



# Construire avec les éco-matériaux

*Les atouts techniques, environnementaux et sociétaux des éco-matériaux*

*L'exemple du bois*



# Introduction

- Le « Développement Durable » est actuellement un facteur important de toute réflexion sociétale. Il est l'axe de 3 points majeurs que sont :

- ✓ **La société**
- ✓ **L'économie**
- ✓ **L'environnement**



- Notre réflexion sur la construction bois entre totalement dans ce cadre ; et l'action de construire en bois sur en Guyane, cautionne celle-ci.



# Partie I : Atouts techniques

- ✓ Des qualités pour concevoir
- ✓ Des qualités pour construire



**Construire avec les éco-matériaux :** Les atouts techniques, environnementaux et sociétaux du bois

# 1. Isolation thermique

Le bois, un très bon isolant thermique :

- ✓ Il conserve bien la fraîcheur ;
- ✓ Il possède une inertie thermique élevée : il n'emmagasine pas de chaleur.

Le coefficient de conductivité thermique  $\lambda$  décrit l'aptitude du matériau à conduire ou non la chaleur.

Il est élevé pour les matériaux conducteurs et faibles pour les isolants.

Le meilleur matériau isolant est l'air strictement immobile ( $\lambda=0,024$ ).

La valeur moyenne pour le bois est :  $\lambda=0,12$

Matériau		Coefficient $\lambda$
Aluminium		230
Acier		52
Béton		1,750
Plâtre		0,500
B O I S	<b>Feuillus très lourd</b>	<b>0,290</b>
	<b>Feuillus lourd</b>	<b>0,230</b>
	<b>Feuillus mi-lourd</b>	<b>0,180</b>
	<b>Feuillus légers</b>	<b>0,150</b>
	<b>Feuillus très légers</b>	<b>0,130</b>
Laine minérale		0,040

Comparaison du coefficient  $\lambda$  avec d'autres matériaux

## 2. Isolation acoustique

Le bois : Un isolant acoustique de haute performance :

- ✓ En raison de sa structure cellulaire particulière, le bois possède une meilleure capacité d'insonorisation que bien des matériaux. La construction à ossature de bois assure donc un confort supérieur en ce qui a trait à la transmission du son.
- ✓ Le but de l'isolation phonique est d'éviter que le son ne se propage à travers les parois d'une pièce. Il s'agit de bloquer la pénétration des bruits extérieurs dans le bâtiment, tout en empêchant les bruits intérieurs de s'infiltrer dans les pièces adjacentes.
- ✓ Une bonne solution pour isoler une construction est l'utilisation de bois massif. L'avantage du bois est d'être un matériau qui corrige l'acoustique de la pièce tout en restant esthétique

*A noter : les performances d'isolation acoustique varient d'une essence à une autre.*

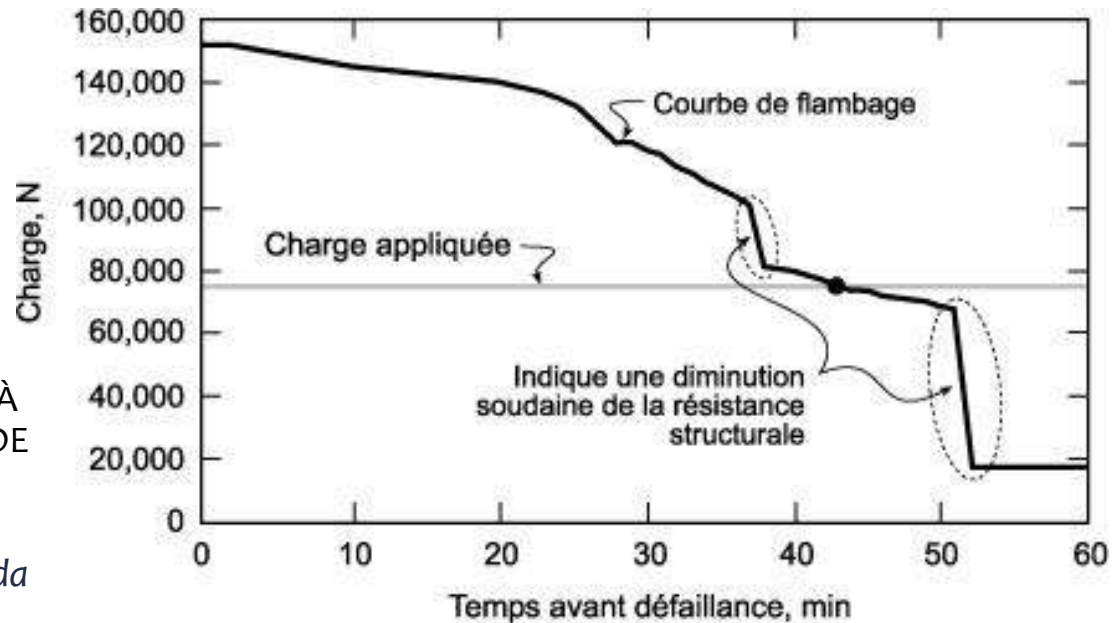
# 3. Résistance au feu

- ✓ Possède l'une des meilleures résistances au feu
- ✓ Ne se déforme pas sous l'effet de la chaleur
- ✓ Ne dégage pas de fumée toxique
- ✓ brûle lentement, sans se déformer, en conservant ses caractéristiques mécaniques dans sa zone interne (section > 60 mm) et sans propager la chaleur aux parties voisines
- ✓ Conserve ses qualités mécaniques pendant de longues minutes
- ✓ ne se dilate pas et n'éclate pas à la chaleur (comme les construction métalliques)

