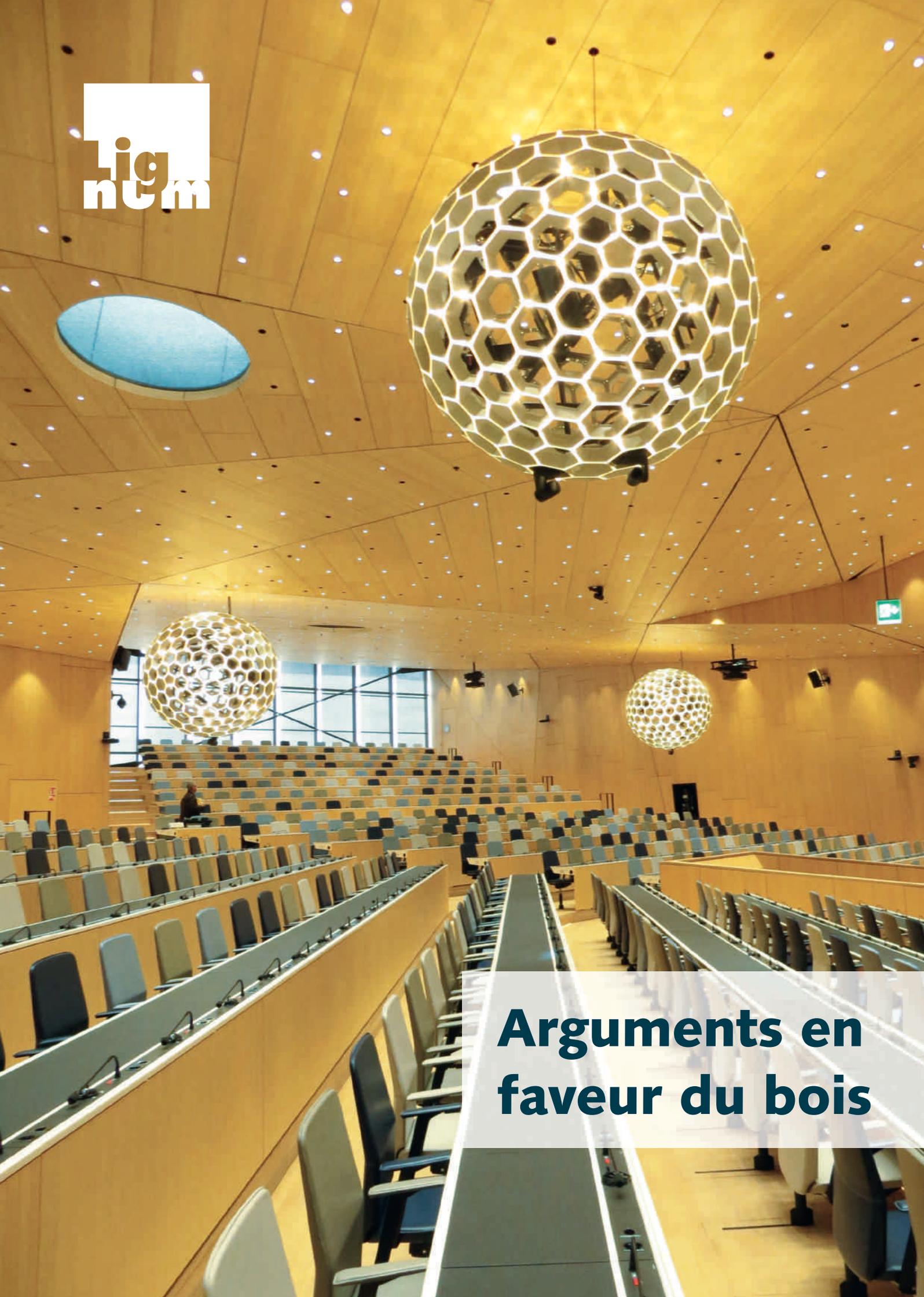


The logo for Lignum, featuring the word "Lignum" in a bold, white, sans-serif font. The letters "Lig" are stacked above "num". The logo is positioned in the upper left corner of the image, set against a white square background.

**Lig  
num**

A wide-angle photograph of a modern lecture hall or auditorium. The room is characterized by extensive wood paneling on the walls and ceiling. The ceiling is a complex, multi-faceted structure with numerous small, recessed lights. Three large, spherical light fixtures with a honeycomb-like pattern are suspended from the ceiling, casting a warm glow. The seating consists of rows of light-colored chairs with dark armrests, arranged in a semi-circular pattern. A person is visible in the distance, sitting at a desk. The overall atmosphere is bright and modern.

**Arguments en  
faveur du bois**

# Table des matières

## 3 Editorial

Lignum informe  
Lignum motive  
Lignum sensibilise  
Lignum publie  
Lignum conseille

## 4 Le matériau bois

Une matière première renouvelable  
Utilisation  
La forêt suisse  
Caractéristiques du bois  
Essences de bois – diversité en forêt et dans les espaces intérieurs  
Chaque qualité à sa place  
Produits dérivés du bois  
Produits en bois

## 8 Conception et réalisation

Conception  
Préfabrication des ouvrages en bois  
Aménagements intérieurs  
Parquets massifs et laminés, lames de plancher  
Cycle de vie

## 12 Systèmes constructifs

Des modes de construction performants  
Standards énergétiques  
Technologie de façonnage  
Innovation  
Systèmes de construction bois

## 16 Pérennité

Le bois dans le cycle de l'homme et de la nature  
Protection constructive  
Durabilité naturelle et moyens de préservation du bois  
Bois modifié  
Revêtements de façade en bois  
Evolution naturelle de la teinte  
Traitements prégrisailants  
Prégrisaillement naturel  
Traitements couvrants ou laissant transparaître le bois  
Entretien des façades peintes  
Façades avec d'autres matériaux

## 20 Extension et réhabilitation en bois

Evolution des exigences  
Densification  
Réhabilitation thermique  
Rénovation des parois extérieures  
Rénovation des aménagements intérieurs  
Rénovation des sols et de l'isolation phonique au bruit de choc  
Extension: terrasses et jardins d'hiver  
Extension et surélévation

## 24 Sécurité

Sécurité structurale et aptitude au service  
Caractéristiques des matériaux  
Exigences de protection incendie et utilisation du bois  
Sécurité grâce à la recherche, au développement et au transfert de connaissances

## 28 Confort et santé dans l'habitat

Le bois: un matériau chaleureux  
Isolation thermique en hiver  
Protection contre la surchauffe en été  
Le son dans la construction  
Isolation phonique  
Acoustique des salles  
Electrosmog  
Qualité de l'air intérieur  
Formaldéhyde

## 32 Durabilité

Un concept qui a fait ses preuves  
Incitation économique pour la conservation de la forêt  
Le bois un puits de CO<sub>2</sub> grâce à sa capacité d'immobilisation du carbone  
Le bois dans la politique climatique  
La société à 2000 W et le bois  
Effet de substitution par la valorisation du bois comme vecteur énergétique  
Cycle de vie des produits – écobilans  
Utilisation en cascade

## 36 Impressum, Crédits photographiques

# Editorial

Le bois ayant démontré ces dernières années l'étendue de ses qualités, les signaux sont au vert pour son utilisation élargie dans la construction et les aménagements intérieurs. Le bois a ainsi conquis le secteur des immeubles multiétages et acquis le droit de cité en milieu urbain. Les statistiques montrent que l'utilisation du bois dans ce segment a progressé entre 2009 et 2014 de plus de 73%. Il s'agit d'un véritable bond de quelques bâtiments de logements en bois par année à une valeur moyenne de 520 immeubles à plusieurs appartements qui sont souvent aussi réalisés en construction hybride. Il faut saluer dans ce cadre l'abolition des limitations posées à la construction en bois du point de vue de la sécurité incendie qui a sans aucun doute favorisé ce développement.

Qui construit aujourd'hui le futur, se préoccupe d'une utilisation mesurée des ressources dans la réalisation des ouvrages et leur exploitation. Lorsqu'il existe de hautes exigences architecturales et esthétiques ou lorsque l'énergie grise compte, le bois est au rendez-vous, par exemple pour les ouvrages de la société à 2000 W.

La durabilité doit être promue dans tous les secteurs du quotidien, et pas seulement depuis l'émergence d'un débat sur le climat. Construire en bois est d'ores et déjà un acte durable. Les maîtres d'ouvrages ont frappé à la bonne porte avec le bois s'ils cherchent un matériau favorable à l'environnement sans renoncer à réduire leur coûts accessoires ni à une haute qualité de l'habitat.

Nous souhaitons que les pages qui suivent puissent apporter aux lecteurs, maîtres d'ouvrage ou investisseurs, quelques réponses aux questions qu'ils se posent sur le bois, qu'il s'agisse de son utilisation, de ses qualités ou de ses caractéristiques. Lignum se tient par ailleurs à votre disposition pour toute question ou soutien dans le domaine de la construction en bois.

## Lignum informe

Une condition importante pour la concrétisation convaincante d'un concept est la connaissance technique, professionnelle, et entrepreneuriale. La recherche et le développement conduisent à de nouveaux résultats probants dans les domaines de systèmes

de construction en bois, de la technologie des matériaux, de la préservation du bois, de l'isolation thermique et phonique pour ne citer que ceux-là. Lignum regroupe ces connaissances et les met à disposition sous une forme pragmatique.

## Lignum motive

Le bois est un matériau qui inspire sans cesse de nouvelles solutions créatives. La nouveauté, qui parfois inspire une certaine hostilité, ne rencontre guère de rejet lorsqu'elle s'habille de bois. Ce phénomène est certainement dû à sa longue tradition, mais aussi aux propriétés positives du matériau, perçu comme naturel, chaleureux et agréable au toucher. Lignum met le bois et les produits à base de bois en pleine lumière.

## Lignum sensibilise

Le bois offre une qualité de vie hors du commun. Les forêts marquent notre paysage. Lieux de détente, elles sont un facteur positif et décisif de notre environnement. Elles nous offrent également à long terme des produits de haute qualité. Une mise en œuvre performante du bois requiert cependant une connaissance spécifique, qui s'appuie sur des informations actualisées et fiables. Lignum informe de manière claire, compétente et pragmatique, sur les domaines de la recherche, de la production et du façonnage du bois et des matériaux dérivés.

## Lignum publie

Le Bulletin bois de Lignum paraît quatre fois par année. Chaque numéro s'inspire d'un thème pour présenter des réalisations innovantes en bois. Sur le même rythme trimestriel, la lettre d'information de Lignum, Actualités, informe des produits, des projets et de la politique bois de Lignum. Le Lignatec qui traite de manière approfondie d'un aspect technique actuel du bois, des matériaux à base de bois, des procédés de fabrication et de mise en œuvre paraît en outre régulièrement. Lignum propose également un site internet étendu qui rassemble de nombreuses informations sur le bois en Suisse.

## Lignum conseille

En appelant Lignum Office romand vous serez en contact avec des spécialistes de la construction en bois. Des questions sur la protection incendie, la physique du bâtiment, ou l'écologie? N'hésitez pas à nous contacter au 021 652 62 22!

” Lignum informe, motive, sensibilise, publie et conseille.



## Le matériau bois

*Le bois est un matériau haute performance offert par la nature. Depuis des siècles, il procure aux humains du travail et favorise leur développement. L'ensemble du secteur du bois emploie en Suisse pas moins de 80 000 personnes. La Suisse prouve depuis plus de 150 ans qu'il est possible de gérer la forêt de manière pérenne grâce à une loi forestière à la base même de la notion de développement durable.*

### Une matière première renouvelable

Le bois est un matériau performant et durable, qui se renouvelle sans cesse. Dans leur combat pour la lumière, les plantes ont pour devise: toujours plus haut, plus fort et plus résistant. La nature a ainsi développé depuis des millions d'années un matériau unique, composé de lignine et de cellulose: le bois, en latin *lignum*. Créé par les végétaux à l'aide d'énergie solaire, d'eau et de sels nutritifs, le bois permet aux arbres d'atteindre des hauteurs pour certains supérieures à 100 m et de résister aux charges de vent et de neige.

### Utilisation

Après un certain temps, l'arbre atteint sa taille adulte et ne croît pratiquement plus. Il est alors temps de le récolter afin d'exploiter son bois. Selon l'essence la durée de croissance optimale se situe entre 60 et 150 ans. L'arbre a pu se reproduire à travers ses semis et une jeune pousse est déjà prête à profiter de la lumière dans les trouées forestières. Dans les stades précoces de croissance, les plantes les mieux adaptées aux conditions locales se développent en premier. La forêt grâce à cette sélection naturelle demeure ainsi dynamique. Plus tard, lors des éclaircies, les arbres à la meilleure croissance sont favorisés par le forestier. Grâce à l'apport de lumière créé par l'abattage, une grande

variété de plantes annuelles et d'arbustes peuvent se développer sur le sol de la forêt, augmentant de cette manière la biodiversité.

### La forêt suisse

Près du tiers de la surface de la Suisse est couverte de forêt, dont la surface et la répartition géographique sont protégées. La forêt sauvegarde des dangers naturels, offre un refuge aux plantes et aux animaux, procure un lieu de détente et de loisir et produit du bois. Le développement durable exige que la forêt puisse remplir ses fonctions à long terme de manière inaltérée, ce qui signifie que la récolte du bois n'excède pas la repousse.

Des 530 millions d'arbres qui peuplent la forêt suisse, environ 60% sont des résineux, 40% des feuillus. 65% de la récolte du bois en tant que grumes sont transformés dans les scieries et les raboteries en sections massives et en produits rabotés, 25% du total sont directement valorisés comme vecteur énergétique et 10% de la récolte concernent le bois d'industrie, transformé en papier et en panneaux à base de bois. L'accroissement annuel correspondant à environ à 10 millions de m<sup>3</sup>, il serait possible de couvrir l'entier de la consommation indigène qui se situe dans le même ordre de grandeur à l'aide de nos forêts. La récolte en Suisse atteint pourtant

seulement cinq millions de m<sup>3</sup>. Actuellement les quantités non valorisées s'accumulent en forêt et sont à terme destinées à être dégradées par les microorganismes.

De plus amples informations sur le thème de la forêt et du bois sont disponibles auprès de L'Office fédéral de l'environnement OFEV ou de l'association ForêtSuisse.

