abord le scan de troncs ou d'arbres en pied en 3D, puis l'agencement des troncs scannés selon une composition structurelle et la résolution des assemblages entre ces troncs. Ces différentes applications feront l'objet d'une série workshops sous la forme de travaux dirigés en début de semestre afin que ces outils soient intégrés dès le début du processus de recherche architecturale et conceptuelle. C'est sur l'interdépendance de ces outils numériques dans le développement du projet architectural que se base cette chaîne de production innovante pensée pour remettre la ressource au plus proche de son état brut au centre du processus de conception puis de construction.



## Contexte : le Forum Bois Construction 2024 au Grand Palais à Paris

Le Forum International Bois Construction (FBC) est un événement qui rassemble les professionnels de la construction en bois. Organisé sur plusieurs jours, il permet aux partenaires de pouvoir présenter leurs travaux et innovations lors de présentations et d'une exposition. Le FBC est l'organe français du Forum Holzbau, créé en 1995 en Allemagne, et s'organise annuellement dans différentes villes françaises.

Après une première édition dans la capitale en 2021, l'évènement revient à Paris en février 2025 autour du thème « Stratégie Climat 2050 ». Cette nouvelle édition a pour ambition de démontrer le rôle essentiel de la forêt, du bois et des matériaux biosourcés dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Ce forum se tiendra cette année sous la fameuse verrière du Grand Palais. En 2021, le site étant en rénovation, l'évènement avait eu lieu dans un pavillon éphémère conçu par l'architecte Jean-Michel Wilmotte. Le Grand Palais a fait l'objet depuis d'une importante rénovation menée par le bureau Chatillon Architectes, qui s'achève pour la nef centrale à l'été 2024 avec l'accueil de Jeux Olympiques et durera jusqu'en 2025 pour le reste du bâtiment.

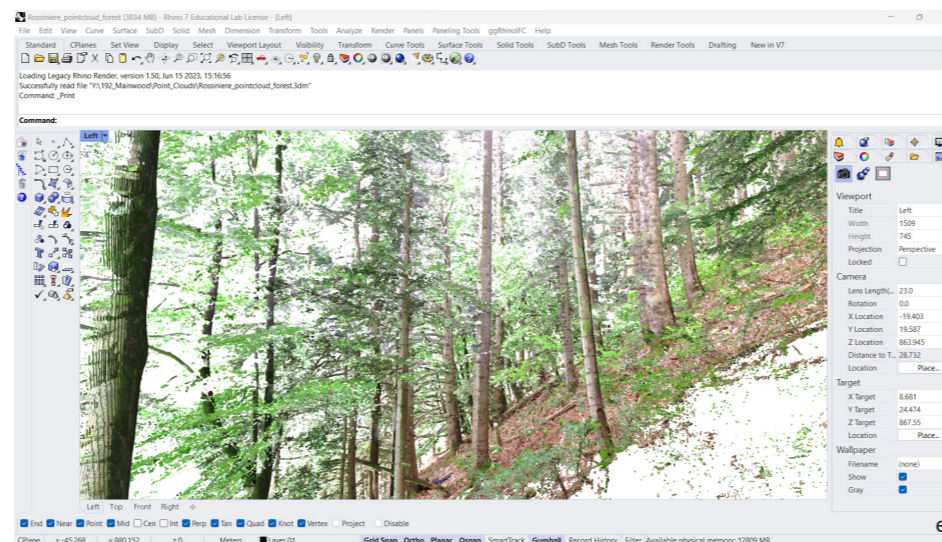
Le Grand Palais est un monument situé sur l'avenue Winston-Churchill, dans le 8ème arrondissement de Paris, érigé pour accueillir de grandes manifestations et inauguré à l'occasion de l'exposition universelle de 1900. Sur la surface totale de 77'000 m2 que compte le bâtiment, l'espace le plus emblématique demeure la nef centrale, d'une longueur de 200 m, dont la toiture entièrement vitrée culmine à 60 m de haut. C'est cet espace mythique qui doit accueillir en février prochain le FBC 2025. La partie réservée aux stands d'exposition sera organisée avec les structures préfabriquées en bois déjà utilisées pour les anciennes éditions. L'installation dédiée aux conférences et interventions devra quant à elle être construite : en effet, à la différence des centres de congrès dans lesquels prend habituellement place le forum, il n'y a pas de salle dédiée à ce type d'évènement dans cet espace particulier. D'une capacité de 200 personnes assise pour le public, cette installation doit permettre d'accueillir des interventions individuelles ou collectives qui pourront être accompagnées d'une projection sur un écran. Malgré les dimensions importantes de l'espace de la nef, cet auditoire devra proposer un espace isolé du reste du salon tout autant en termes d'acoustique que de visibilité.