*Les dangers d'effondrement immédiats sont nuls (voir ci-contre : le risque de rupture apparaît après 50 min)*

*Ci-contre : RÉSISTANCE AU FEU TYPE D'UN MUR À OSSATURE DE BOIS PRÉDITE PAR LE MODÈLE DE RÉPONSE STRUCTURALE*

*Source : Conseil national de recherches Canada*



# 3. Résistance au feu

les principes de combustion sont régis par deux types de comportements vis à vis du feu :

- ✓ réaction au feu :
  - ✓ participation du matériau en tant qu'agent de combustion donc élément propagateur du développement du feu
  - ✓ classement : incombustible à facilement inflammable, selon essences, sections et traitements
- ✓ Résistance au feu :
  - ✓ durée pendant laquelle les éléments de construction continuent à remplir leurs fonctions malgré l'incendie (de 1/4 h à 6 hs)

ruine théorique :

- ✓ poutre acier = 8 mn
- ✓ poutre bois (10x 5) = 24 mn

600 collèges reconstruits en bois



# 3. Résistance au feu

pour des sections au dessus de 60 mm, lors de sa combustion, le bois s'auto-protège : ses composants ne sont transformés en gaz nocif, le charbon poreux qui adhère au bois sain sous-jacent ralenti le processus de combustion et isole les couches interne qui conservent leurs propriétés mécaniques

formation de charbon en zone périphérique externe

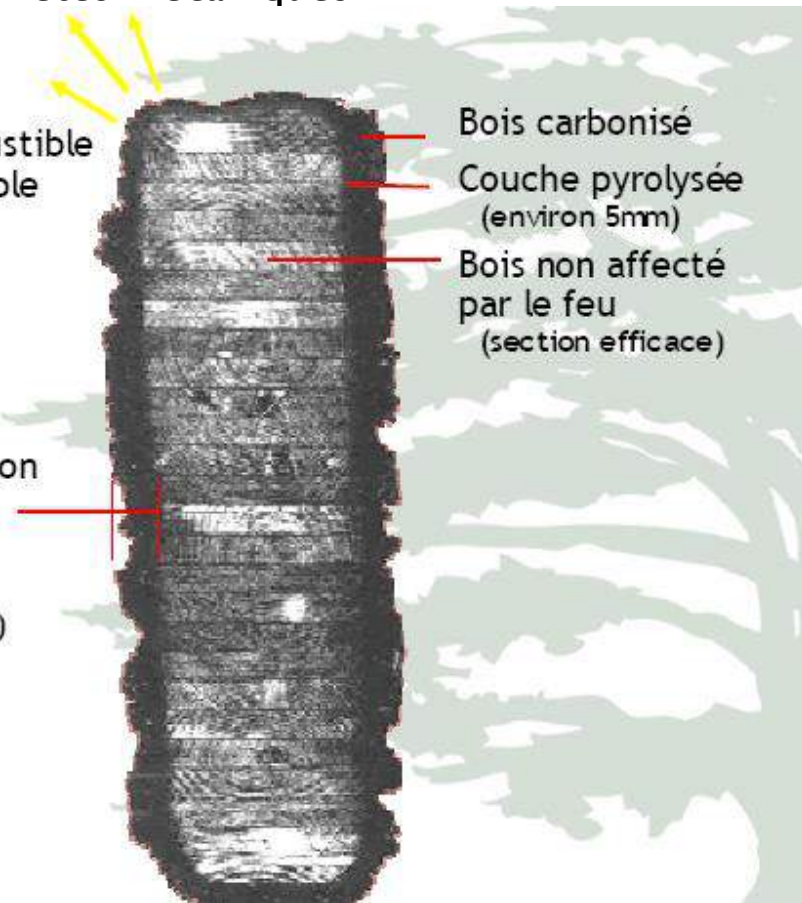
= isolation thermique et diminution de la carbonisation

= autoprotection

- ✓ conductibilité thermique 10 fois < au béton
- ✓ conductibilité thermique 250 fois < à l'acier
- ✓ dilatation 1/3 max < à l'acier

- Évaporation
- CO<sub>2</sub> incombustible
- O<sub>2</sub> combustible

Couche de charbon de bois  
(conductibilité thermique 1/6° du bois massif)





## 4. Entretien

- ✓ Des produits de finition de plus en plus performants, qui présentent des résistances de plus en plus accrues
- ✓ Le bois naturel non lasuré devient gris clair sous l'effet de la pluie et du soleil, l'entretien est nul
- ✓ le bois est un des rares matériaux qui peut être mis en œuvre "brut de sciage"
- ✓ la structure bois est généralement protégée par l'enveloppe
- ✓ une lasure de qualité dure 3 à 4 ans, le décapage est inutile pour les reprises

La structure porteuse d'une construction en bois ne demande aucun entretien. Elle est durablement protégée au moment de la construction. Tous les revêtements de façade des constructions à ossature bois étant posés comme une double peau, leur dégradation éventuelle n'atteint pas la structure porteuse dont ils sont séparés par une couche d'air pour assurer la ventilation, et parfois par un écran pare-pluie.