> [www.ofev.admin.ch/forêt](http://www.ofev.admin.ch/forêt)

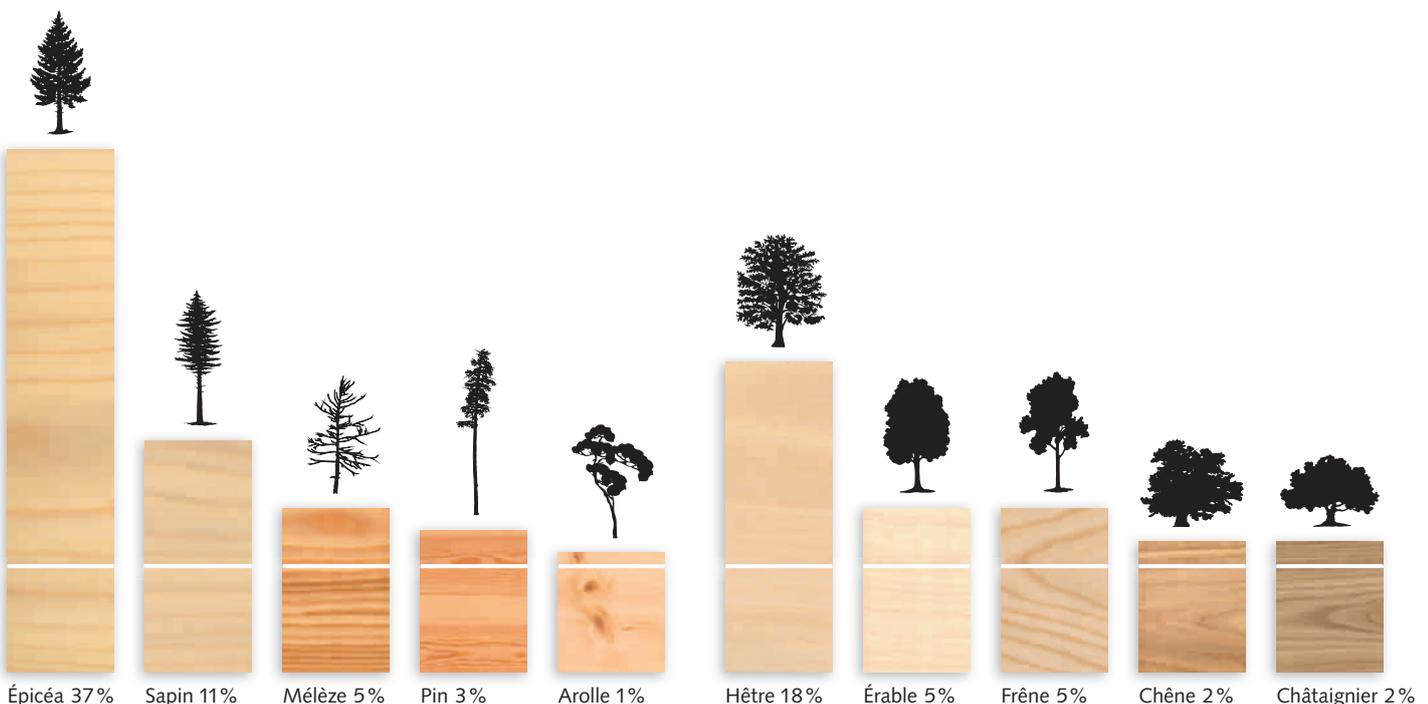
> [www.wvs.ch](http://www.wvs.ch)

### Caractéristiques du bois

Le bois a un toucher chaud et agréable. Lorsqu'il est mis en œuvre, ses fibres échangent constamment de l'humidité avec l'air ambiant et assurent ainsi un climat intérieur équilibré. Le bois est à la fois léger et robuste: si on rapporte sa résistance à sa masse volumique, il porte 14 fois plus que l'acier. Ses caractéristiques dépendent cependant de la direction de l'effort par rapport au fil du bois. Dans la direction des fibres,

” *Lignum rassemble ces informations et les rend disponibles aux concepteurs et aux constructeurs sous forme de documentations et d'ouvrages de référence.*

### Proportion des essences dans la forêt suisse



sa résistance est la plus élevée. La résistance du bois perpendiculaire aux fibres en compression pour les résineux n'atteint environ que 20% de celle parallèle au fil; en traction cette résistance est pratiquement nulle. La connaissance de ces propriétés constitue la base de la construction en bois.

### Essences de bois – diversité en forêt et dans les espaces intérieurs

Chaque essence se distingue et tous les bois ne se ressemblent pas: léger ou lourd, tendre ou dur, clair ou foncé, il existe une grande diversité de caractéristiques et d'aspects des bois. Les essences ont des propriétés spécifiques qui les prédisposent à certaines utilisations. Grâce à une durabilité naturelle élevée, le châtaignier et le chêne se prêtent par exemple à un emploi en extérieur; le frêne avec ses longues fibres est adapté aux charges élevées, tandis que les bois aux nœuds fins comme le hêtre ou l'érable sont utilisés dans le mobilier. En utilisant différentes sortes de bois, on favorise leur présence en forêt et ainsi la biodiversité.

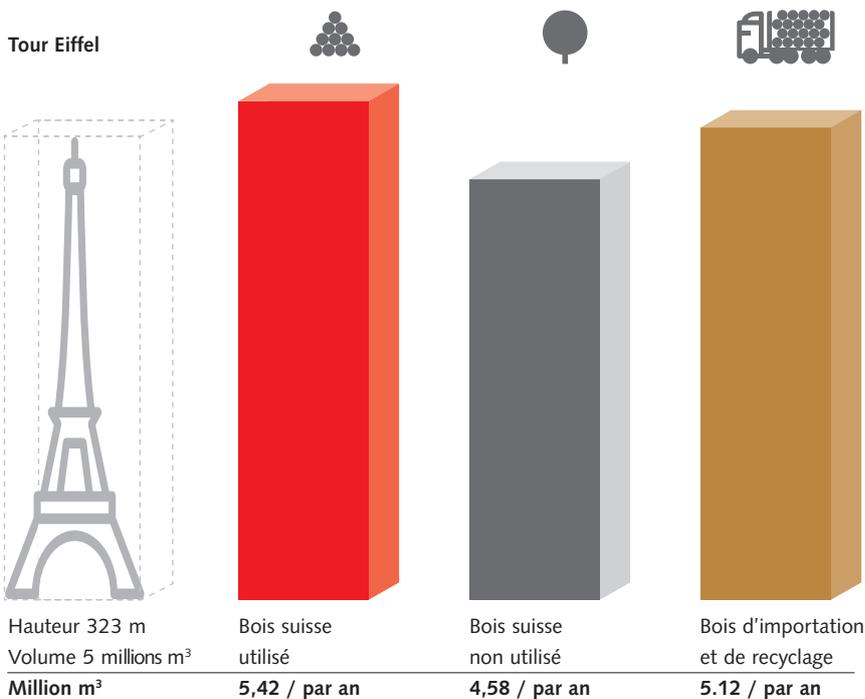
” *Lignum propose une collection d'échantillons des principales essences indigènes.*

### Chaque qualité à sa place

Tout arbre est unique. Le bois présente donc plus ou moins de nœuds, des cernes larges ou resserrés, une teinte claire ou foncée. Chaque bille ou partie de grume est alors valorisée selon ses qualités intrinsèques. Les plus hautes qualités peuvent être converties en plaquages qui agrémenteront d'une touche raffinée les espaces intérieurs. Des billes sélectionnées de haute qualité sont débitées en scierie en divers produits tels que des poutres, des lattes ou des planches, dont certaines seront converties en lamellé collé. Finalement les bois nouveaux, courbes ou de faible diamètre sont transformés dans des usines en panneaux de particules ou de fibres. Il est important, d'un point de vue écologique et économique, de valoriser toutes les qualités et les sous-produits de transformation. Au niveau de l'aspect, il est souhaitable de définir en amont avec le producteur la qualité souhaitée et son domaine utilisation.

### Taux de régénération et utilisation du bois en Suisse

En Suisse, la forêt produit chaque année 10 millions de m<sup>3</sup> de bois, ce qui correspond à une colonne de deux fois la hauteur de la Tour Eiffel. Cependant, seuls 5,4 millions de m<sup>3</sup> sont valorisés. 4.6 millions de m<sup>3</sup> restent inexploités: la moitié est dégradée dans un processus naturel alors que l'autre vient augmenter le volume de bois sur pied. La faible croissance des arbres âgés limite la régénération et la capacité d'absorption de CO<sub>2</sub> de la forêt. Parallèlement plus de 5.1 millions de m<sup>3</sup> sont importés en tant que produits transformés, tels que le papier et les panneaux à base de bois pour l'industrie de la construction.



### Produits dérivés du bois

Les produits dérivés du bois ont joué un rôle essentiel dans le développement de la construction en bois contemporaine. Ils sont le fruit d'un principe simple: le bois est fractionné en planches, en particules ou en fibres et recomposé dans une nouvelle forme à l'aide d'adhésifs naturels ou synthétiques. On obtient de cette façon des produits aux qualités uniformes dans des dimensions et des épaisseurs définies. Les produits à base de bois ouvrent de nouvelles opportunités pour les aménagements et les structures en bois. Ils se révèlent particulièrement économiques et sont disponibles dans une grande diversité auprès des marchands de matériaux ou dans les magasins spécialisés.

> [www.boiscom.ch](http://www.boiscom.ch)

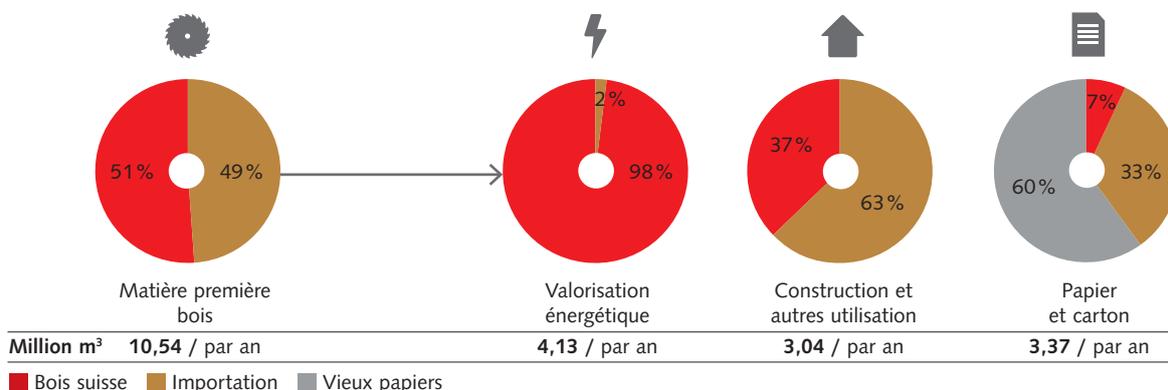
### Produits en bois

Grâce à des nouveaux matériaux issus du bois, à de nouvelles techniques de façonnage et à des combinaisons de matériaux innovantes, le domaine d'utilisation du bois

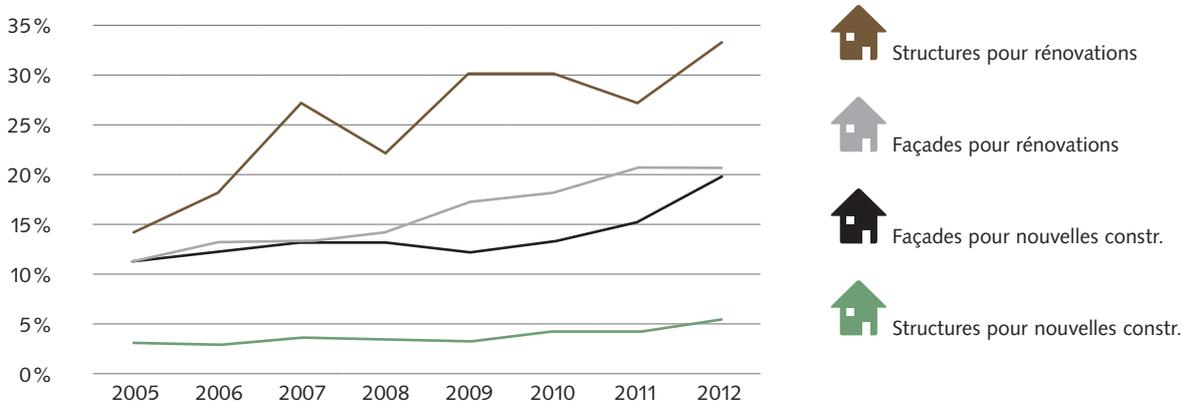
ne cesse de s'étendre. Des constructions particulièrement sollicitées comme des ponts routiers, des halles de sport ou industrielles et des immeubles multiétages sont désormais réalisés en bois. Le bois permet d'élaborer des meubles ou des aménagements intérieurs décoratifs et fonctionnels. D'autres produits de consommation comme les jouets, le papier, les ustensiles de cuisine ou les allumettes sont faits en bois. La vanilline elle-même est extraite de la lignine du bois – le bois quel régal!

” *Afin d'être à même de définir contractuellement les qualités du bois, Lignum a publié l'ouvrage: «Bois et panneaux à base de bois: critères de qualité dans la construction et l'aménagement intérieur», qui fixe les usages du commerce.*

### Volume de bois transformé par année



### Utilisation du bois dans les immeubles de logement en m³ 2005-2012



Mauro Capozzo  
CEO, Swiss Krono AG

«Swiss Krono SA a pour objectif de générer 80 % de valeur ajoutée en Suisse. Dans ce but nous avons initié en 2013 la campagne CH80. Il est pour nous évident de transformer autant que possible du bois des forêts suisses. Dans notre usine de Menznau nous transformons ainsi chaque année 800 000 m³ de bois. Plutôt que de produire une large gamme, nous nous sommes spécialisés dans des produits de niche à haute valeur ajoutée, qui sont aussi particulièrement demandés en Suisse. La direction de l'entreprise et la famille Kaindl propriétaire font confiance à l'implantation en Suisse, et c'est pour cette raison que nous investissons actuellement jusqu'à 100 millions CHF dans l'usine de Menzau.»



