

2. LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

2.1 Le bois

Le comportement du bois varie selon :

- Ses dimensions
- Son essence
- Son taux d'humidité

Les bois durs et denses comme le chêne s'enflamment plus difficilement que les bois tendres comme le sapin.

Le bois est **combustible** et **inflammable** : il brûle sans se déformer et conserve longtemps sa résistance mécanique lorsqu'il est utilisé en forte section.

Une des caractéristiques du bois, c'est qu'il **contient de l'eau** (*pourcentage d'eau qu'il renferme par rapport à son poids anhydre*) : le pouvoir calorifique du bois est donc fonction de sa masse volumique et de sa teneur en eau.

La conductivité du bois varie avec sa densité, son taux d'humidité et le sens de la transmission : l'INERIS précise que la conductivité du bois, dans le sens parallèle aux fibres est le double de celle dans le sens perpendiculaire.

Le bois fait l'objet de classements en fonction de son épaisseur. L'ignifugation permet, selon la situation envisagée, d'en améliorer les performances : le bois est traité en surface avec des phosphates amoniacaux, des borates ou des silicates qui réduisent son inflammabilité. De tels traitements d'imprégnation ne sont efficaces durablement que pour les éléments qui ne sont pas exposés aux intempéries. On peut aussi surdimensionner les pièces de bois, ou les recouvrir de plâtre projeté, etc.

Caractéristiques essentielles du bois :

- **Combustible et inflammable**
- **T° d'inflammation (=distillation des gaz) = 275°C**
- **T° de combustion = 1000°C à 1300°C**
- **Pouvoir calorifique = 4000 à 4500 Kcal/kg soit 16,7 à 18,8 MJ/kg**

☑ Processus de combustion du bois en vase clos :

- jusqu'à 100°C : *de la vapeur d'eau se dégage*
- de 100°C à 275°C : *dégagement de CO₂ (70%), de CO et d'acide pyroligneux (le bois devient brun).*
- vers 275°C : *réaction exothermique, le CO₂ diminue et les hydrocarbures apparaissent (le bois devient couleur chocolat).*
- au-dessus de 350°C : *peu de dégagement gazeux, les hydrocarbures dominent et l'hydrogène apparaît.*
- au-delà de 450°C : *hydrogène et hydrocarbures dominent. Le résidu noir et friable est du charbon de bois qui est lui-même susceptible de brûler avec dégagement de gaz combustibles.*

(Source : CTBA Centre Technique du Bois et de l'Ameublement)

• Classement selon l'épaisseur et le type de bois :

Bois massif résineux	Bois massif non résineux
M3 si épaisseur ≥ 18mm	M3 si épaisseur ≥ 14mm
M4 si épaisseur < 18mm	M4 si épaisseur < 14mm



• Les bois lamellés-collés

Les bois en lamellés-collés sont des pièces pleines de bois qui sont assemblées par collage à chaud et disposées de sorte que leurs fils soient parallèles. Toutes les essences de bois sont utilisables pour ce procédé, à condition d'être compatibles avec les colles employées.

En général, ces structures, souvent utilisées pour les gymnases par exemple, sont composées de bois résineux.



Grande portée
constructive

Très bonne
stabilité au feu

Très bonne
résistance au feu

Les panneaux dérivés de bois

Il existe sur le marché une très grande quantité de panneaux à base de bois : *contreplaqués, panneaux de particules, panneaux de fibres, etc.*

Ils se présentent sous la forme de grands panneaux ou d'éléments assemblables prêts à l'emploi (*cloisons, éléments de toiture, éléments de planchers, etc.*).

Ces panneaux comportent souvent des traitements complémentaires, en fonction de leur utilisation : *traitements fongicides, traitements insecticides, traitements ignifuges.*

2.2 Le métal : fer et acier

S'il est **incombustible**, le métal **s'échauffe très vite** (T° critique 400°C) et sa résistance mécanique diminue très rapidement sous l'action de la chaleur.