# 5. Durabilité

## Une excellente longévité

- ✓ Pour le matériau bois
- ✓ Pour les construction bois

## De nombreuses idées reçues :

“ le bois c’est plein de termites ... “	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ la durabilité concerne un bois parfait, il faut choisir du premier choix</li> </ul>
“ le bois ça pourrit vite ... “	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ un grand nombre d’essences sont résistantes aux agents de dégradation,</li> <li>✓ le bois ne rouille pas</li> </ul>
“ le bois ça dure pas longtemps ... “	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ la construction bois peut durer des centaines d’années</li> <li>✓ la construction bois doit être faite dans les règles de l’art et de la pérennité</li> </ul>
“ le bois c’est vandalisable... “	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ les volets et barreaudages bois sont plus solide que les grilles métalliques</li> <li>✓ le bois inspire le respect dans de multiples cultures,</li> <li>✓ les projets bois ne sont pas ou peu vandalises (graffiti, entailles, tags,...)</li> </ul>

# 6. Légèreté structurelle



Une structure tout-terrain : le bois permet :

- ✓ De construire sur « mauvais » sols
- ✓ Des surélévations et extensions plus économiques

Les constructions bois sont légères :

- ✓ Elles ne nécessitent qu'un ancrage au sol limité
- ✓ Elles permettent de bâtir sur des terrains escarpés ou mal stabilisés et où il serait difficile, voire impossible, de mettre en œuvre une solution maçonnée.
- ✓ Elles permettent l'allègement des fondations

Les constructions bois sont adaptées :

- ✓ Aux terrains accidentés
- ✓ Aux terrains de mauvaises qualité
- ✓ Aux sites isolés guyanais