# Conception et réalisation

*Grâce à la préfabrication et la construction en ossature, les bâtiments en bois sont érigés rapidement. Les coûts sont ainsi réduits et le chantier facilité, particulièrement en milieu urbain. La planification intersectorielle, basée sur des modèles 3D, le BIM, facilite aujourd'hui déjà la conception et la construction. Le bois, où la représentation tridimensionnelle des structures est la règle, est prédestiné à profiter de cette rationalisation. Des ouvrages en bois d'importance peuvent ainsi être réalisés en profitant d'une sécurité élevée tant dans les coûts que lors de la planification.*

## Conception

En concertation avec l'architecte, la législation locale en matière de construction et les souhaits des clients sont analysés et convertis en un ouvrage en bois adapté. Pour des biens d'investissement de longue durée, il ne faut pas considérer uniquement les coûts de conception et de réalisation mais également les coûts financiers et d'exploitation sur l'ensemble du cycle de vie: efficacité énergétique, entretien, transformation et déconstruction sont ainsi pris en compte. Les bureaux d'ingénieurs bois compétents permettent aux ouvrages de satisfaire à ces nombreuses exigences et offrent des prestations dans la conception, le calcul des structures et la préservation du bois, ainsi que dans des domaines connexes comme la physique et la technique du bâtiment ou la protection incendie.

## Préfabrication des ouvrages en bois

La construction en bois est synonyme d'une préfabrication précise des éléments en atelier et d'un montage rapide sur le chantier. Les structures sont mises hors d'eau rapidement et les travaux d'aménagement intérieur se poursuivent sans délai. La construction sèche réduit les temps d'attente et les habitants peuvent emménager dans la foulée. La construction en bois requiert une planification précise, notamment au niveau de la distribution de la technique du bâtiment.

Cette anticipation favorise en revanche une préfabrication efficace et un montage précis des éléments. La qualité est ainsi assurée en amont, réduisant d'autant les plus-values et les risques d'erreur sur le chantier. De plus amples informations sur les prestations des entreprises sont disponibles auprès des associations professionnelles.

> [www.frecem.ch](http://www.frecem.ch)

## Aménagements intérieurs

Le menuisier est l'artisan des aménagements intérieurs: cuisine, revêtements de sol et de parois, armoires encastrées, étagères, tables, portes et fenêtres. La cuisine en particulier est aujourd'hui un élément central de l'espace intérieur et peut être conçue par le menuisier selon les goûts et les besoins de ses clients. Les menuisiers sont des généralistes dont la compétence s'étend aux matériaux les plus divers, même si certains se concentrent sur des domaines particuliers où ils vont exceller. De plus amples informations auprès des associations professionnelles.

> [www.frecem.ch](http://www.frecem.ch)

” *Le trimestriel Bulletin bois de Lignum présente des constructions en bois actuelles en Suisse en mettant l'accent sur différentes thématiques.*

### **Parquets massifs et laminés, lames de plancher**

Les revêtements de sol en bois s'adaptent à tous les styles. Pour beaucoup, un sol en bois est encore la caractéristique d'un intérieur de qualité. Grâce à sa faible conductivité thermique, un sol en bois procure un sentiment de chaleur. Dans la catégorie des types massifs on trouve le plancher rustique à lames, le parquet massif et le parquet multiplis. Le choix de l'essence, du dessin, de la couleur et du traitement de surface offrent des possibilités d'aspect presque infinies. Ces sols ont une durée de vie de plusieurs décennies car, grâce à l'épaisseur de la couche supérieure, la surface peut-être poncée plusieurs fois. La surface peut être traitée à pores ouverts avec une huile ou une cire, ou vitrifiée, autorisant à chaque fois un entretien aisé. Les parquets laminés sont quant à eux particulièrement économiques et présentent une surface finie, placée en usine.

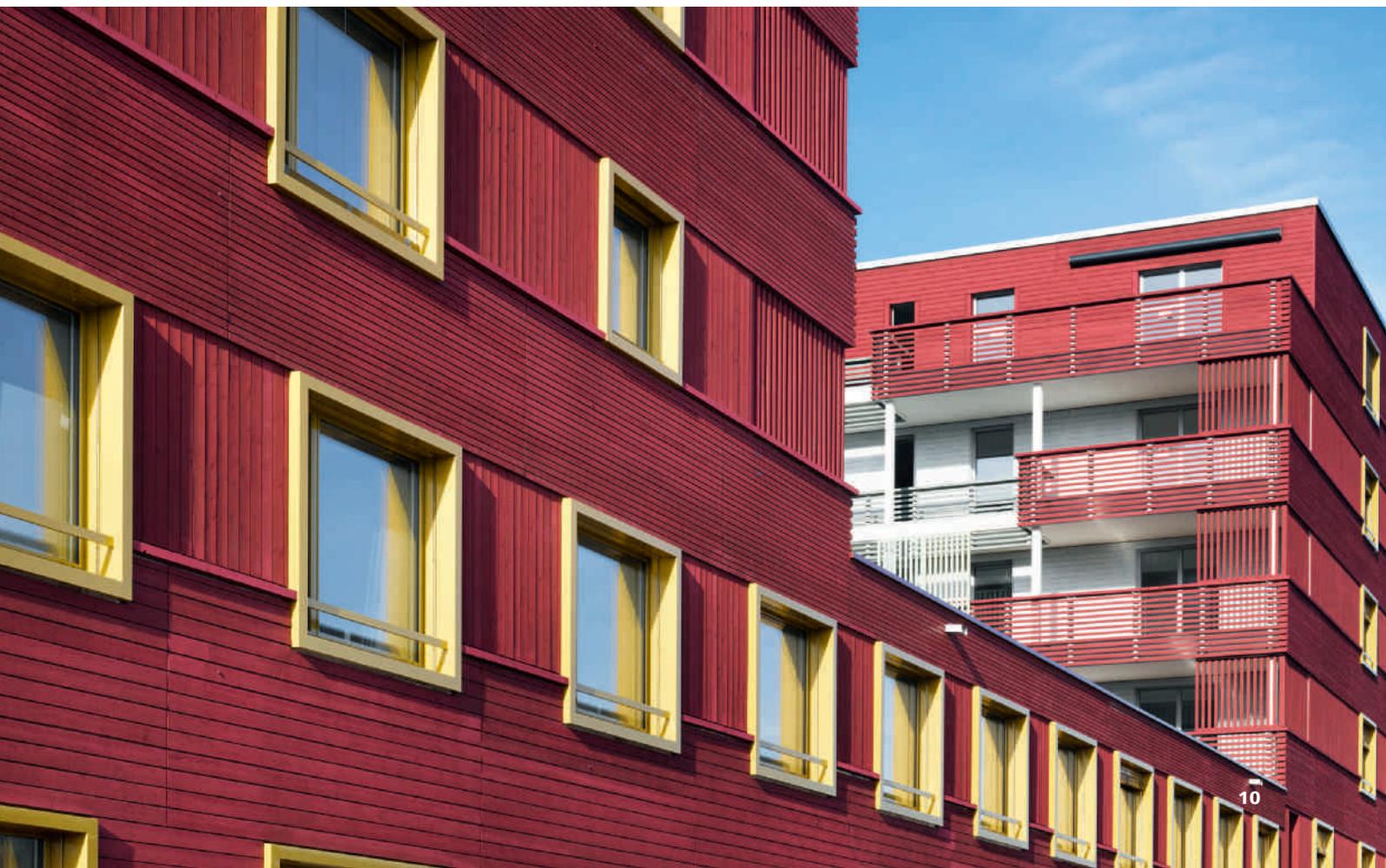
De plus amples informations sur les parquets auprès de la Communauté d'Intérêts de l'industrie Suisse du Parquet (ISP).

> [www.parkett-verband.ch](http://www.parkett-verband.ch)

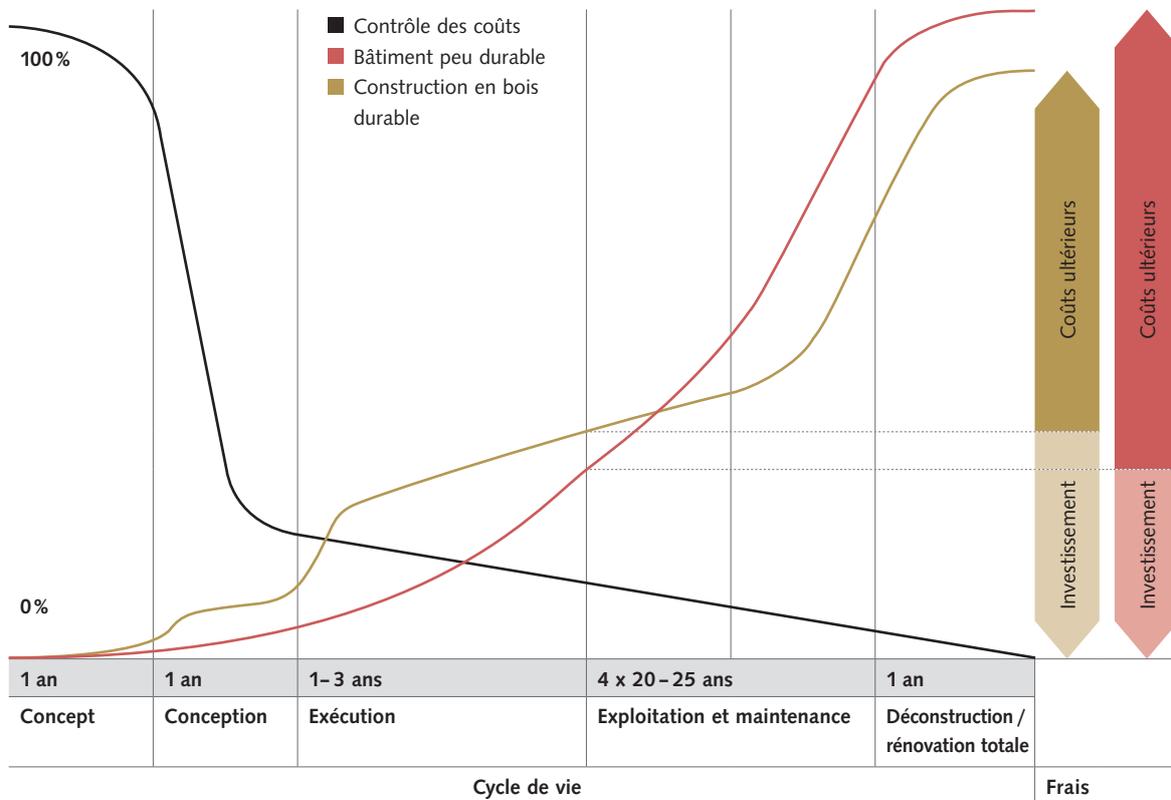
### **Cycle de vie**

Les ouvrages en bois ont l'avantage de pouvoir être aménagés ou transformés facilement. Alors que les coûts lors de la construction d'un bâtiment se répartissent dans diverses catégories: conception, construction raccordement et aménagement extérieur, c'est dans la phase de conception que l'optimisation des coûts est la plus efficace. Une conception d'ensemble précise permet de valider les concepts retenus et d'assurer un financement adéquat. Pour les architectes et les propriétaires d'immeubles, elle signifie une qualité supérieure sans surcoûts. Au niveau de l'exploitation, les mesures pour réduire la consommation d'énergie semblent aujourd'hui évidentes; elles se traduisent au fil des ans par des économies considérables.

Qu'il s'agisse d'investisseurs orientés sur le long terme, tels que des coopératives d'habitation ou des privés, ou d'ouvrages de rendements, tous accordent une importance accrue à la qualité des logements et aux coûts tout au long de la vie du bâtiment. Grâce aux qualités intrinsèques du matériaux qui trouve un large écho auprès du public, les bâtiments en bois sont aujourd'hui particulièrement demandés à la location et l'offre est pour l'heure inférieure à la demande.



## Relation entre les coûts durant le cycle de vie et la méthode de construction



Andreas Galli  
Galli Rudolf  
Architekten AG  
ETH BSA

«Si nous voulons éviter que notre pays continue de souffrir de l'étalement urbain, nous devons construire plus dense et nous préoccuper de thèmes tels que réhabilitation, transformation et maintenance. Dans le bâtiment multigénérationnel de «Giesserei» à Winterthour, un projet d'importance en bois comprenant 150 logements et des affectations publiques au rez, nous avons reçu de la coopérative propriétaire un riche programme spatial et une gamme différenciée d'exigences. Il s'agissait dans ce cadre de s'orienter non seulement sur les aspects économiques, mais aussi sur une gestion responsable du terrain, et de favoriser l'intégration en quartier, la construction écologique et la coexistence humaine – La durabilité en architecture au vrai sens du terme.»

# Systemes constructifs et efficacité énergétique

*Plusieurs systemes constructifs s'offrent à qui choisit la construction en bois. Tous ces systemes ont un point commun: ils recourent le plus souvent à la préfabrication. Alors que sur le chantier les fondations sont réalisées, le charpentier travaille déjà en atelier pour construire parois et planchers. Grâce à leur flexibilité, les ouvrages en bois, rationnels et économiques, s'adaptent à toutes les situations.*





### Des modes de construction performants

Dans la construction en bois la notion de système ne se limite pas à la structure, mais comprend l'ensemble des composants de la construction y compris les parements intérieurs, l'isolation et les revêtements de façade. Il est même possible de préfabriquer des modules complets, en incluant jusqu'à l'agencement intérieur et la technique du bâtiment. Les systèmes les plus courants aujourd'hui sont la construction en ossature, les structures poteaux-poutres et la construction massive en bois.

### Standards énergétiques

Où se sent-on mieux que dans une maison en bois saine et bien isolée qui respecte le climat? La gestion responsable de l'énergie peut s'appuyer aujourd'hui sur différents standards proposant des concepts énergétiques probants. Une isolation thermique performante réduit les coûts énergétiques de l'exploitation. Des dispositifs d'ombrage adéquats limitent en outre la surchauffe estivale. De plus ample informations auprès de l'association Minergie.

> [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch)

### Technologie de façonnage

Le bois peut être aisément scié, raboté ou poncé à l'aide d'outils portatifs ou dans des installations automatisées, pilotées par ordinateur. Le recourt à la conception assistée par ordinateur (CAD) en liaison directe avec l'utilisation des machines à commande numérique modernes (CNC) offre ainsi des possibilités totalement nouvelles permettant de façonner le bois pratiquement sous n'importe quelle forme. Il est ainsi possible de réaliser des ouvrages où aucun élément n'est semblable à l'autre.