Les caractéristiques physico-thermiques et mécaniques du métal sont fortement modifiées par l'action de la chaleur. De nombreuses études ont été réalisées de sorte à définir les propriétés des métaux sous l'action d'un incendie (*voir les études du CTICM*).

Les métaux offrent une bonne résistance tant que leur T° critique n'est pas atteinte : au-dessus de cette température, la structure ne remplit plus ses fonctions et risque de plier sous son propre poids. La température critique des métaux varie selon le produit entre 400 et 800°C .

Un autre paramètre est pris en compte pour les structures métalliques : la vitesse d'échauffement de l'élément qui dépend du flux de chaleur reçu. **Les métaux sont très conductibles.**

Exemple :

- à 500°C , la résistance du fer diminue de moitié
- à 700°C , elle est réduite à un tiers
- à 800°C , le fer plie sous son propre poids



(Exemple d'un mur porteur à poteaux d'aciers après un essai de résistance au feu)



Structure métallique ayant plié sous son propre poids.

On peut renforcer la résistance des métaux à l'aide matériaux isolants, selon divers procédés :

- › par l'enrobage du métal par du béton ou du mortier de ciment, du plâtre ou des enduits spéciaux à base de vermiculite.
- › par flocage, en projetant ces produits sur une grille entourant l'élément.
- › en recouvrant le métal de produits intumescents (*enduits ou peintures*), qui sont destinés à former une « *meringue* » sous l'action de la chaleur.
- › protection par écrans formant obstacles aux flammes (*plafonds suspendus, cloisons*), constitués de panneaux fibro-ciment ou vermiculite.
- › Par arrosage continu de la structure dès la détection de l'incendie, avec une installation fixe d'extinction automatique (*IFEA*) à eau.

2.3 Le béton

Le béton est composé de liant (*ciment*), d'agréats (*sable et graviers*) et d'eau.

Caractéristiques principales :

- Matériau classé M0
- Très peu conducteur de chaleur, c'est un excellent pare-flamme et un très bon coupe-feu
- Au-delà de 300°C, il se dégrade et se décompose sous l'action de la chaleur, ce qui amène une diminution très progressive de sa résistance mécanique.

Selon les études menées par CIMBETON, après 1h d'exposition au feu, la température intérieure du béton s'élève à 500°C à 1,5cm de la surface, à 350°C à 3cm de la surface et à 100°C au-delà de 7,5cm de la surface exposée.

Le béton armé est constitué de béton dans lequel on enrobe des armatures métalliques destinées à résister à des efforts de flexions ou tractions.

La résistance au feu de l'ensemble d'une telle structure mixte (*acier-béton*) est fonction de la résistance de chacun des éléments.

On peut encore augmenter la résistance au feu d'éléments en béton en les recouvrant d'un matériau de protection, comme la fibre de roche ou la vermiculite.



COMPARATIF ENTRE BETON ET ACIER



2.4 Le verre

Le verre est un mélange amorphe de silicates alcalins, alcalino-terreux ou plombeux, fondus : il peut être transparent, translucide ou opaque.

En raison de sa composition, le verre est **très sensible aux variations brusques de température.**

Utilisé en toiture, il se brise et ses éléments tombent à la verticale, présentant un danger pour les occupants : c'est la raison pour laquelle les verres minces ne sont pas utilisables en toiture.

Caractéristiques principales :

- Réaction au feu = M0
- Faible résistance au feu = on peut en augmenter la résistance par arrosage (drenchers)
- Il existe des panneaux de verre coupe-feu
- Fond à 1400°C en prenant d'abord un aspect pâteux .

Le comportement du verre varie selon les températures auxquelles il est exposé :

Température de référence en °C	Comportement
700-800	Déformation superficielle
800-850	Déformation accentuée, arrondissement des angles
850-900	Ecoulements accentués, modification de la forme d'origine
900-950	Déformation accentuée et perte de ses caractéristiques

Plusieurs types de verres sont utilisés dans les constructions :

- **le verre de sécurité feuilleté** : il se compose de deux ou plusieurs verres retenus par des feuilles intermédiaires résistantes aux cassures (*les éclats adhèrent à la feuille en cas de bris*).
- **le verre de sécurité trempé** : Il est soumis à un échauffement suivi d'un refroidissement rapide de sorte à provoquer une tension uniforme sur toute sa surface (*grande résistance aux chocs*).
- **le verre armé** : C'est un verre laminé associé à un grillage métallique. En cas de bris, le grillage retient les fragments. Il reste en place jusqu'à sa température de fusion et possède une excellente résistance au feu.