# 6. Légèreté structurelle

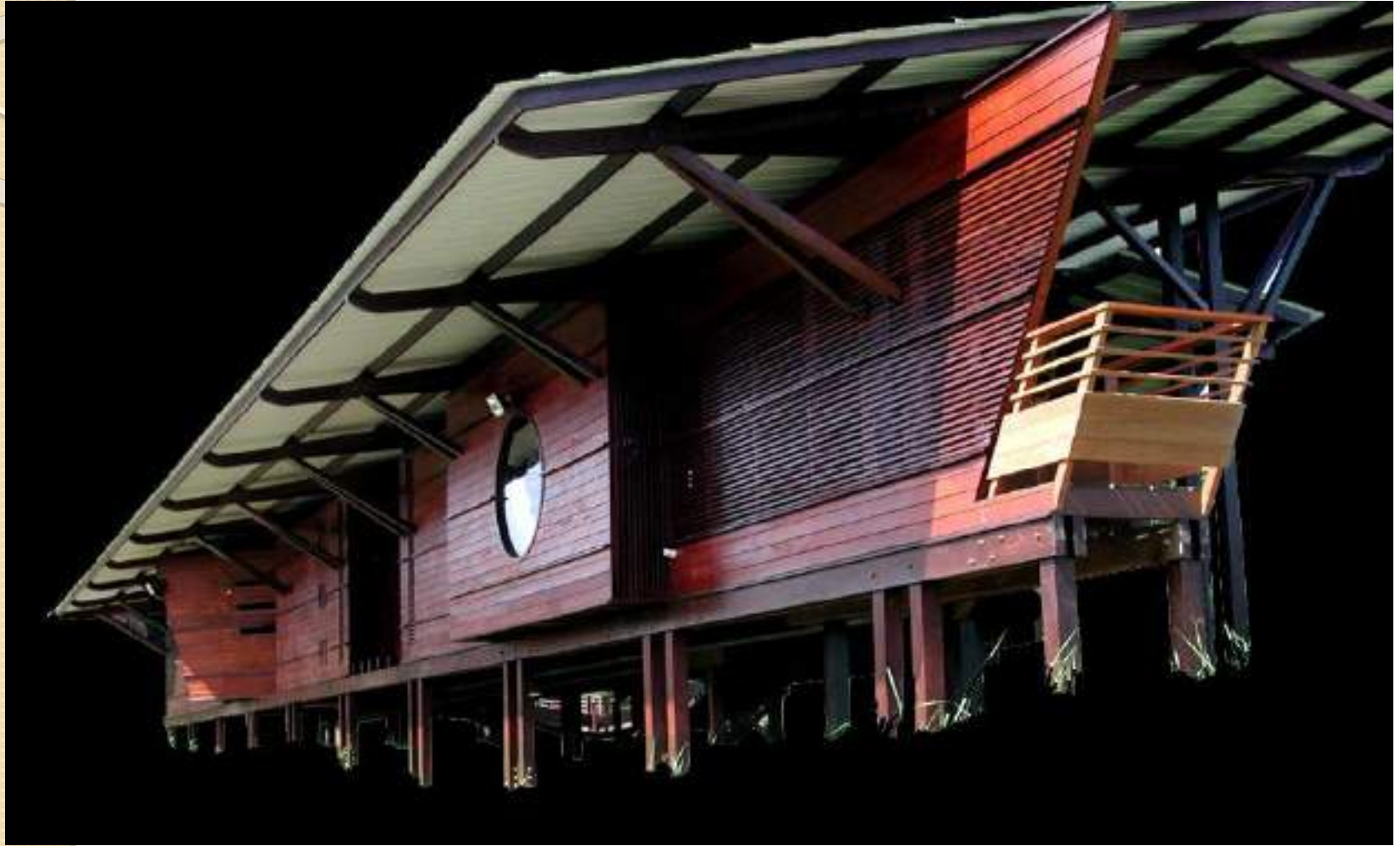




# 6. Légèreté structurelle



# 6. Légèreté structurelle



# 7. Facilitation des chantiers de construction



- ✓ approvisionnement facilité pour les chantiers d'accès difficile
- ✓ préfabrication en atelier :
  - ✓ main d'œuvre qualifiée
  - ✓ contrôle de qualité
- ✓ délais raccourcis, moins dépendants des intempéries
- ✓ chantiers propres, à faibles nuisances
- ✓ planification et suivi de travaux simplifiés



## 8. Comportement mécanique

- ✓ bon comportement pour les sollicitations dans son axe : compression et traction axiale
- ✓ comportement ductile en compression pour le matériau comme pour les structures (capacité à dissiper l'énergie cinétique avant rupture)
- ✓ résistance élevée aux charges sismiques de courtes durées
- ✓ module d'élasticité élevé sous charges instantanées
- ✓ le bois "parfait" offre un comportement plastique excellent avant rupture
- ✓ excellente résistance aux pressions dynamique de pointe horizontales, basculement et de soulèvement du vent
- ✓ des assemblages et contreventements apparents et maitrises



# 9. Esthétique

- ✓ Matière vivante, le bois est unique par sa diversité de couleurs, de structures et de textures.
- ✓ Parce qu'il fait appel aux sens, le bois est un support idéal d'expression de la créativité





**Construire avec les éco-matériaux : Les atouts techniques, environnementaux et sociétaux du bois**

# 10. Liberté architecturale

## Une utilisation variée

- ✓ charpentes, lambris, poutres, clins, escaliers....,

## Une architecture modulable et flexible :

- ✓ permet une très grande souplesse de conception et une expression architecturale très vaste
- ✓ privilégie les grands espaces
- ✓ n'impose que très peu de limitations dans les formes et les dimensions

➤ ***Un matériau adaptable à toutes les audaces architecturales***

➤ ***Un matériau qui encourage une large créativité***



# 10. Liberté architecturale





# 10. Liberté architecturale



## CHARPENTES CONIQUES : CENTRE CULTUREL MARONI - BOA



Construire avec les éco-matériaux : Les atouts techniques, environnementaux et sociétaux du bois

# Partie II : Atouts environnementaux

- **Un matériau sain**
- **Un matériau renouvelable**
- **Lutter contre l'effet de serre**
- **Favoriser la croissance de la forêt**
- **Un bilan carbone faible**
- **La maîtrise de l'énergie**
- **Un cycle de vie à faible impact environnemental**
- **La réduction des importations de matériaux**



# 1. Un matériau sain

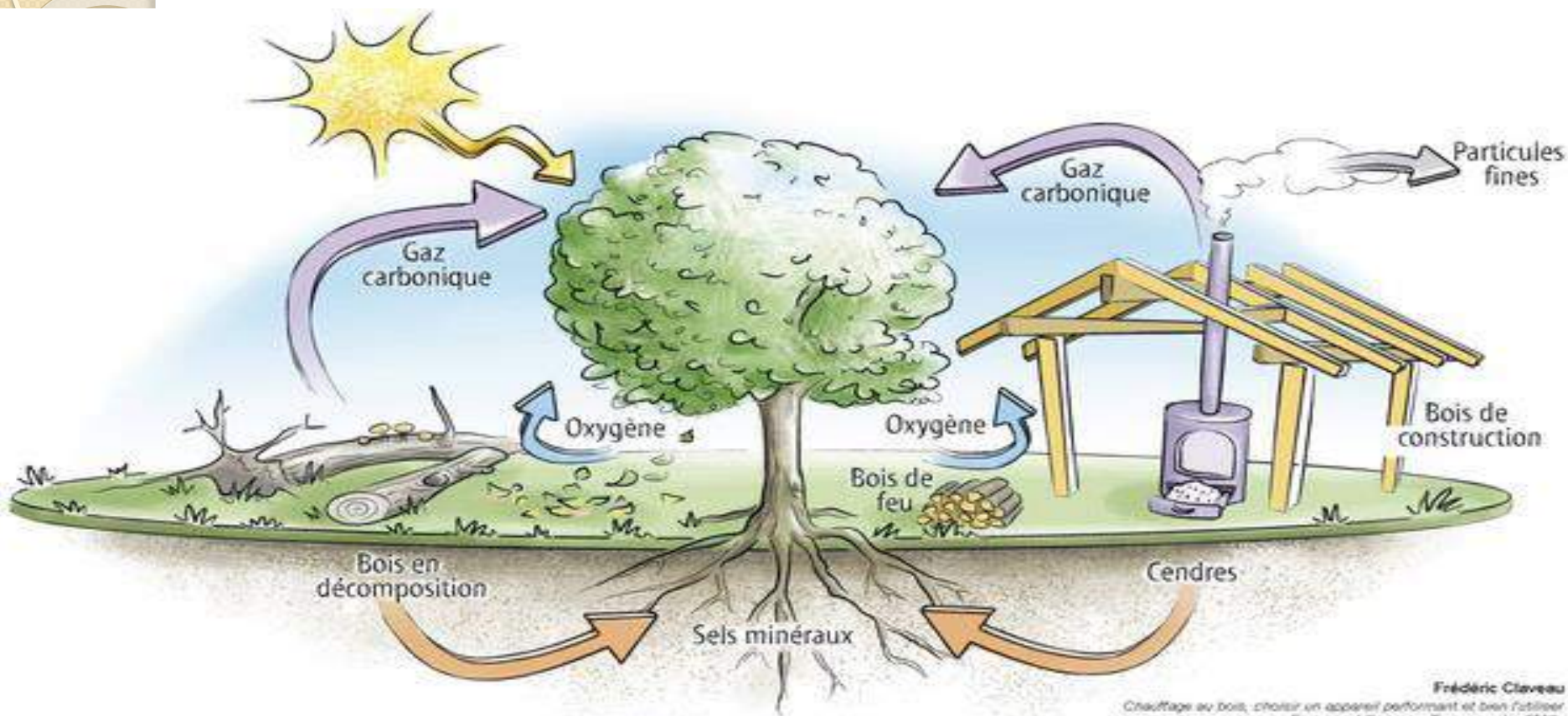
- ✓ Un bon régulateur hygroscopique:
  - ✓ Sa structure permet une ventilation suffisante pour éviter les problèmes d'humidité
  - ✓ Le bois absorbe les excès de condensation
- ✓ Un bon régulateur hygrothermique
- ✓ Un matériau qui ne diffuse aucune substance nocive
- ✓ Un matériau qui ne génère aucune électricité statique
- ✓ les constructions bois sont saines, ventilées naturellement
- ✓ le bois naturel limite les COV(formaldéhydes)
- ✓ plus il y a de bois, moins il y a de moisissures, virus, acariens, bactéries, rhinites allergiques