### Innovation

A l'«institute for building materials and wood physics» de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, le bois est étudié en tant que matériau, et la recherche se concentre actuellement sur de nouvelles méthodes de traitement s'appuyant sur la nanotechnologie.

> [www.ifb.ethz.ch/wood](http://www.ifb.ethz.ch/wood)

#### **EPF Zurich: Institut de statique et de construction**

Au sein de l'institut de statique et de construction de l'EPF Zurich, la section bois est dédiée à l'enseignement et à la recherche notamment sur les utilisations innovantes du bois. Un accent particulier est porté à la fiabilité, la ductilité ainsi qu'à la robustesse des structures en bois et au développement d'éléments de construction et de procédés de constructions innovants, afin d'accroître la compétitivité du bois comme matériau de construction.

> [www.frangi.ibk.ethz.ch](http://www.frangi.ibk.ethz.ch)

#### **EPF Lausanne: Laboratoire de construction en bois**

Le Laboratoire de construction en bois de l'EPFL, IBOIS, s'intéresse aux nouvelles méthodes de construction, en faisant le lien entre architecture et opportunités offertes par les nouveaux matériaux à base de bois.

> [ibois.epfl.ch](http://ibois.epfl.ch)

#### **Empa Dübendorf**

A l'Empa de Dübendorf, le laboratoire de recherche appliquée sur le matériau bois se concentre sur l'ingénierie et la technologie du bois et sur les revêtements, les matériaux biosourcés, et les matériaux à base de cellulose. Dans le bâtiment modulaire de recherche et d'innovation de l'Empa et de l'Eawag, de nouvelles technologies, matériaux et systèmes sont objets de recherches, testés en conditions réelles, développés et validés.

> [www.nest.empa.ch](http://www.nest.empa.ch)

#### **Haute école spécialisée bernoise**

La haute école spécialisée bernoise, architecture bois et génie civil forme les cadres de la construction en bois, et intègre la recherche et le développement au sein de deux institut: l'Institut de la construction en bois, des structures et de l'architecture et l'Institut des Matériaux et de la technologie du bois.

> [www.ahb.bfh.ch](http://www.ahb.bfh.ch)

#### **Systèmes de construction bois**

##### **La construction hybride**

Dans les structures hybrides, les éléments de construction en béton, en acier ou en verre sont combinés à la construction en bois. Les structures mixtes bois-béton par exemple ont fait leurs preuves dans la réalisation des planchers. Aujourd'hui des façades modulaires en ossature bois viennent refermer une structure poteaux-dalles en béton armé. Ces éléments sont significativement plus légers et plus fins que des façades d'autres types. Grâce à l'utilisation du bois, les bâtiments améliorent en outre leur bilan écologique.

##### **Construction à ossature**

Le mode de construction à ossature consiste à assembler des pièces de faible section, revêtues de panneaux assurant le contreventement pour former des parois ou des planchers. En plancher, les éléments en caisson sont des éléments porteurs permettent une utilisation optimale du matériau. Ce système offre une grande liberté et peut être utilisé dans la construction d'immeubles de plusieurs étages. Grâce à des trames régulières et à la standardisation des éléments et des détails d'exécution, la construction à ossature est devenue un mode de construction simple et sûr bénéficiant d'un façonnage et d'un assemblage rapide en atelier, à l'abri des intempéries. En parois extérieures, la disposition de l'isolant directement au sein de l'ossature réduit de manière correspondante l'emprise des éléments.

##### **Construction poteaux-poutres**

Grâce au développement du mode de construction en poteaux-poutres, de plus en plus de bâtiments abritant de vastes espaces comme les grands ensembles sont construits en bois. Les poteaux disposés selon une trame étendue et les principes de constructions clairs offrent une grande liberté d'aménagement, notamment en termes de division spatiale. Le mode de construction en po-

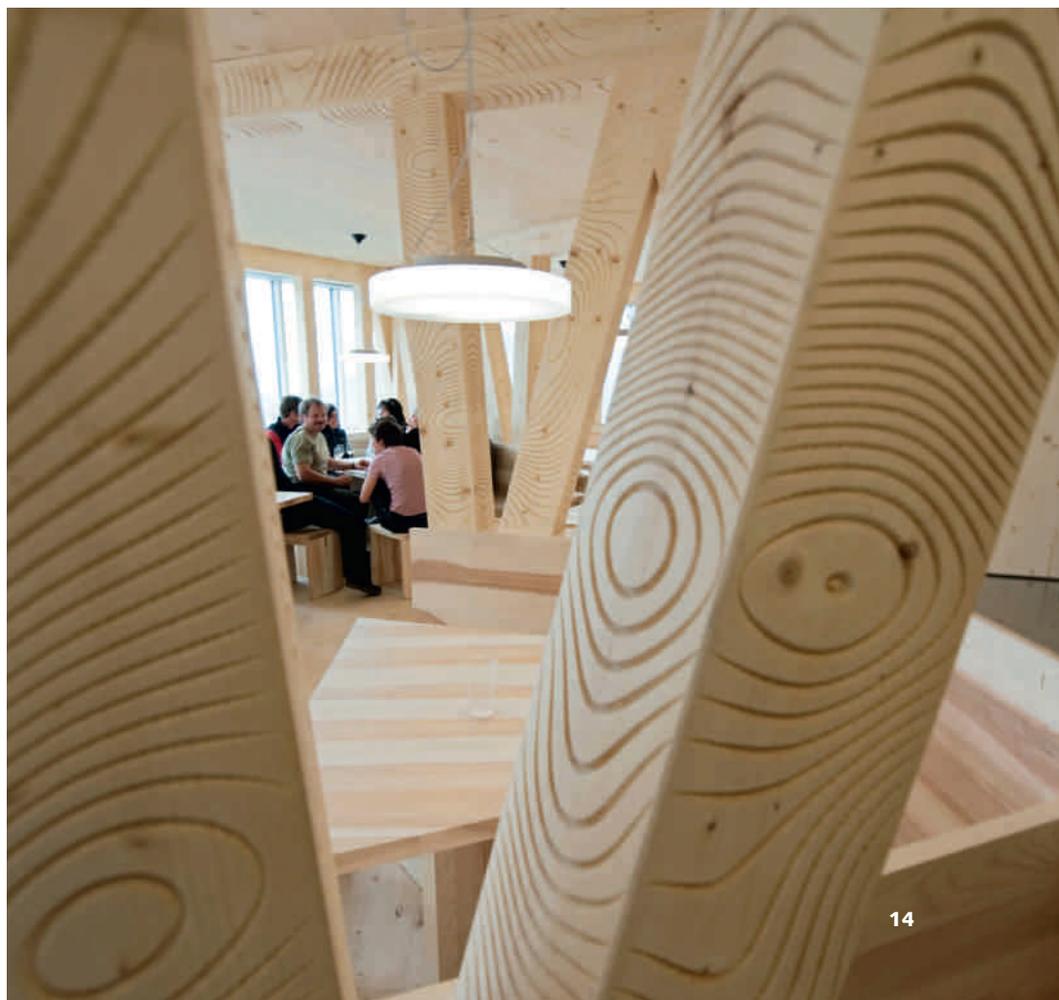
teaux-poutres se prête donc particulièrement aux bâtiments scolaires, de logements ou administratifs, ainsi qu'aux halles industrielles ou commerciales.

##### **Construction massive en bois**

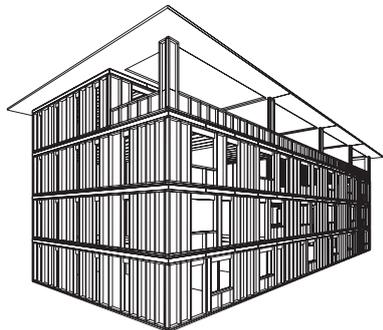
Des panneaux de grandes surfaces en bois massif, collés ou tourillonnés, tels que le bois lamellé croisé ou les planches juxtaposées sont la base de la construction massive en bois. Ce mode de construction se caractérise par le fait que les éléments assurent simultanément une fonction porteuse et de division spatiale, réduisant ainsi le nombre de couches et de matériaux mis en œuvre. La construction massive en bois est particulièrement adaptée aux immeubles multiétages, mais se prête également aux constructions répondant à des contraintes statiques particulières.

##### **Construction en bois massif empilé**

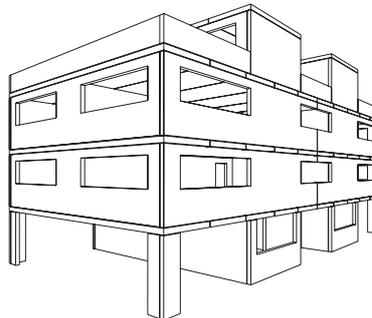
La construction en bois massif empilé (madrers ou rondins) est un mode de construction de longue tradition. A l'origine, ce type de construction consistait à empiler des troncs d'épicéa ou de sapin. Aujourd'hui, les parois sont la plupart du temps composées de plusieurs couches, dont une d'isolation et seule la face intérieure ou extérieure est en madriers ou en rondins apparents.



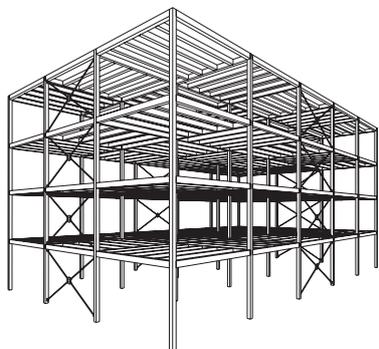
### Construction à ossature



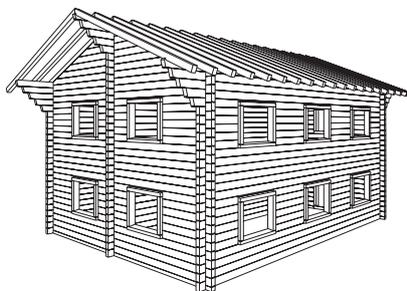
### Construction massive en bois



### Construction poteaux-poutres



### Constructions en bois massif empilé



Prof. Dr. Andrea Frangi,  
Institut de statique et de  
construction, EPF Zurich

*«Les hêtres vieillissent dans nos forêt ou sont transformés en bois énergie sitôt récoltés – ce qui est regrettable. Nous possédons avec le hêtre une essence particulièrement performante, qui devrait représenter la Ferrari de la construction. Le bois de hêtre présente en effet une résistance à la traction deux fois plus élevée que celle de l'épicéa. Je m'engage donc pour que le hêtre puisse à l'avenir être utilisé en plus grande quantité dans la construction.»*



# Pérennité

*Le bois profite d'une pérennité remarquable. Pour peu qu'il soit mis en œuvre et maintenu dans une atmosphère sèche, son intégrité est préservée pour des générations. Dans des zones à humidité accrue, le bois peut être protégé constructivement ou à l'aide de diverses méthodes de traitement. Le bois peut être facilement combiné à d'autres matériaux; il est en outre facile à façonner et à recycler.*

## Le bois dans le cycle de l'homme et de la nature

Si un des facteurs comme l'oxygène ou l'eau, par exemple, fait défaut, il n'y a aucune dégradation. Des objets funéraires en bois de l'ancienne Egypte ont plus de 3500 ans et des constructions en bois de plusieurs siècles ne sont pas rares en Suisse. Une des plus vieilles maisons en bois d'Europe, située à Schwyz, remonte d'ailleurs à 1176, soit près de 850 ans! Le cycle de la nature ne connaît pas de déchet. Les arbres morts sont décomposés par les insectes, les champignons et les microorganismes. La rapidité de la décomposition est accélérée par la chaleur et un taux d'humidité élevé du bois.

## Protection constructive

La meilleure façon de protéger le bois contre les attaques d'insectes ou de champignons est d'éviter que son humidité n'atteigne des valeurs supérieures à 20% pendant de longues périodes. Une protection du bois globale commence par une conception adéquate en identifiant les secteurs de la construction susceptibles d'être humidifiés et en prenant les mesures adaptées, notamment au niveau des détails constructifs. Le bois peut ainsi être soumis aux intempéries, pour autant qu'il puisse s'assécher rapidement. Selon les conditions climatiques un avant-toit peut se révéler judicieux. Il protège non seulement de la pluie mais offre aussi, suivant les cas, une protection solaire

” *Le label Lignum «imprégné en autoclave» est attribué aux produits dont l'imprégnation répond aux critères de qualité en fonction de l'utilisation décrits dans son règlement.*

et des espaces extérieurs à l'abri des aléas climatiques. La configuration des socles revêt également une importance marquée: ils présenteront une distance suffisante avec le terrain afin d'éviter une humidification prolongée et limiter l'influence de l'eau de rejaillissement.

## Durabilité naturelle et moyens de préservation du bois

Dans les espaces intérieurs, où l'humidité du bois n'excède pas 20%, il n'y a aucun besoin d'une protection chimique ou constructive. Lors d'une exposition accrue à l'extérieur, une essence de bois avec une durabilité naturelle élevée peut être choisie. Dans ce cadre, on utilisera le duramen naturellement enrichi de substances de conservation, et non pas l'aubier qui contient davantage de substances nutritives. Si la sollicitation va au-delà de la durabilité naturelle et qu'il

n'existe pas de solutions constructives, il est alors pertinent d'envisager une protection chimique. Aujourd'hui des produits de préservation exempts de chrome et teintés sont une alternative respectueuse de l'environnement. Lorsqu'il s'agit uniquement d'éviter une humidification de la surface et d'offrir un aspect uniforme pour les fenêtres par exemple, il existe différents traitements, des glaciés transparents aux peintures couvrantes.

## Bois modifié

Dans le bois modifié, la structure moléculaire du bois est transformée de telle manière que sa décomposition par les insectes ou les champignons est entravée. L'absorption de l'eau par le bois peut être également limitée par ces procédés. Le bois thermotraité est ainsi obtenu grâce à une élévation de la température du bois pendant 24 à 48 h de 170 à 250 °C. L'imprégnation en autoclave avec une solution d'acide acétique ou les processus faisant appel à l'alcool furfurylique permettent également d'augmenter la durabilité du bois. Ces procédés influencent non seulement la durabilité mais également d'autres propriétés comme la stabilité dimensionnelle, l'aspect ou les caractéristiques mécaniques.