## Sujet : un auditoire éphémère pour le Grand Palais

L'exercice du troisième épisode de cette série d'ateliers consacrée à questionner le lien entre territoire et ressource consistera en la conception architecturale et technique d'un auditoire éphémère en bois brut destiné à accueillir des manifestations dans la nef centrale du Grand Palais sur la base de l'utilisation d'outils numériques de scan et de modélisation 3D.

La première partie du semestre sera consacrée à l'introduction à ces différents outils sous la forme de workshops. En alternance avec des moments de travail individuel au studio, cette phase aura pour objectif de développer d'abord un système structurel modulaire et autoportant en bois rond ou brut, mettant en œuvre des assemblages bois-bois. Une restitution de cette première partie aura lieu en semaine 6.

La seconde partie du semestre sera ensuite dédiée au développement du projet. Sur la base d'apports techniques en termes d'acoustique, il s'agira de démontrer les qualités spatiales et techniques de la proposition au vu de son contexte particulier. Seront aussi examinés les aspects de modularité,



4

5

préfabrication potentielle et démontage. Cette seconde partie se terminera par une semaine de prototypage en semaine 13, qui sera l'occasion de tester certains détails constructifs, puis une présentation finale du travail en semaine 14.

## Méthode : atelier - cours/rencontres/visites

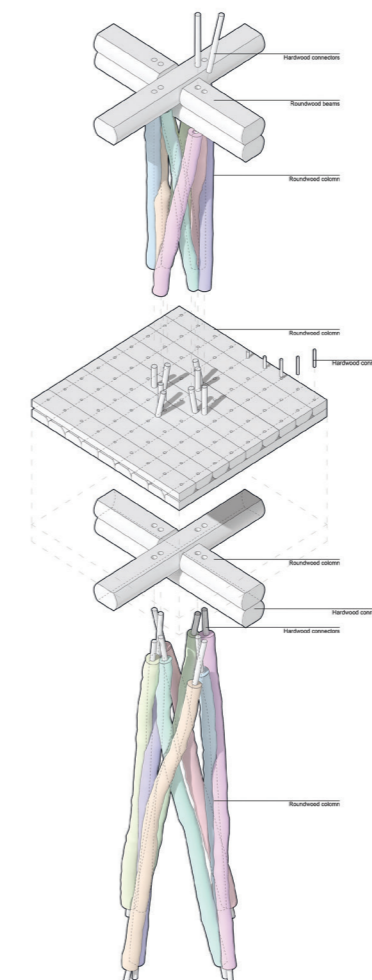
Le travail d'atelier occupe une place prépondérante dans le programme du semestre, la présence est donc requise sur les journées de la semaine dédiées à cet enseignement. Un accompagnement du professeur Yves Weinand et de l'équipe du laboratoire – Damien Gilliard (ing. arch., Phd. Candidate), Agathe Mignon (arch., Phd., collaboratrice scientifique), Andra Settini (arch., Phd. Candidate) et Joseph Tannous (arch., Phd. Candidate), sera assuré tout au long du semestre pour encadrer le développement des projets.

De manière ponctuelle, des rdvs seront fixés pour des présentations intermédiaires. La recherche dans le secteur de la construction bois, et plus encore dans celui de l'innovation technique et numérique, exige par ailleurs un intérêt pour des aspects particuliers de l'architecture et du bâtiment. A travers diverses interventions de chercheurs, spécialistes et professionnels, le programme du semestre a aussi pour ambition d'offrir une introduction dynamique et appliquée à ces problématiques. Ces événements seront partagés entre des cours ex-cathedra, des invitations ou des visites sur site ou en entreprises.