## 2. Un matériau renouvelable

- ✓ Seul matériau de construction 100% renouvelable
- ✓ Récolté et utilisé, il conserve le carbone stocké dans ses fibres et alimente une importante filière économique
- ✓ Il est réutilisable en fin de vie, recyclé ou utilisé pour produire de l'énergie renouvelable.
- ✓ Sa fabrication engendre également des sous-produits importants, eux-mêmes valorisés : bois-énergie

# 3. Lutter contre l'effet de serre



Frédéric Claveau  
Chauffage au bois, choisir un appareil performant et bien l'utiliser  
Emmanuel Carcano, Terre vivante, 2008



### 3. Lutter contre l'effet de serre

- ✓ Par photosynthèse, le bois stocke le carbone et absorbe ainsi le gaz carbonique de l'atmosphère.
- ✓ Durant toute sa vie de matériau (jusqu'à plusieurs siècles), le bois conserve le carbone qu'il a emmagasiné pendant sa croissance
- ✓ 1 tonne de bois produite par photosynthèse =
  - ✓ 1,6 tonne de CO<sub>2</sub> absorbé
  - ✓ 1,1 tonne d'O<sub>2</sub> émis
  - ✓ 0,5 tonne de C fixé
- ▶ 1 m<sup>3</sup> de bois fixe durablement 1 tonne de CO<sub>2</sub> atmosphérique



## 4. Favoriser la croissance de la forêt



- ✓ La vitalité de la forêt – sa capacité à se renouveler – est favorisée par les récoltes de bois provenant d'arbres matures qui dégagent l'espace et la lumière nécessaires à la croissance des plus jeunes et des graines en sommeil dans le sol.
- ✓ C'est un résultat concret de la recherche forestière menée en Guyane depuis plus de 20 ans, et qui sert à l'ONF (Office national des Forêts) pour déterminer les pratiques de gestion durable des forêts.
- ✓ Ainsi, les aménagements forestiers réalisés par l'ONF et les taux de rotation définis pour les parcelles de production garantissent la pérennité du patrimoine forestier et de la biodiversité.



# 5. Un bilan carbone faible

Le bois = Seul matériau de construction qui représente un puits de carbone : Le bois stocke plus de CO<sub>2</sub> que la quantité émise pour sa mise en œuvre