### Revêtements de façade en bois

La façade est l'enveloppe protectrice et marque l'expression du bâtiment. Selon la situation et l'exposition, la sollicitation par les intempéries est variable. Une façade construite selon les règles de l'art assure une protection optimale de la structure du bâtiment contre les aléas climatiques et l'humidité. Elle permet l'écoulement de l'eau et facilite un assèchement rapide des éléments de construction en bois, particulièrement lorsqu'il s'agit d'une façade ventilée.

### Evolution naturelle de la teinte

Le rayonnement UV et les radicaux libres décomposent les liaisons entre la lignine et la cellulose. Si le bois, ou le bois modifié, est soumis aux intempéries, la lignine brune est délavée, et la cellulose claire reste visible en surface. Sur de telles façades en plaine, des champignons inoffensifs qui se nourrissent des composants superficiels du bois, du pollen et des poussières forment une couche microscopique qui teinte alors le bois de gris. A l'inverse des façades particulièrement exposées aux UV dans un environnement sec vont virer au brun, voire au noir à l'image des raccards valaisans. La façade acquiert cependant au cours des ans une teinte uniforme qui dépend de son orientation. Les procédés de prégrisaillement visent à unifier cette période intermédiaire.

### Traitements prégrisailants

Les traitements de prégrisaillement sont une méthode appropriée afin de s'adapter dès le stade initial à la teinte du bois vieilli. Dans cette catégorie, il existe plusieurs variantes avec différentes caractéristiques. Aux endroits protégés et bien ensoleillés, le bois peut acquérir avec le temps une teinte plutôt brune.

### Prégrisaillement naturel

Pour le prégrisaillement naturel, les composants de la façade sont exposés horizontalement au rayonnement solaire et aux intempéries dans un processus qui dure plusieurs mois. Puisqu'il s'agit dans ce cas d'un processus entièrement naturel, les lames de façades prégrisées sont susceptibles d'acquérir après leur mise en oeuvre une teinte brune en correspondance des zones protégées des intempéries et soumises aux UV.

### Traitements couvrants ou laissant transparent le bois

Dans la catégorie des traitements non filmogènes qui laissent transparent la structure du bois figurent les lasures ou les imprégnations en autoclave pigmentées. Les lasures teintées sont la plupart du temps des lasures

à couche fine ouvertes à la diffusion. Pour les bois autoclavés, le choix de la teinte s'est élargi. Les traitements couvrants comprennent les peintures, parmi lesquelles les laques en particulier sont non diffusantes alors que le rouge de Falun ou similaires sont considérés comme diffusants. Afin d'assurer que le traitement adhère bien au sujet en bois, l'application mécanique devrait avoir lieu en atelier. Dans ce cadre, les lambris de façade avec une finition brute de sciage ou structurée sont particulièrement adaptés. Des revêtements transparents assurant une fonction technique comme une hydrophobisation supplémentaire, une imprégnation ou un traitement anti-UV, peuvent encore accroître l'aptitude au service et augmenter de cette manière l'intervalle d'entretien.

### Entretien des façades peintes

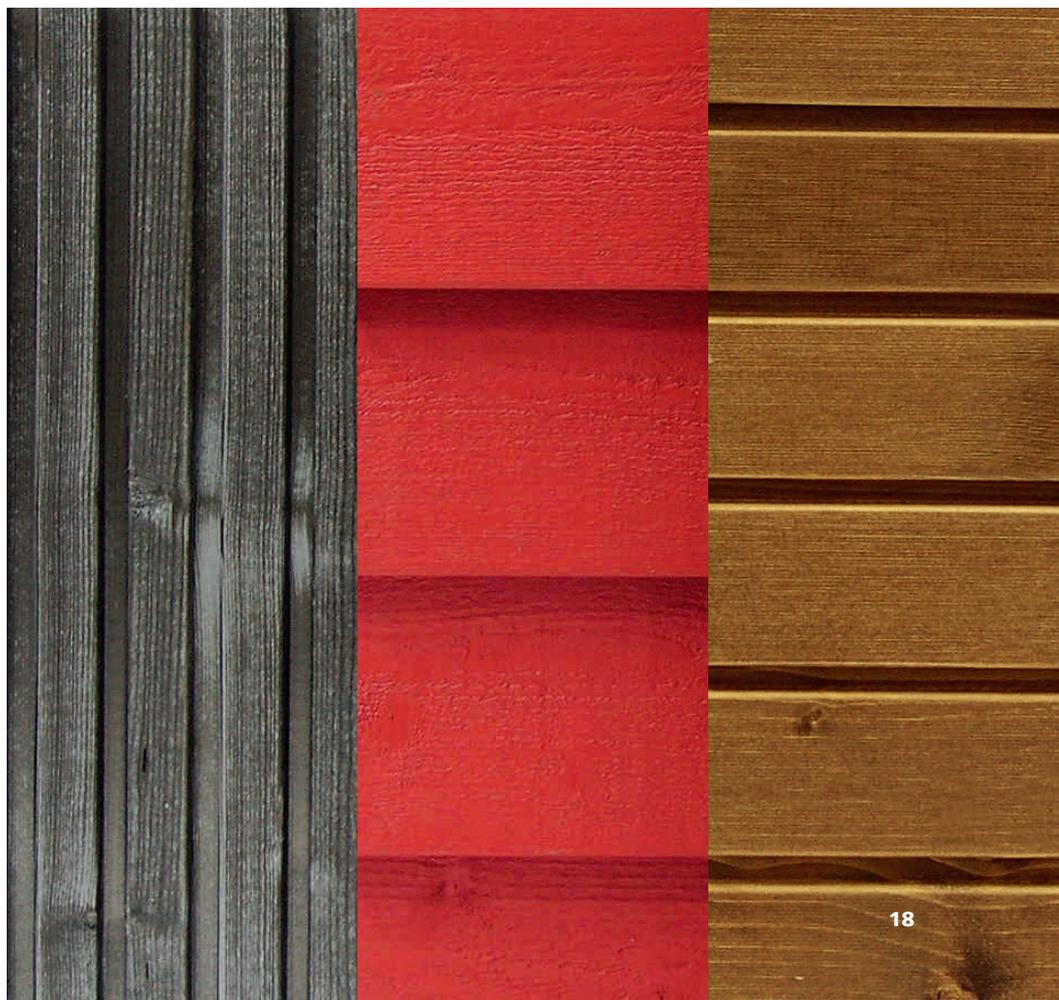
Comme tout autre type de façade ou d'éléments de construction extérieurs, les façades peintes ou lasurées doivent également être entretenues pour conserver leur aspect initial. L'entrepreneur devrait donc élaborer des instructions à cette fin. Les périodes d'entretien définies dépendent du produit, de la protection constructive, de l'exposition, de l'altitude, aussi bien que des conditions météorologiques.

> [www.facadesenbois.lignum.ch](http://www.facadesenbois.lignum.ch)

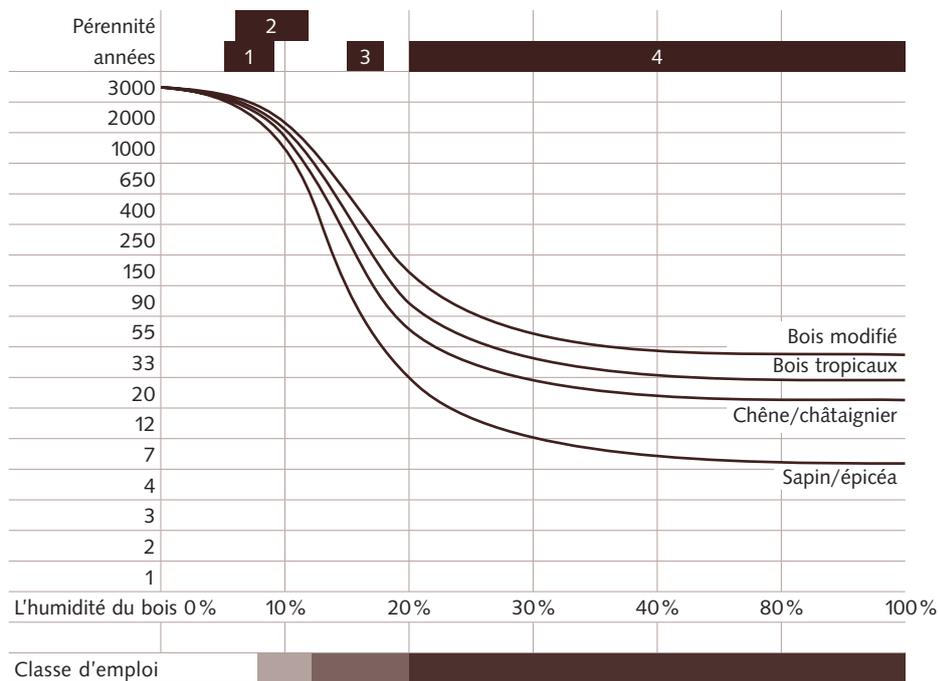
### Façades avec d'autres matériaux

Les maisons en bois ne sont pas toujours perçues immédiatement comme telles. Dans la construction en bois toutes les formes d'aspect sont possibles. Les façades peuvent être en bois bien sûr, mais également en verre, en métal, en panneaux liés au ciment ou dotées d'une isolation périphérique crépie. La combinaison des matériaux permet d'offrir des solutions esthétiques et peuvent également influencer de manière positive la pérennité et les frais d'entretien.

” Le label Lignum «Revêtements de bardages en bois» certifie que le bois, le produit et son application correspondent aux exigences définies par son règlement.



## Durabilité du bois



- Classe d'emploi 1: intérieur 8-12%
- Classe d'emploi 2: extérieur 13-20%
- Classe d'emploi 3: extérieur > 20% sans protection constructive du bois



- 1 Objets funéraires égyptiens
- 2 Intérieur
- 3 Extérieur
- 4 Décomposition naturelle



Torsten Gottmann  
(Head of Project Management Suisse Est, Credit Suisse AG)

«En tant que propriétaire et maître d'ouvrage privé le plus important de Suisse, nous ne pouvons faire l'impasse sur un immobilier durable. La durabilité est un critère de décision important non seulement lors de l'achat ou de la vente d'immeubles mais surtout lors de la conception, la planification et la construction de nouveaux projets ou de transformation. Dans ce cadre le bois, matériau qui se régénère sans cesse, réunis les meilleures conditions avec son bilan énergétique et écologique de premier ordre.»



## Extension et réhabilitation

*Une réhabilitation en bois est profitable à plus d'un titre: elle réduit l'énergie de chauffage, augmente la valeur du bâtiment et améliore le confort des occupants. Dans les années de hautes conjonctures, les maisons et les immeubles ont été construits sans tenir compte de l'efficacité énergétique ou de la durabilité. Beaucoup de ces bâtiments n'ont toujours pas été réhabilités et ne correspondent plus aux standards actuels. Afin d'atteindre les objectifs de la politique énergétique il est essentiel de les mettre à jour. Profitant de cette intervention, ils peuvent également être étendus ou surélevés.*

### Evolution des exigences

Le bois grâce à sa flexibilité sait s'adapter à toutes les situations. Si la surface moyenne par habitant est passée de 25 m<sup>2</sup> en 1950 à 45 m<sup>2</sup> aujourd'hui, la répartition spatiale c'est également modifiée: la cuisine s'ouvre vers le salon qui s'agrandit et des WC supplémentaires séparés semblent une évidence. Les exigences des utilisateurs et les prescriptions légales sont également toujours plus élevées, notamment en ce qui concerne l'isolation thermique ou phonique. Le bois offre des solutions rationnelles notamment en matière d'isolation extérieure par des ossatures rapportées qui favorisent également l'intégration des techniques. Parallèlement les aspects de développement durable, où le bois excelle, sont devenus un critère de choix.

### Densification

Dans les ensembles de logement des trente glorieuses, il est possible aujourd'hui avec une densification et une surélévation des bâtiments de viser une meilleure valorisation du terrain. Grâce à son poids réduit le bois favorise les surélévations sans nécessiter la plupart du temps un renforcement de leur socle. Dans les quartiers près des centres en revanche, où le prix du terrain est élevé, une construction de substitution est souvent préférée à une réhabilitation si elle permet

d'augmenter le taux d'utilisation du sol. Lors de la décision de construire, il faut en effet tenir compte de la portée écologique de ce choix sur les réserves décroissantes de terrains constructibles en Suisse. Des volumes simples, des séquences spatiales réfléchies et des habitats densifiés avec un taux d'utilisation du sol élevé contribuent à réduire les coûts et à limiter l'étalement urbain.

### Réhabilitation thermique

Le bois offre des solutions particulièrement adaptées lorsqu'il s'agit d'améliorer l'isolation thermique des bâtiments avec des façades ne répondant plus aux standards actuels. Grâce à une telle réhabilitation l'énergie de chauffage nécessaire peut être réduite d'un facteur dix. La rénovation d'un bâtiment devrait faire l'objet d'un concept global. Il faut intégrer dès le stade initial de l'étude un diagnostic, et établir un inventaire des éléments nécessitant une amélioration, tels que l'isolation de l'enveloppe, les aménagements intérieurs, les équipements techniques, la valorisation des combles (surélévation ou extension) et les aménagements extérieurs. Une conception adéquate intégrant l'ensemble de l'édifice permet d'anticiper et d'éviter les écueils.

### Rénovation des parois extérieures

Aujourd'hui le bois offre des solutions

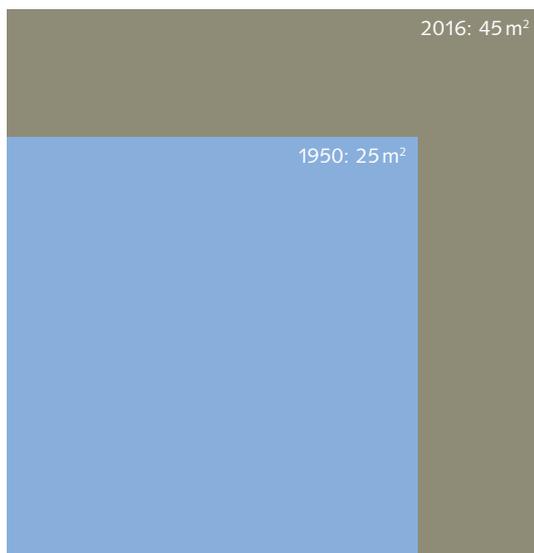
constructives performantes pour les projets de rénovation thermique en simplifiant nombre de détails techniques. En général l'ouvrage existant est ainsi enveloppé par une ossature bois isolée de manière adéquate. Cette dernière s'appuie contre la façade existante, ou la remplace entièrement et propose alors une nouvelle peau, plus légère. Le bois peut être combiné à d'autres matériaux tels que l'aluminium, l'acier, le cuivre, le verre ou les produits à base de ciment et les isolations périphériques crépies. Des fenêtres bois-bois ou bois-métal s'adaptent aux différentes conditions de rénovation et grâce à leur façonnage aisé, elles s'ajustent parfaitement à la construction et assurent une durée de service élevée. De telles enveloppes offrent un aspect complètement nouveau au bâtiment. Sur cette base, de multiples variations architecturales voient alors le jour, tant au niveau de la forme que du rendu extérieur. L'ensemble acquiert par ailleurs de cette manière une nouvelle unité.