Exemple de verre armé

2.5 Les matériaux cuits

Les matériaux à base d'argile offrent une résistance à la chaleur d'autant plus grande qu'ils ont été cuits à haute T°.



Matériaux	Epaisseur (cm)	Protection	Résistance au feu	
			PF	CF
Briques pleines	6	Nu	6h	½ h
		1cm de plâtre	6h	1h30
	11	Nu	6h	2h
		1cm de plâtre	6h	3h
Briques creuses	15	Nu	6h	2h
		1cm de plâtre 1 face	6h	3h
		1cm de plâtre 2 faces	6h	4h

2.6 Les matières plastiques

Les matières plastiques forment un groupe de macromolécules de synthèse, polymérisées, ploycondensées ou polyadditionnées : une matière plastique est un assemblage répétitif de molécules des produits de base, appelées monomères.

Le plastique ce sont des polymères, avec des adjuvants.

Ces adjuvants sont principalement :

- les plastifiants qui augmentent l'élasticité ou la plasticité
- les pigments ou colorants
- les charges minérales ou organiques
- les catalyseurs et accélérateurs
- les solvants et diluants.

Classification : elle varie selon l'optique choisie.

On distingue essentiellement :

- les thermoplastiques : la plasticité augmente avec l'élévation de température.
- Les thermodurcissables : la plasticité diminue avec l'élévation de température.

Comportement au feu : **très combustibles**, les matières plastiques peuvent :

- s'enflammer rapidement ou non
- dégager en brûlant des quantités de chaleur +/- grandes
- produire ou non des fumées
- laisser tomber des gouttelettes enflammées ou ruisseler
- dégager des gaz toxiques et/ou corrosifs

Les matières plastiques laissent échapper :

- › du monoxyde de carbone (CO)
- › du dioxyde de carbone (CO₂)
- › de l'acide chlorhydrique (HCl)
- › des gaz cyanhydriques (HCN)
- › des oxydes d'azote (NO_x)
- › du propénaldéhyde (C₃H₄O)
- › du formaldéhyde (CH₂O)

Le comportement au feu des matières plastiques **peut être amélioré** en y incorporant des ignifugeants, ou par application de peintures, vernis ou enduits ignifugés et intumescents.

Les propriétés des matières plastiques expliquent la place importante qu'elles occupent dans la construction :

1. Mise en œuvre facile permettant la fabrication d'éléments de toutes tailles.

2. Légèreté qui permet de limiter les charges appliquées sur les structures.
3. Résistance à la corrosion, qui amène une réduction des frais d'entretien.
4. Bonne stabilité dimensionnelle
5. Excellent pouvoir isolant (*le polystyrène expansé a une capacité d'isolation 100 fois supérieure à la pierre*).

2.7 Autres matériaux utilisés en construction

☑ **Le plâtre** : sous l'action de la chaleur se produit des dégagements de vapeur d'eau absorbant les calories. Le plâtre, sous toutes ses formes (placo-plâtre, etc.) est un **excellent protecteur** des structures, et un **très mauvais conducteur** thermique.

☑ **Les matériaux d'origine minérale** : généralement **incombustible**, les différences de température provoquent fissures ou éclatement.

☑ **La laine de verre** : **excellent isolant**, elle est livrée en sandwich entre deux feuilles de papier, ce qui réduit fortement leur résistance.



☑ **La ouate de verre** : elle est utilisée en flocons pour ses **capacités isolantes**. En fait la ouate de verre est un piège qui accumule la chaleur et les gaz de distillation, pouvant générer un flash-over.