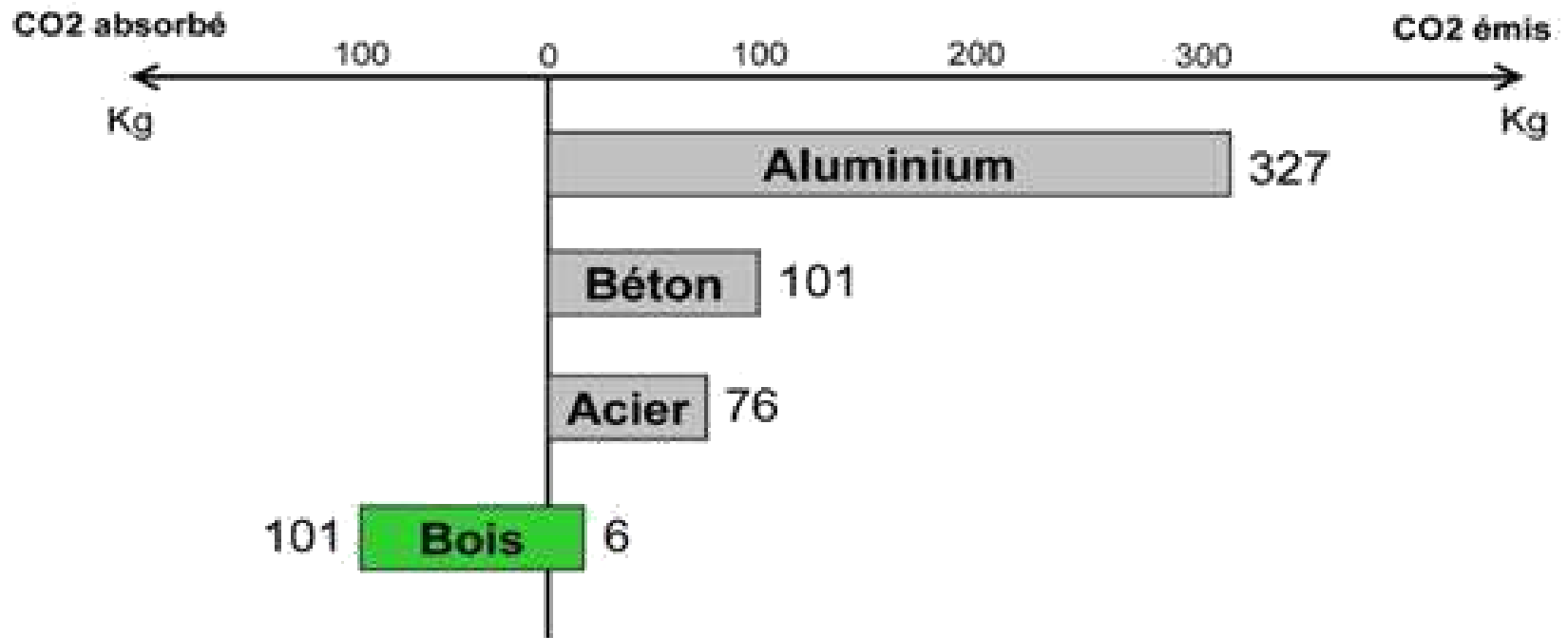
- ✓ Laissé en forêt : en fin de vie, il se décompose
  - ✓ Le CO<sub>2</sub> absorbé pendant la croissance retourne vers l'atmosphère.
  - ✓ Le bilan CO<sub>2</sub> est nul.
- ✓ Récolté :
  - ✓ de nouveaux arbres poussent : le CO<sub>2</sub> continue d'être absorbé.
  - ✓ le bois est utilisé : le carbone reste fixé dans ses fibres.
- ▶ Seul lieu de "stockage" durable et en quantité importante = les constructions
- ✓ Les autres matériaux :
  - ✓ Ne stockent pas de CO<sub>2</sub>
  - ✓ Ont des process de fabrication qui consomment beaucoup plus de CO<sub>2</sub>

# 5. Un bilan carbone faible

## Le bois = le seul matériau stockant le CO2

### Bilan CO2

Comparaison des émissions de CO2 liées à la réalisation d'une poutre en aluminium, en acier, en béton armé et en bois massif. Poutre calculée pour une charge permanente = 75kg/m, charge d'exploitation = 300kg/m et portée 7,5m.



Exemple de bilan CO2 pour la construction d'une poutre  
D'après la Forêt Privée Française, source : ENSTIB.

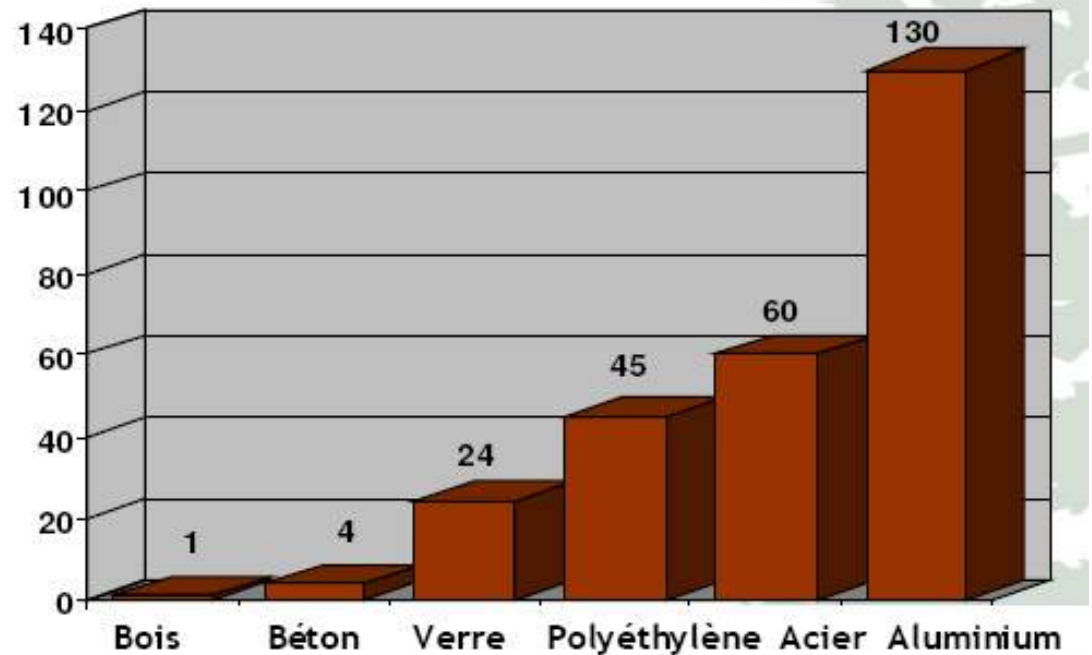


# 6. Maitriser l'énergie



- ✓ Production, transformation et utilisation du bois sont des opérations qui consomment peu d'énergie
- ✓ A performance égale, le bois consomme 2 fois moins d'énergie que le béton et 5 fois moins que l'acier
- ✓ La pollution de l'eau, de l'air et du sol liée aux chantiers de construction bois est très faible