### Rénovation des aménagements intérieurs

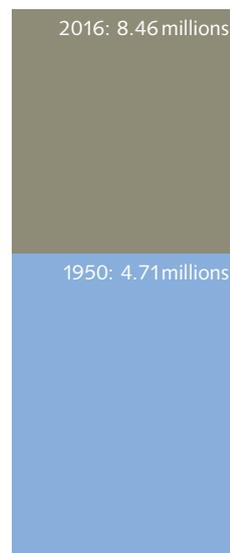
Lors de la rénovation, les espaces intérieurs sont adaptés aux exigences actuelles: de nouvelles cloisons en bois sont mises en œuvre, les sanitaires et l'installation électrique sont actualisés, les parements remis à neuf. Les vides d'installation ou les faux plafonds et plafonds assument alors, selon

## Evolution de la surface des logements

Surface habitable par personne



Croissance de la population



” Chaque année la population suisse augmente du nombre d'habitants des villes de Neuchâtel et Fribourg réunies.

le choix des matériaux, des exigences de protection phonique ou de protection incendie. Des espaces voient ainsi le jour pour les nouvelles installations ou les isolations complémentaires. Des panneaux à base de bois rainurés ou perforés peuvent également être mis en œuvre comme finitions permettant d'améliorer l'acoustique des salles dans les locaux sensibles (salles de réunion, etc.).

#### Rénovation des sols et de l'isolation phonique au bruit de choc

Les irrégularités des anciens planchers peuvent être compensées par différentes méthodes. Pour de faibles défauts, il est possible de recourir au masticage ou à des mortiers de ragréage. Les granulés d'égalisation se sont également révélés adéquats. Lors de l'amélioration thermique de l'enveloppe, qui se traduit dans le même temps par une protection améliorée contre les bruits extérieurs, les occupants peuvent ressentir une augmentation subjective du bruit intérieur. Pour des surfaces importantes, lorsque des chapes liquide anhydrites ou au ciment sont mises en œuvre, une isolation au bruit d'impact supplémentaire sera donc disposée afin de réduire la transmission des bruits de choc aux étages inférieurs. Dans les salles de bains et les locaux humides, les surfaces sont traitées contre la pénétration de l'eau dans les couches sous-jacentes par des masses et des joints d'étanchéité adaptés.

#### Extension: terrasses et jardins d'hiver

L'aménagement des espaces extérieurs améliore la qualité d'une maison. Ces zones le plus souvent valorisées pour les loisirs et la détente gagnent ainsi en importance dans les exigences des utilisateurs. Grâce au choix judicieux des essences durables, des bois imprégnés ou modifiés, les constructions en bois peuvent être réalisées également dans les lieux exposés aux intempéries.

#### Extension et surélévation

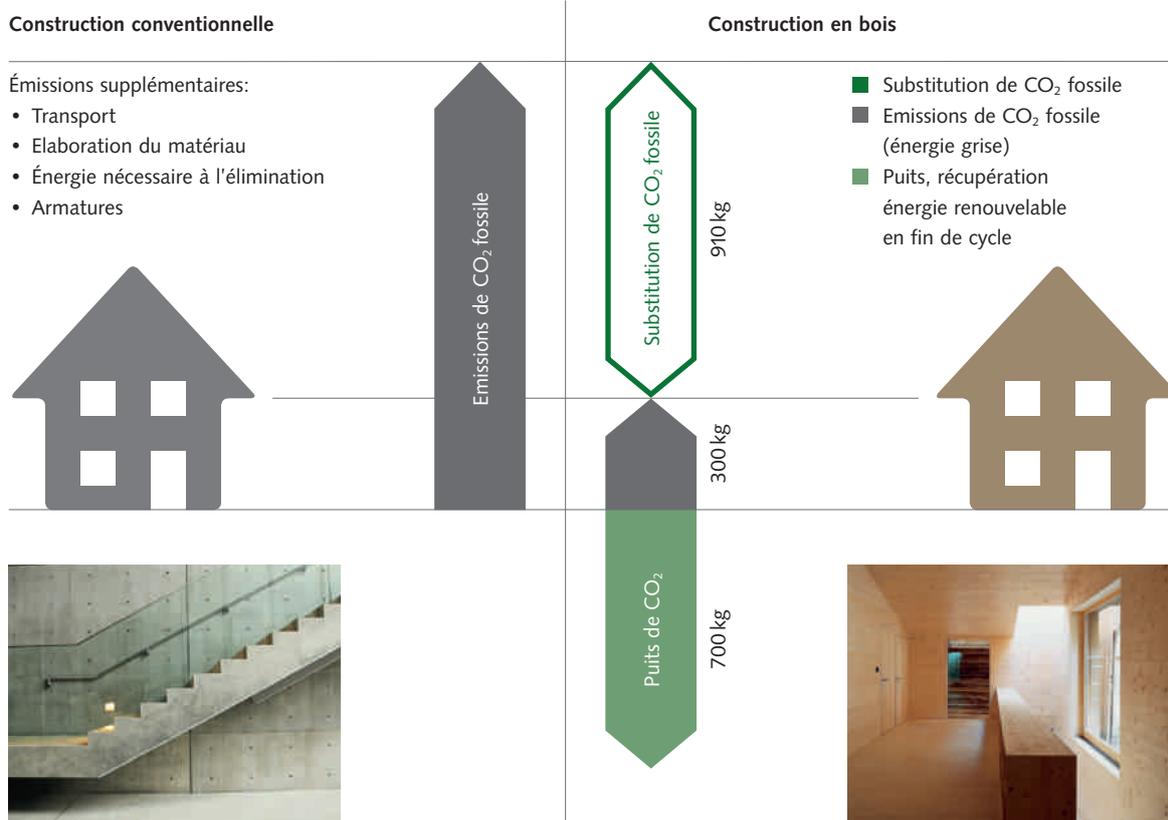
Les surélévations ou les aménagements de combles permettent de disposer de plus d'espace pour une empreinte au sol inchangée. Grâce à son poids réduit, le bois est souvent choisi pour les surélévations car il n'est alors pas nécessaire de renforcer la structure existante ou les fondations. Les nuisances comme le bruit et la poussière sont réduites par la construction à sec, facilitant les interventions en site occupé. Le va-et-vient des camions amenant les matériaux est limité,

tout comme l'emprise du chantier, ce qui revêt une importance particulière en milieu urbain. Les éléments préfabriqués en bois peuvent par ailleurs être mis en œuvre en toiture grâce à une simple grue mobile.

” Lignum a publié aux Presses Polytechniques et Universitaires Romandes plusieurs ouvrages sur le thème des surélévations en bois et de la réhabilitation de l'enveloppe.



## Comparaison des émissions de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup>



Beat Kämpfen,  
Directeur  
kämpfen für  
architektur ag

«De concert avec les bureaux d'ingénieurs avec qui nous collaborons, nous avons déjà réalisé maintes surélévations pour lesquelles la construction en ossature bois préfabriquée est particulièrement adaptée. Fenêtres, isolation et installations techniques sont intégrées par le constructeur déjà en atelier. De cette manière la qualité est au rendez-vous et la durée de chantier se réduit de manière correspondante. Les habitants et les voisins ne subissent pratiquement pas de nuisances!»



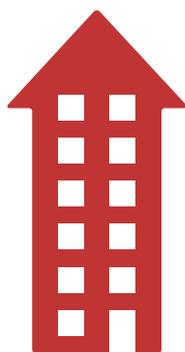
## Sécurité

*Les bâtiments contemporains en bois de haute qualité remplissent les exigences de sécurité incendie indépendamment de l'affectation. Sur la base des connaissances acquises grâce à la recherche et au développement, et des expériences positives des dernières années, les autorités de protection incendie ont supprimé les limitations à l'utilisation du bois. Les éléments de construction en bois peuvent être mis en œuvre dans des bâtiments de n'importe quelle hauteur et pour toutes les affectations. Le bois se normalise comme un matériau de construction sans règle d'exception.*

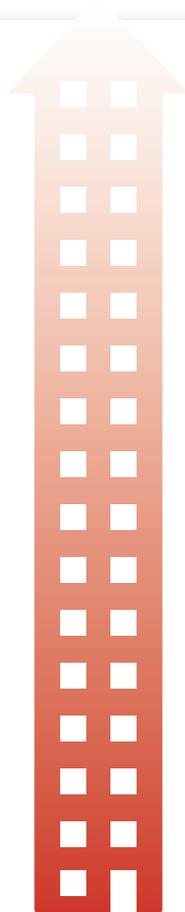
### Catégorie de hauteur des bâtiments selon AEA1



Bâtiments de faible hauteur jusqu'à 11 mètres



Bâtiments de hauteur moyenne jusqu'à 30 mètres



Bâtiments élevés jusqu'à 100 mètres

” *Les tables pour la construction en bois de Lignum (TCB) permettent un dimensionnement rapide des éléments en tenant compte des aspects de sécurité structurale et d'aptitude au service. Elles permettent aux intéressés de se familiariser avec les concepts des normes et du dimensionnement.*

### Sécurité structurale et aptitude au service

Les ouvrages en bois ont fait preuve de leur résistance. Le palais de Cnossos construit en Crète environ 1700 av. JC faisait déjà appel à des filières noyées dans la maçonnerie et des colonnes en bois. En 1400 av. JC il subit un séisme de forte intensité qu'il supporta pratiquement sans dommage. Les colonnes et les entablements des temples grecs furent construits en bois jusqu'au premier millénaire avant notre ère.

Les constructions actuelles en bois remplissent grâce aux concepteurs et aux entrepreneurs qualifiés les plus hautes exigences en matière de sécurité structurale et d'aptitude au service. Le respect des normes SIA constitue la base de cette sécurité. Les différentes situations de projet sont analysées et parmi elles les situations d'incendie et de séisme. La diversité des essences, des dérivés du bois et des moyens d'assemblage en relation à la conception et planification contemporaine permettent aux constructeurs de développer une structure porteuse adaptée à chaque projet.

### Caractéristiques des matériaux

Le bois est un matériau combustible. Lors d'un incendie, il se comporte cependant de manière sûre et prévisible. Lors de l'exposition au feu, une couche carbonisée se forme et celle-ci protège la section sous-jacente de l'élévation de température. Les caractéristiques de la section résiduelle sont ainsi conservées assurant la résistance au feu nécessaire.

Le bon comportement des constructions en bois est attesté par de nombreux essais. Un dimensionnement adéquat permet d'atteindre la résistance au feu prescrite, aussi en association avec d'autres matériaux. Même aux plus hautes températures, les structures en bois conservent leur capacité de résistance contrairement à l'acier non protégé ou au béton armé.

Les éléments de construction en bois robustes, enveloppés de plaques incombustibles résistantes au feu, sont assimilés dans les nouvelles prescriptions de protection incendie aux éléments incombustibles. Les autorités de protection incendie reconnaissent ainsi que la combustibilité des matériaux ne représente pas un risque prépondérant, mais que la sécurité incendie est assurée avant tout par une conception et une construction adéquate des ouvrages.

” *L'utilisation du bois est possible pour toutes les affectations, indépendamment de la géométrie des bâtiments.*

**Exigences de protection incendie et utilisation du bois**

Les exigences de protection incendie posées aux ouvrages et aux installations sont fixées dans les prescriptions de protection incendie de l'Association des Etablissements cantonaux d'Assurance Incendie (AEAI). Celles-ci déterminent sur la base de critères de sécurité indépendants du matériau, l'utilisation des matériaux, et par conséquent du bois, dans les structures porteuses, pour les éléments de construction formant compartiment coupe-feu, les revêtements de parois extérieures, les aménagements intérieurs et les toitures.

La génération actuelle des prescriptions ne limite plus l'utilisation des éléments de construction intégrant des composants bois. Des ouvrages de n'importe quelle hauteur et pour toutes les affectations peuvent aujourd'hui être réalisés en bois. Grâce à ces directives, il est désormais possible de construire même des gratte-ciels en bois!

Les possibilités d'utilisation du bois dans l'enveloppe des bâtiments et dans l'aménagement intérieur sont très variées. Les bardages en bois peuvent être mis en œuvre aujourd'hui jusqu'à la limite des bâtiments élevés en respectant les indications contenues dans la Documentation Lignum protection incendie «Parois extérieures – Constructions et revêtements». Les solutions contenues dans ce fascicule ont été validées lors d'essais d'incendie naturels. Dans des situations sensibles, à l'exemple des voies d'évacuation verticales, des éléments de construction en bois adéquats revêtus de plaques incombustibles résistant au feu respectent les exigences. Dans les autres espaces, des revêtements en bois apparents sans autres mesures de protection peuvent constituer les parements.

**Sécurité grâce à la recherche, au développement et au transfert de connaissances**

Le projet de recherche et développement «sécurité incendie et bois» a permis depuis 2001 d'établir les bases techniques et méthodiques afin de développer des éléments de construction en bois sûrs et fiables. L'assurance qualité de Lignum définit les critères de qualité afin d'assurer la protection incendie des ouvrages en bois sur l'ensemble du

processus de construction, de la conception à la réception de l'ouvrage, et au-delà, pendant toute sa durée d'utilisation.

La documentation Lignum répertorie l'état de la technique pour le bois en matière de sécurité incendie. Elle recense les possibilités d'utilisation du bois selon les prescriptions de protection incendie en vigueur en Suisse, et assure la mise en œuvre adéquate du bois, sous les aspects techniques et organisationnels.