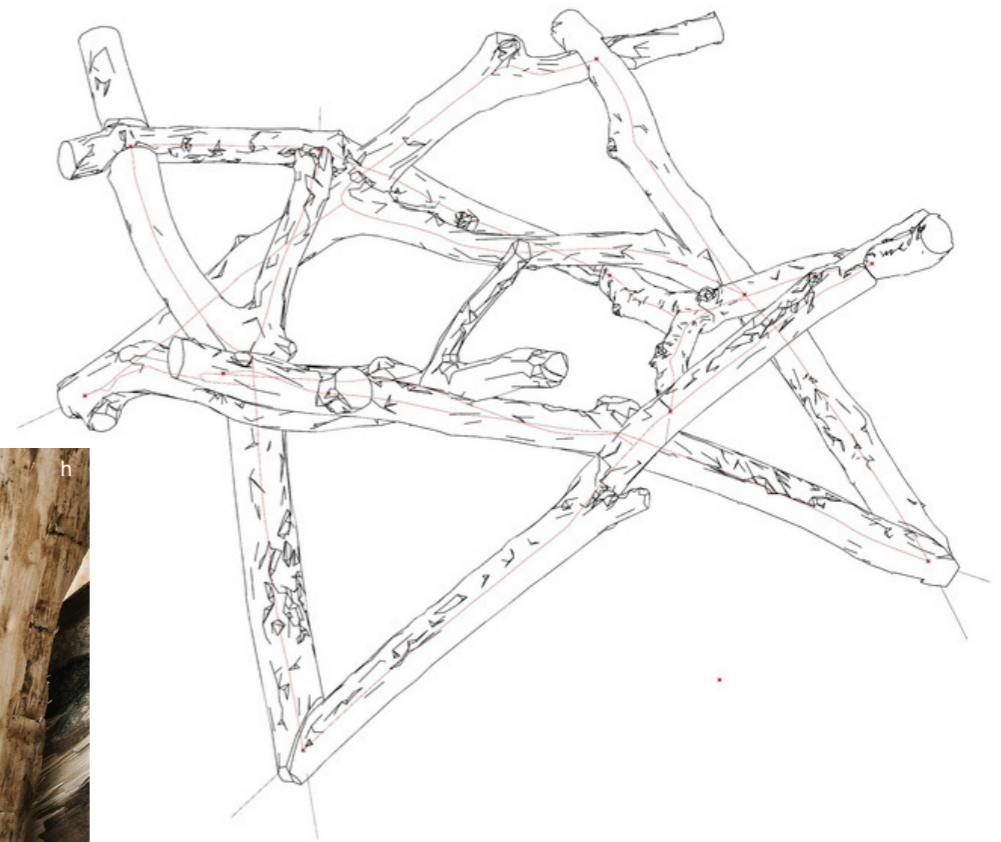
## Evaluation : contrôle continu et critiques

L'évaluation est partagée entre un contrôle continu (présence et participation tout au long du semestre, travail en atelier) et des appréciations ponctuelles à l'occasion des critiques.

f



<b>P1</b>	<b>recherche digitale : le bois rond, du scan 3D à la résolution d'assemblages</b>	> développer un système structurel modulaire et autoportant en bois rond, réalisé à l'aide d'assemblage bois-bois, sur la base d'une bibliothèque de scan 3D de grumes/d'arbres
09.09 10.09	(1) présentation : IBOIS / semestre A24 / P1 cours : <u>construction bois</u> <b>workshop 1 &amp; 2</b>	
16.09 17.09	(2) férié <b>workshop 3</b>	
23.09 24.09	(3) unlearning center cours : <u>les outils et assemblages du bois</u> <b>workshop 4</b>	
30.09 01.10	(4) studio	> sur la base des workshops 1 à 4, développer un système structurel modulaire et autoportant en bois rond
07.10 08.10	(5) studio	
14.10 15.10	(6) critique intermédiaire présentation : P2 cours : <u>Grand Palais</u>	> modèle 3D et représentation 2D du système développé
21.10 22.10	vacances	
<b>P2</b>	<b>application architecturale : un auditoire éphémère en bois brut</b>	> développer une proposition architecturale et technique pour un auditoire en bois rond démontable destiné à des manifestations dans le Grand Palais à Paris
28.10 29.10	(7) <u>cours : les principes acoustiques</u> formation GIS	
04.11 05.11	(8) studio	
11.11 12.11	(9) discussions à la table	> démonstration des capacités du projet en terme de modularité, de préfabrication et de montage
18.11 19.11	(10) studio	
25.11 26.11	(11) discussion à la table	> démonstration des qualités spatiales et techniques de la proposition dans le contexte d'une manifestation au Grand Palais à Paris
02.12 03.12	(12) préparation prototypage	
09-13. 12	(13) prototypage	
16-20. 12	(14) critique finale exposition	> modèle 3D et représentation 2D du projet représentation immersive maquette physique et prototype



bibliographie :

*Advanced Timber Structures: Architectural Designs and Digital Dimensioning*, Yves Weinand (Basel: Birkhäuser, 2017).

*Les cahiers de l'Ibois 1 à 4*, Collectif (Lausanne: EPFL Press, 2020-24).

*Design of Integrally-Attached Timber Plate Structures*, Yves Weinand. (Abingdon, Oxon ; New York, NY: Routledge, 2022).

*Le pavillon en bois du Théâtre de Vidy*, Première édition, Yves Weinand (Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 2017).