Énergie nécessaire à la fabrication d'un kg de matériau (Mégajoules) :



# 7. Un cycle de vie à faible impact environnemental

## Cycle de vie d'un matériau :

Etape	Caractéristique du matériau bois
Extraction	✓ Récolte peu polluante et préservant les sites
Production des matériaux	✓ Renouvelable
Fabrication des produits	✓ Approvisionnement de proximité
Utilisation	✓ Durable (choix des essences et conception adaptés) ✓ Faible coût énergétique pour construire ✓ Économie de chauffage
Élimination	✓ Recyclable

# 8. S'affranchir de l'importation de certains matériaux

- ✓ L'utilisation de matériaux produits localement permet de minimiser les émissions de gaz à effet de serre liées aux importations





# Partie III : Atouts économiques et sociétaux



# 1. Favoriser l'économie locale

- ✓ Favorisation de la valeur ajoutée locale
- ✓ Promotion de l'emploi local
- ✓ Formation et embauche de jeunes
- ✓ Réponse aux besoin du marché :
  - ✓ Le bois dans l'habitat «traditionnel»
  - ✓ Les maisons en bois
  - ✓ Les logements collectifs
  - ✓ Les bâtiments publics
  - ✓ Les bâtiments de loisirs
  - ✓ Les bâtiments tertiaires
  - ✓ Les bâtiments industriels
  - ✓ Les bâtiments agricoles
  - ✓ Les aménagements extérieurs
  - ✓ Le génie civil : ponts, passerelles, ...



## 2. économies dans la phase de construction



- ✓ La filière sèche – construire en bois ou en acier – est bien plus rapide que la filière humide (le béton nécessite de l'eau).
- ✓ durée du chantier réduite = frais financiers des emprunts sont plus faibles.
- ✓ La structure porteuse en bois représente par ailleurs moins de 20% de coûts de construction, et comme le poids d'une construction en bois est plus faible que celui d'une construction maçonnée, sur des terrains peu porteur, les travaux de fondations sont moins coûteux.
- ✓ Par ailleurs, sous réserve de coordination effective entre les différents corps d'Etat, les travaux de second œuvre ne sont pas plus onéreux avec une ossature bois.





### 3. économies à l'usage

- ✓ Performance thermique = diminution des coûts de climatisation





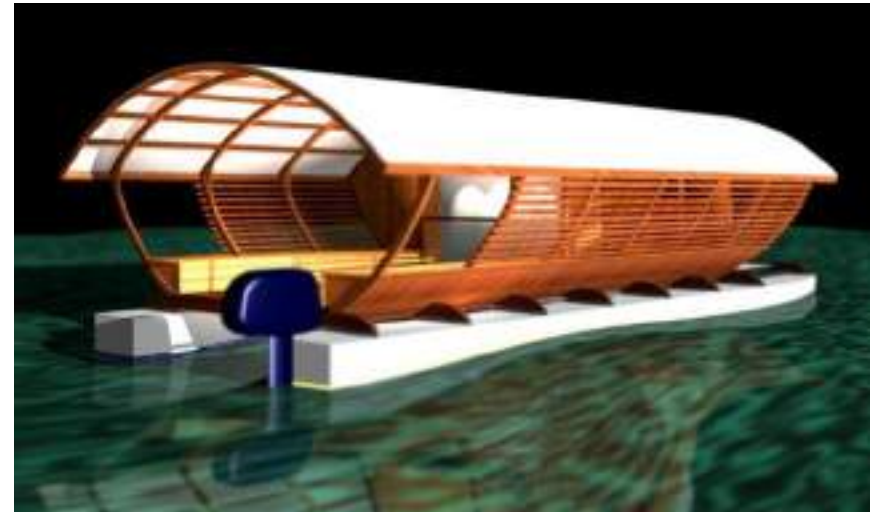
## 4. Raisonner en coût global

- ✓ Le coût global d'un bâtiment est la somme de ses coûts de construction, d'exploitation et de maintenance pendant toute sa durée de vie. Le raisonnement en coût global conduit les concepteurs et les décideurs à penser à l'avance aux nécessités techniques et aux modalités pratiques de l'exploitation et de la maintenance du bâtiment.
- ✓ La construction bois peut amener des économies substantielles sur les coûts d'exploitation en termes d'économie d'énergie. Par ailleurs, si le bâtiment est bien conçu, les coûts d'entretien ne sont pas plus élevés qu'avec un autre matériau.
- ✓ Au bilan, même si à l'investissement, la construction en bois peut coûter plus cher, cet éventuel surcoût peut être compensé par des coûts d'exploitation moindres.