” *La Documentation Lignum protection incendie facilite l'utilisation du bois dans le cadre des prescriptions suisses de protection incendie AEAJ.*





Marco Sgier  
dipl. Architecte HES,  
Expert en protection  
incendie AEAI/CFPA,  
Directeur de  
la protection incendie,  
membre de la direction  
de l'assurance des  
bâtiments du canton  
des Grisons

*«Les autorités de protection incendie ne font plus la différence au niveau du risque entre les constructions massives et les constructions en bois. Les prescriptions de protection incendie actuelles ne définissent ainsi plus jusqu'à quelle hauteur le bois est autorisé, mais comment il faut construire en bois. Une assurance qualité à quatre degrés garantit l'application adéquate des prescriptions lors de la construction. Des bâtiments élevés en bois d'une hauteur jusqu'à 100 m ne sont donc plus aujourd'hui une utopie!»*



## Confort et santé dans l'habitat

*La construction en bois offre des solutions adaptées dans tous les secteurs du confort et de la qualité de l'habitat, qu'il s'agisse de confort thermique, d'isolation acoustique, d'hygrométrie ou de pureté de l'air. Durable par essence, le bois peut en outre être combiné à différentes méthodes constructives écologiques comme la paille, l'argile ou d'autres fibres d'origine naturelle comme le lin ou la laine de moutons. Le bois est donc particulièrement adéquat pour les personnes qui attachent de l'importance à la santé dans l'habitat.*

” *Lignum met à disposition en ligne un catalogue de valeurs phoniques qui propose un large choix de constructions soutenant ainsi les concepteurs dans le développement de solutions adéquates.*

### **Le bois: un matériau chaleureux**

L'humain ne ressent pas en premier lieu la température, mais le rayonnement provenant des parois chaudes ou froides. Le béton ou le métal sont de mauvais isolants qui absorbent le rayonnement issu de notre corps – ils procurent une sensation de froid. Le bois au contraire, avec un pouvoir isolant supérieur, nous semble plus chaud – pour une même température de surface. Les ossatures bois permettent par ailleurs d'intégrer l'isolation directement dans la structure réduisant d'autant l'épaisseur totale de la paroi extérieure. A épaisseur égale, les parois en ossature permettent ainsi d'atteindre les critères des maisons à basse consommation. Plus faible est la consommation, plus faibles sont les frais de chauffage!

#### *Maçonnerie à double parois*

épaisseur 370 mm / valeur U 0,3 W/m<sup>2</sup>K

#### *Constructions en bois isolées*

épaisseur 200 mm / valeur U 0,3 W/m<sup>2</sup>K

#### *Parois en ossature performantes*

épaisseur 300 mm / valeur U 0,15 à

0,2 W/m<sup>2</sup>K = maison à faible consommation

### **Isolation thermique en hiver**

Afin de limiter les déperditions thermiques, l'enveloppe formée par les parois extérieures doit être étanche au vent à l'extérieur et la perméabilité des couches conçue de manière à maîtriser les flux lors de la diffusion de vapeur de l'intérieur vers l'extérieur. Dans la construction en bois la transition entre les éléments concernés est soigneusement étanchée et une fois le gros œuvre achevé, il est possible d'attester de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe au moyen d'une mesure réalisée par Blower-Door. Ce test est même obligatoire pour certains labels énergétiques.

### **Protection contre la surchauffe en été**

Alors qu'en hiver on souhaite profiter des gains solaires, notamment au travers des baies vitrées, la canicule doit rester à l'extérieur lors des jours les plus chauds de l'été. Des façades ventilées par exemple permettent d'éliminer la chaleur en été à l'arrière du revêtement avant qu'elle ne pénètre à l'intérieur. Durant la même période, des mesures d'ombrage comme des volets, des auvents, des tentures ou des éléments de construction en saillie ou même des arbres réduisent encore la pénétration de chaleur à l'intérieur. Dans des bâtiments en constructions en bois, un concept de refroidissement naturel nocturne simple, par exemple en ouvrant les fenêtres, permet d'abaisser la température pendant la nuit.

### **Le son dans la construction**

Dans la construction, on distingue entre isolation phonique et acoustique des salles. Dans l'isolation phonique il s'agit de limiter le passage du bruit à travers les éléments de construction. Dans l'acoustique des salles en revanche, on s'intéresse à la réflexion du son sur les surfaces afin que les conversations ou la musique puissent être écoutées de manière claire et précise. Les constructions en bois d'aujourd'hui protègent les habitants de manière efficace contre les émissions sonores non souhaitées. Dans les immeubles à plusieurs appartements, la transmission du bruit de choc constitue la pierre angulaire de l'isolation phonique.

### **Isolation phonique**

Dans l'isolation phonique, la différence est faite entre bruit aérien et bruit solidien. Le bruit du trafic par exemple, se propage à l'intérieur comme bruit aérien à travers la paroi extérieure. Le bruit de choc est une forme de bruit solidien qui concerne en premier lieu les planchers.

Dans la construction en bois, des valeurs d'isolation phonique équivalentes aux constructions massives monolithiques peuvent être atteintes avec un poids bien inférieur par des compositions multicouches. Celles-ci atteignent des valeurs d'isolation élevées lorsque la composition des éléments de construction est adaptée: les différentes couches possèdent une masse surfacique importante, la distance entre les couches est suffisante et des résonances dans les vides sont évitées par exemple à l'aide d'une isolation adéquate. Une liaison élastique entre les parements et l'ossature est également un paramètre majeur.

Une mesure de construction appropriée afin d'améliorer l'isolation phonique des planchers en bois consiste à alourdir le plancher brut avec des mesures supplémentaires. La mise en œuvre de compositions de sol comprenant par exemple une isolation au bruit de choc non rigide surmontée d'une chape lourde permet ainsi de réduire significativement la transmission du bruit de choc. Des plafonds suspendus permettent en outre une amélioration supplémentaire des valeurs d'isolation phonique.

Dans la construction en bois, les transmissions latérales ont une importance secondaire, comme l'ont démontré les recherches effectuées dans le cadre du projet «protection contre le bruit dans le bâtiment». Les bons résultats des planchers en bois en ce qui concerne la transmission des bruits de choc se répercute également sur les transmissions latérales. Les transmissions laté-

rales peuvent être réduites dans une telle proportion avec des mesures de construction simple, qu'elles sont nettement inférieures à la transmission directe à travers le plancher lui-même.

> [www.lignumdata.ch](http://www.lignumdata.ch)

**Acoustique des salles**

Le bois joue dans ce cadre un rôle d'importance et les auditoriums de qualité sont réalisés en général sur la base de ce matériau. Dans les pièces de volume étendu ou occupées par un grand nombre de personnes, il faut considérer le temps de réverbération. Afin d'atteindre un temps de réverbération optimal dans les locaux, une certaine proportion des surfaces doit être revêtue de panneaux acoustiques. Ces panneaux, placés en plafond ou en paroi, peuvent être constitués de dérivés du bois rainurés ou perforés. Ils se distinguent par les fréquences absorbées en fonction de leur façonnage ce qui permet un ajustage approprié de la qualité acoustique des espaces. Cette problématique concerne avant tout les bâtiments publics ou de bureau, où il existe une proportion élevée de surfaces dures et de locaux de grande taille. Les logements privés ne sont concernés que dans une moindre mesure.

**Electrosmog**

Le courant électrique fait partie intégrante de notre vie quotidienne. Cependant, l'utilisation de l'électricité est inévitablement responsable de la formation de champs magnétiques et électriques artificiels, appelés parfois électrosmog. Ces champs, pratiquement omniprésents, ont un effet sur les humains lorsqu'ils sont générés par exemple par des lignes à haute tension, des caténaires ou des émetteurs de radio, de télévision ou de téléphonie mobile. En évitant le plus possible les émissions des champs (débrancher les appareils électriques lorsqu'ils sont inutilisés, par ex.) les personnes sensibles sont en mesure de limiter efficacement leur propre charge car les champs auxquels sont habituellement exposés les habitants d'un logement ne présentent pas de risque pour la santé.

**Qualité de l'air intérieur**

Le bois peut absorber l'humidité de l'air et la restituer de manière différée fonctionnant alors comme un amortisseur lorsque le taux d'humidité est trop faible. Lorsqu'un local est peu ventilé, il peut se charger de composés volatils (COV) provenant de diverses sources. Si certains sont perçus comme agréables, notamment l'odeur caractéristique des résineux, d'autres au contraire ne

sont pas souhaités et peuvent même avoir des effets indésirables pour les occupants. Une ventilation adéquate revêt donc dans cette optique une importance primordiale, particulièrement dans la phase initiale d'occupation d'un logement (éléments neufs, mobilier) tout comme l'emploi de matériaux de construction à faible émission de ces composants.

**Formaldéhyde**

Des valeurs normatives plus sévères et des adhésifs exempts de formaldéhyde ont permis d'abaisser de manière significative les composés organiques volatils (COV) émis par les panneaux à base de bois. Ainsi alors qu'il y a quelques années le taux d'émission par la méthode à la chambre présentait encore des valeurs de l'ordre de 0,1 ppm (le fameux E1) ces émissions se situent

aujourd'hui dans bien des cas en dessous de 0,03 ppm. Des vernis non diffusants, des revêtements mélaminés ou stratifiés permettent en outre de réduire encore les émissions. Lorsque les produits à base de bois profitent de façonnages augmentant leur surface, il est préférable de recourir à des produits présentant un faible taux de formaldéhyde.

Le label Minergie-Eco définit des exigences élevées en ce qui concerne ces émissions.

” *Lignum propose un Lignatec «Qualité de l'air dans les locaux» ainsi qu'un qu'une liste actualisée de produits à faibles émissions.*

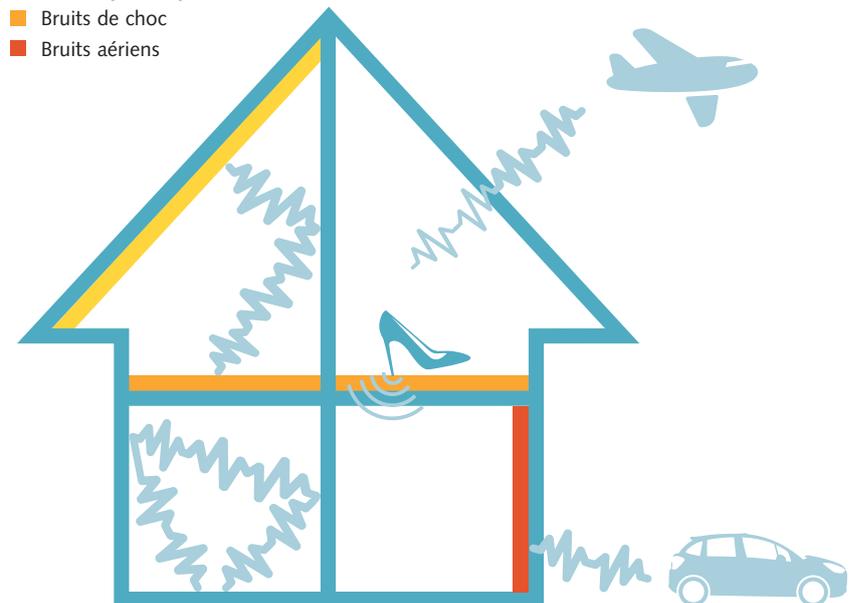
**Acoustique des locaux**

■ Absorbent

**Isolation phonique**

■ Bruits de choc

■ Bruits aériens





Pietro Supino  
Éditeur, président  
de Tamedia

*«Nos collaborateurs occupent une place centrale dans le choix du bois. Lors de la construction de notre nouveau siège, il était important d'offrir à nos collaborateurs un lieu où ils se sentent bien – ce qui profite finalement également à l'employeur. Le fait que nous ayons pu mandater Shigeru Ban comme architecte pour notre bâtiment est une chance pour Tamedia mais aussi, j'en suis persuadé, pour l'ensemble de la ville de Zurich.»*



## Durabilité

*Le bois incarne à lui seul le développement durable. En effet, depuis plus de 150 ans, la loi forestière suisse apparaît comme un modèle d'une gestion durable de la seule matière première renouvelable indigène: le bois. Outre l'aspect écologique, le développement durable couvre également les aspects économiques et sociaux. Le «Label Bois Suisse» atteste de la provenance indigène du bois et soutient la chaîne de valeur ajoutée locale et l'emploi dans des zones périphériques.*

### Un concept qui a fait ses preuves

Grâce à une gestion forestière exemplaire, le bois indigène est plus durable et favorable au climat que tout autre matériau de construction. Il n'en fut pas toujours ainsi: la faim énergétique consécutive à l'émergence de l'ère industrielle avait mis la forêt au début du 19<sup>e</sup> siècle sous pression. Des pans entiers de montagnes furent coupés à blanc afin de recueillir le précieux matériau, alors seul vecteur énergétique d'importance. A cette époque il ne restait plus que 7000 km<sup>2</sup> de forêt. Cette déforestation eut pour conséquence une érosion marquée et des inondations catastrophiques. Le parlement réagit en 1876 avec la promulgation de la loi sur la police des forêts, qui protégeait la surface forestière et sa distribution spatiale. Dès lors, la surface forestière n'a cessé d'augmenter notamment dans les Alpes, les Préalpes et le Jura. De nos jours, la surface forestière dépasse 12 500 km<sup>2</sup>, ce qui correspond à une augmentation de plus de 40% en près de 150 ans malgré son exploitation régulière. Près d'un tiers du territoire est aujourd'hui couvert de forêt.

### Incitation économique pour la conservation de la forêt

Le bois est une matière première d'importance sur le plan mondial. Dans beaucoup de pays cependant, la surface forestière

n'est pas légalement protégée. Les forêts tropicales par exemple, qui représentent la moitié de la surface forestière mondiale, entrent en conflit avec des productions jugées plus lucratives à court terme, alors que dans les régions arides, le bois représente souvent le seul vecteur énergétique, notamment pour la préparation des aliments. Dans les pays méditerranéens, il n'est pas exclu que des forêts incendiées puissent être converties à des fins immobilières. La forêt subit donc une pression importante sur son maintien. Afin que la forêt puisse bénéficier d'une protection adéquate, il importe donc que ses produits puissent être valorisés dans le respect des aspects écologiques, économiques et sociaux, particulièrement envers les populations locales, comme l'atteste les labels FSC et PEFC.