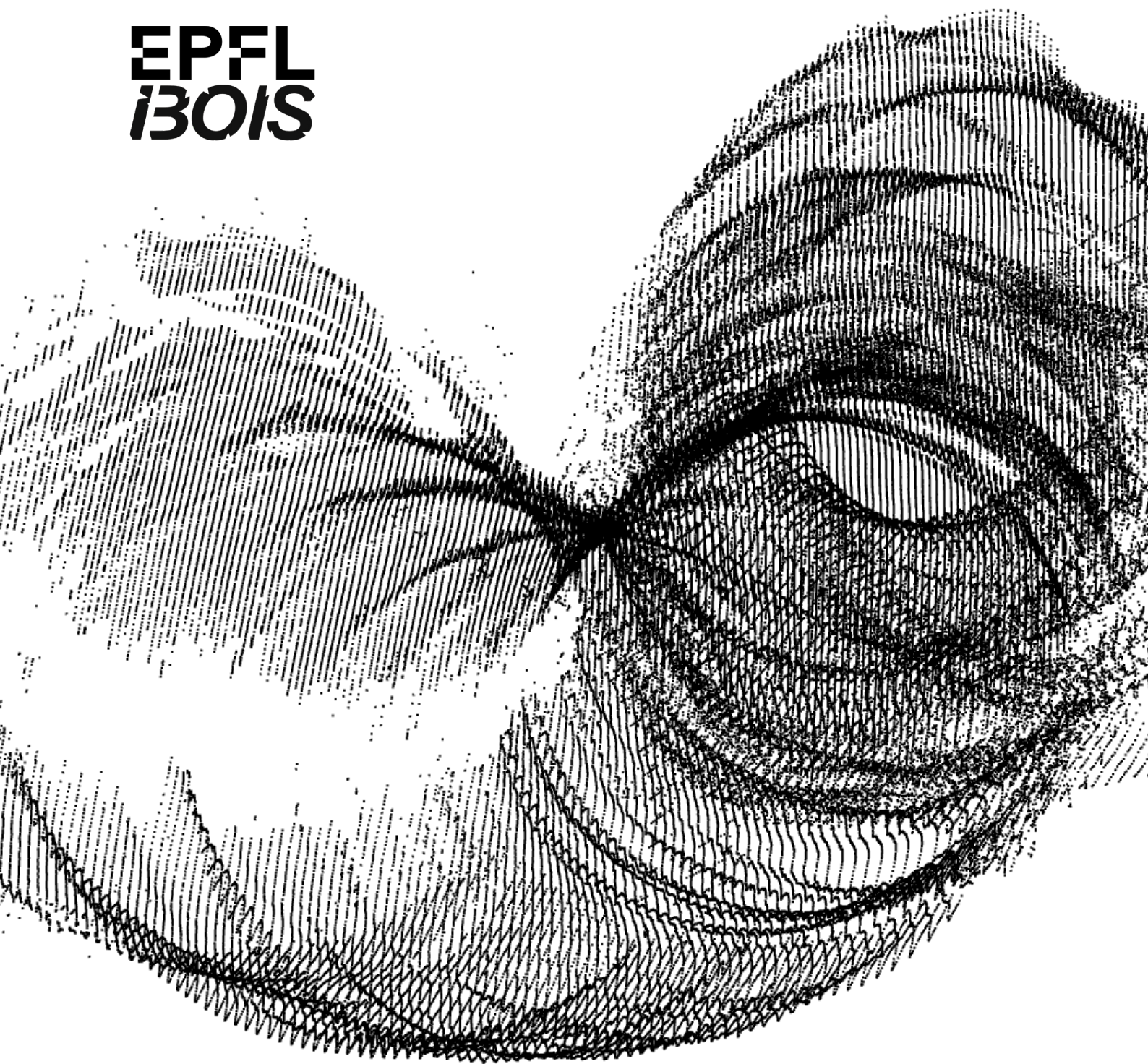
*Projekt Grubenmann: eine Untersuchung des Forschungslabors IBOIS, zusammen mit Studierenden der EPFL = Grubenmann project*, 1. Auflage, Yves Weinand, Rosmarie Nüesch, and Zeughaus Teufen (St. Gallen: Verlagsgenossenschaft St. Gallen, 2016).

*Timber project: nouvelles formes d'architectures en bois*, Collection architecture, Yves Weinand (Lausanne: Presses polytechniques universitaires romandes, 2010).

images :

- a: visite d'une scierie à Rossinière. Petras Vestartas, IBOIS 2011.
- b: coupe d'arbres à Rossinière. Petras Vestartas, IBOIS 2011.
- c: nuage de points issu d'un scan 3D. Damien Gilliard, IBOIS 2023.
- d: Nouveau Grand Palais © Laurent Kronental, Chatillon Architectes 2024.
- e: nuage de points d'une forêt à Rossinière. Petras Vestartas, IBOIS 2018.
- f: Mock-Up, projet de semestre. Arthur Billotte, Oskar Forsblom, 2023.
- g: Woodland Cabin. Design+Make (AA) 2020.
- h: Duramen prototype, semestre project. Oscar Lallier, IBOIS 2024.

# EPFL IBOIS



EPFL ENAC IIC IBOIS  
GC H2 711 (Bâtiment GC)  
Station 18  
CH-1015 Lausanne

dir. : Yves Weinand  
yves.weinand@epfl.ch  
contact : Agathe Mignon  
agathe.mignon@epfl.ch