# 5. Un matériau d'avenir

Le bois est un matériau  
d'innovation

- ✓ Il s'affirme dans des technologies de pointe
- ✓ Il fait sans cesse l'objet de recherches
  - ✓ Bois rétifé
  - ✓ Matériaux composites, qui allient le bois à d'autres matériaux ...
  - ✓ ...



**PROPOSER DES SYSTÈMES INNOVANTS**  
**HOUSE BOAT**

- ✓ Les produits bois de haute technologie permettent de dépasser les limites dimensionnelles et mécaniques imposées par l'arbre, ils lui confèrent les caractéristiques d'un matériau industriel, sans lui ôter les qualités d'une matière noble

# 6. Exemple : le marché du logement collectif



- ✓ Etude visant à définir un système constructif clos couvert, pour une mise en œuvre en Guyane notamment en logements collectifs sociaux
- ✓ Bâtiment étudié : logement collectif de type R + 2
- ✓ Structure mixte bois-béton
  - ✓ Structure béton traditionnelle :
    - ✓ Système poteaux-poutres-dalles
    - ✓ Cages d'escalier maçonnées et escalier béton
  - ✓ Parois ossature bois :
    - ✓ Coffrage perdu des poteaux béton
    - ✓ Remplissage de la structure
- ✓ Performance du système :
  - ✓ Incendie, thermique, acoustique, résistance mécanique, durabilité
- ✓ Etude économique
- ✓ Facteurs de développement

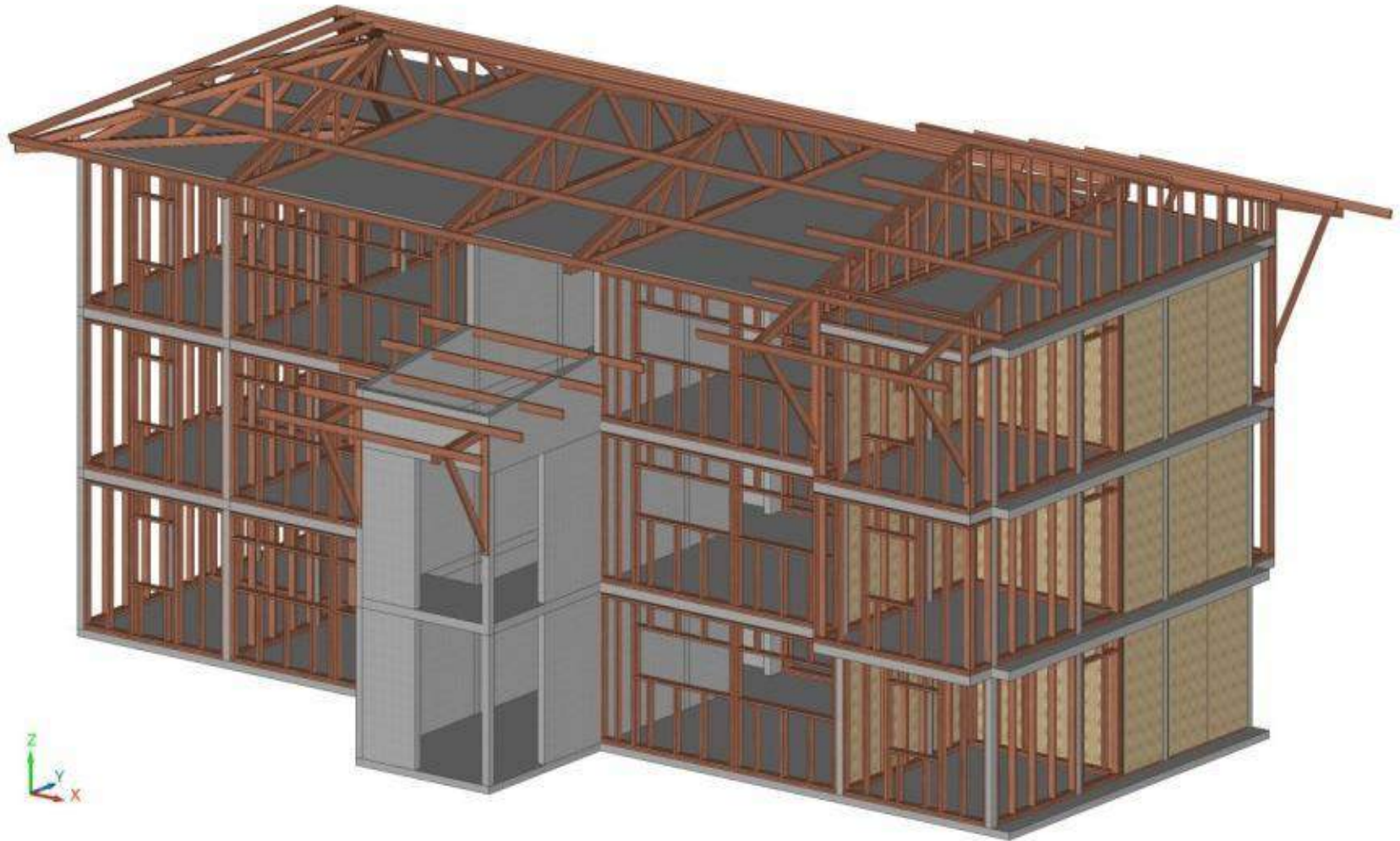


# 6. Exemple : le marché du logement collectif





# 6. Exemple : le marché du logement collectif



# Merci de votre attention