### Le bois un puits de CO<sub>2</sub> grâce à sa capacité d'immobilisation du carbone

Le bois mis en œuvre piège le CO<sub>2</sub> dans le bâtiment et fonctionne alors comme un puits de carbone. 1 m<sup>3</sup> de bois soustrait ainsi près d'une tonne de CO<sub>2</sub> à l'atmosphère. Dans le parc immobilier helvétique, le bois fixe aujourd'hui près de 45 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, déduction faite des émissions lors de la construction, ce qui correspond environ aux émissions annuelles en Suisse. Avec une part de 15% pour les bâtiments en bois, il existe donc un potentiel important à cet égard.

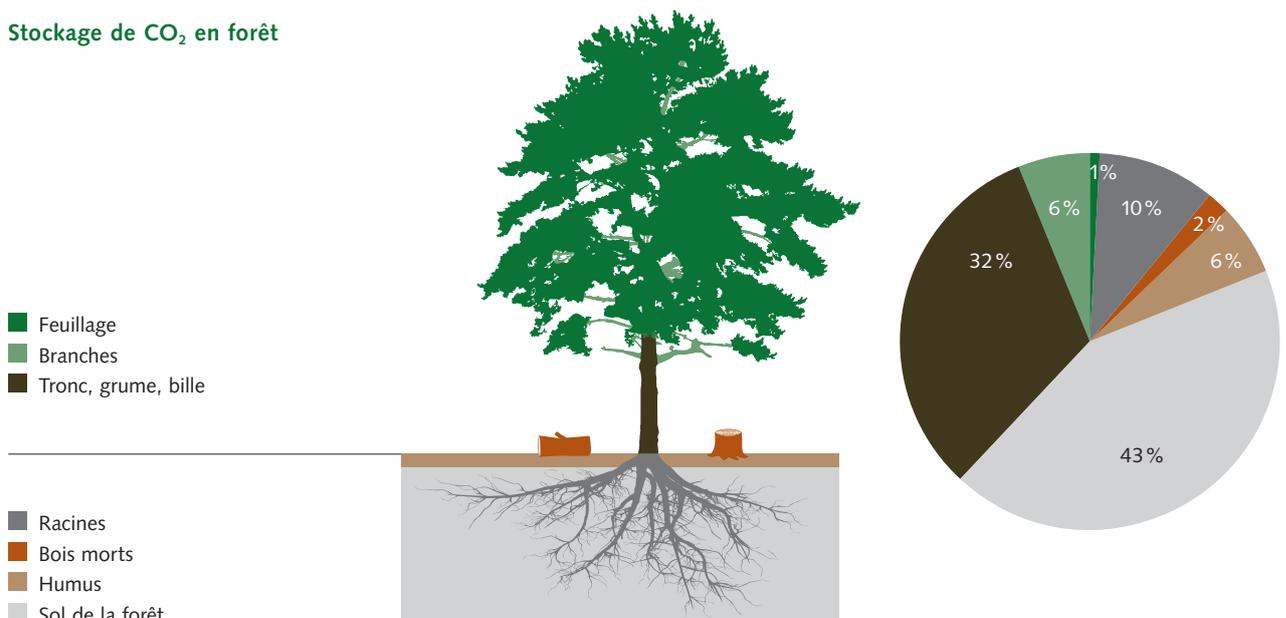
### Le bois dans la politique climatique

Lorsque les matériaux de construction nécessitant une énergie élevée pour leur fabrication sont remplacés par du bois ou des matériaux à base de bois, il en résulte un effet de substitution positif du point de vue énergétique – et les émissions de gaz à effet de serre se réduisent dans une proportion similaire. L'article 14 de la loi fédérale sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, promulguée en 2011, permet désormais de prendre en compte l'effet de puits de carbone du bois mis en œuvre, en plus de la capacité de stockage de la forêt.

### La société à 2000 W et le bois

Le cœur du concept de la société dite à 2000 W est le fait que chaque personne dispose d'une puissance en continu de 2000 W et n'émet pas de rejet de CO<sub>2</sub> qui excède 1 tonne par année. Cet objectif, s'il est défini dans la législation cantonale ou locale, acquiert un caractère d'obligation pour les nouvelles constructions et les réhabilitations. Le cahier technique «La voie SIA vers l'efficacité énergétique» crée les conditions pour atteindre les objectifs fixés dans le domaine de la construction. Le bois a dans ce contexte un rôle fondamental à jouer, aussi bien en réduisant l'énergie liée à la construction (énergie grise) qu'en limitant les émissions de gaz à effet de serre par sa capacité de fixation du carbone. Finalement l'énergie

### Stockage de CO<sub>2</sub> en forêt



intrinsèque du bois peut être exploitée, à l'issue de son utilisation en cascade, comme vecteur énergétique.

**Effet de substitution par la valorisation du bois comme vecteur énergétique**

Lorsque le bois est valorisé thermiquement à la fin de son cycle de vie en remplaçant de l'énergie fossile, l'effet de substitution atteint un total de 1,3 tonne de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup>. Si au contraire un arbre est laissé en forêt, il est décomposé par les insectes et les microorganismes et émet par conséquent autant de CO<sub>2</sub> qu'il en avait fixé lors de sa croissance. Son énergie potentielle de combustion s'évanouit ainsi dans la nature. Les effets bénéfiques de la substitution et l'effet de puits du bois dans la construction et la valorisation énergétique sont alors perdus.

**Cycle de vie des produits – écobilans**

L'impact environnemental des produits est évalué au moyen de l'analyse du cycle de vie (ACV). Les matériaux peuvent être alors comparés à travers la Déclaration environnementale produit (DEP). Dans ce cadre, il faut prendre en compte que l'énergie primaire du bois issue de son pouvoir calorifique peut être valorisée à la fin du cycle de vie de l'ouvrage ou des matériaux qui le composent, par le biais de l'énergie tirée

du recyclage. Grâce à la modélisation des données du bâtiment (Building Information Modeling, BIM), qui entre autres permet de relier les informations sur les produits avec les plans de construction, il sera possible à l'avenir d'établir des bilans écologiques de manière efficace également pour les bâtiments complexes. Il sera alors possible d'évaluer les variantes déjà dans la phase de conception, au-delà de l'aspect économique, aussi sur un plan écologique et de distinguer de cette façon les constructions durables.

**Utilisation en cascade**

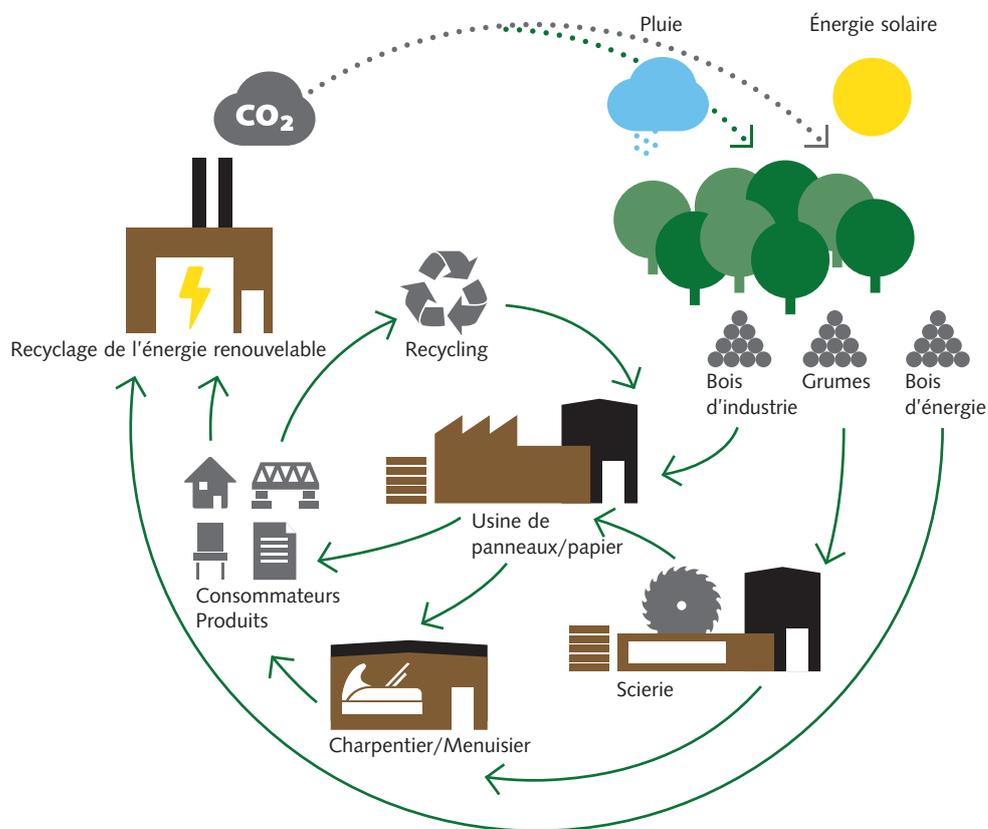
L'utilisation en cascade et le recyclage des déchets sont fondamentaux afin d'améliorer l'écologie dans la construction. Il est par conséquent possible d'épargner une part importante du besoin énergétique nécessaire à la fourniture des matières premières, et réduire également leur consommation. Les matières qui ont un contenu énergétique intrinsèque, comme le bois, devraient être ainsi utilisées le plus longtemps possible en tant que matériau, avant d'être incinérées à des fins énergétiques. Dans le cas du bois, la quantité de CO<sub>2</sub> émise est égale à la quantité qui fut piégée jadis par la plante lors de sa croissance, et dans le même temps des combustibles fossiles sont épargnés.



” Le «Label Bois Suisse» de Lignum atteste de l'origine indigène du bois.  
> [www.bois-holz-legno.ch](http://www.bois-holz-legno.ch)



## Cycle de vie



Adrian Wyss  
Chef de la division  
Modernisation et  
Développement, Implenla

«Une gestion respectueuse de l'environnement et des ressources, par ex. par l'utilisation du bois est non seulement sentée d'un point de vue écologique, mais aussi un critère concurrentiel important. Notre modèle de commerce intégré nous permet d'évaluer un bâtiment sur l'entier de son cycle de vie – de manière économique et orientée client. Nous sommes persuadés que la durabilité et l'économie peuvent être harmonisées. Ainsi pour Implenla, la balance entre succès économique et responsabilité sociale et écologique est au premier plan. Pour nos clients cela signifie qu'ils bénéficient d'ouvrages de haute qualité dans des lieux attractifs, orientés vers le futur en matière de durabilité.»

# Impressum



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV  
Plan d'action bois

## Editeur

Lignum, Economie suisse du bois, Zurich

## Rédaction, coordination et réalisation

Hansueli Schmid, Lignum

## Traduction, adaptation

Lucie Mériageux, Lignum Office romand,  
Le Mont-sur-Lausanne  
Denis Pflug, Lignum Office romand,  
Le Mont-sur-Lausanne

## Mise en page

BN Graphics, Zürich, [www.bngraphics.ch](http://www.bngraphics.ch)

## Impression

Kalt Medien AG, Zoug

## Credits photographiques

P.1 Intérieur de l'OMPI, Genève, Lignum. Photographe: Hansueli Schmid. P.2 Copeaux de bois, Brühwiler Fensterholz AG, Wiezikon. Photographe: George Eberle. P.4 Chloroplastes, iStock. Photographe: Alan Jhnländer Phillips. P.5 bas, Essences de bois, 123rf. Photographe: Vektorgrafken. P.5 bas, Essences de bois, Atlas Holz AG, Trübbach. Photographe: Marc Quirici. P.8 Stand Lignum, Lignum. Photographe: Hannes Henz. P.10 bas, Giesserei Winterthour, Lignum. Photographe: Hannes Henz. P.12 Extérieur cabanne Monte Rosa, Zermat, Keystone. Photographe: Martn Ruetschi. P.14 bas, Intérieur cabanne Monte Rosa, Zermat, Keystone. Photographe: Oliver Maire. P.15 haut, Systèmes bois, Lignum. Extrait de Bois systèmes constructfs, J. Kolb. P.16 Raccard, Zermat, R. Harding. Photographe: 231-358. P.18 bas, Façade bois, Schweizer Baumuster-Centrale, Zürich. P.19 haut, Sculpture en bois de la tombe de Toutankhamon, R. Harding. Photographe: 744-28. P.19 haut, Champignons, Fotolia. Photographe: Tim Assmann. P.19 haut, Intérieur en bois, Lignum. Photographe: Hannes Henz. P.20 haut, Extension Zürichbergstrasse, kämpfen für architektur ag, Zürich. Photographe: R. Rötheli. P.22 bas, Immeuble Birmensdorferstrasse, kämpfen für architektur ag, Zürich. Photographe: R. Rötheli. P.23 centre, Escaliers en béton, Fotolia. Photographe: Annibell82. P.23 centre, Intérieur en bois, Lignum. Photographe: Hannes Henz. P.24 Palais de Knossos, Fotolia. Photographe: Andy. P.26 bas gauche, Fassade Freilager Albisrieden; Indermühle Bauingenieure,

Thoune. P.27 haute, Freilager Albisrieden; P'INC. AG, Langenthal. P.28 Plafonds acoustiques en bois dans l'espace spa, Tschuggen Grand Hotel, Arosa. Photographe: Stöh Grünig. P.31 haut, Lobby Tamedia, Zurich, Keystone. Photographe: Christan Beutler. P.32 Hêtre, iStock. Photographe: mtreasure. P.34 bas, Écureuil, Fotolia. Photographe: Vojtech Herout

## Illustrations: BN Graphics, Zurich

P.5 bas, Essences de bois. P.6 bas, Croissance et utilisation de la forêt. P.7 haut, Transformaton du bois. P.11 haut, Coûts et cycle de vie. P.23 haut, Comparaison des émissions. P.25 Hauteur des bâtiments. P.30 bas, Acoustque dans le bâtiment. P.33 bas, Stockage du CO<sub>2</sub> en forêt. P.35 bas, Cycle de vie

## © Copyright

Le copyright de cette publication est propriété de Lignum, Economie suisse du bois, Zurich. Toute reproduction de la publication ou de parties de celle-ci, la mise à disposition du contenu sur Internet et la reprise dans des banques de données n'est autorisée qu'avec l'accord exprès et écrite de l'éditeur.

## LIGNUM

Economie suisse du bois  
Chemin de Budron H6, CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne  
Tel. 021 652 62 22, Fax 021 652 93 41  
[info@lignum.ch](mailto:info@lignum.ch)  
[www.lignum.ch](http://www.lignum.ch)

## Lignum – Arguments en faveur du bois

Edition décembre 2019