

L'ACIER EN CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

INTRODUCTION

Les ouvrages métalliques en construction peuvent être de conception très différente et comporter des ossatures réalisées en :

- poutrelles laminées courantes (*IPE, HE, ...*)
- profilés reconstitués par soudure (*PRS*)
- profilés creux soudés, en treillis bidimensionnels ou en nappes tridimensionnelles
- ...

Ces ossatures peuvent être de faible hauteur et de grande surface au sol (*usines, entrepôts, ...*), de grande hauteur et de faible surface au sol (*tours, IGH*) ou de dimension intermédiaire (*immeuble de logements, bureaux*).

Les constructions métalliques exigent une attention particulière pour certains points névralgiques :

- assemblages (*boulonnage et soudures*)
- phénomènes d'instabilité élastique (*flambement, déversement, voilement*).

ACIER ... METAL !

Il existe deux types de métaux :

- **Métaux non-ferreux** : mercure, ...
- **Métaux ferreux** : ce sont des métaux dont le composant de base est le **FER**. On en distingue 03 catégories :
 - **Le Fer** : Teneur en carbone infime.
 - **La Fonte** : La teneur en carbone varie de 3 à 6 %.
 - **L'ACIER** : C'est un alliage ferreux Fer-Carbone. La teneur en carbone varie entre 0.05 et 2 %, elle en général < 1 %.

ELABORATION DES ACIERS

L'acier est obtenu par les opérations suivantes :

Phase 1 : Des Matières Premières à l'Acier Liquide

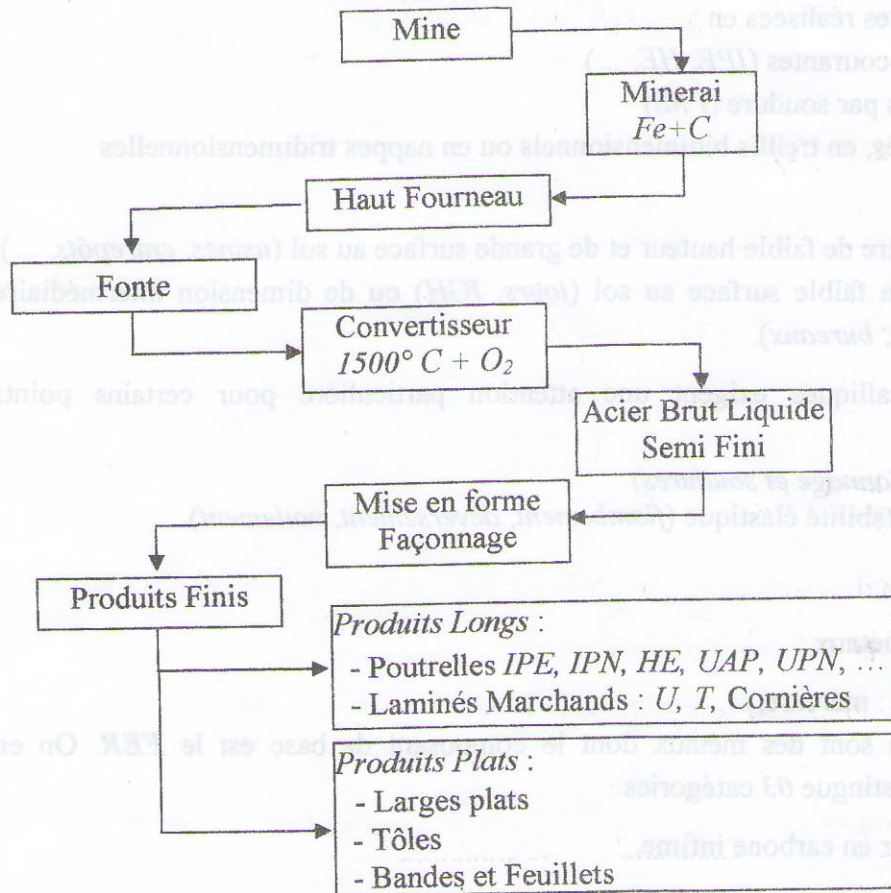
Introduction et combustion des minerais : fer, coke, castine (*calcaire*) dans un haut fourneau pour l'obtention de la fonte dont la teneur en carbone > 1.7 %.

Phase 2 : De l'Acier Liquide au Demi-Produit

Conversion de la fonte liquide en Acier, à une température de 1500 °C environ, sous insufflation d'oxygène, dans un convertisseur afin de décarburer la fonte. L'acier obtenu présente une faible teneur en carbone.

Phase 3 : Du Demi-Produit au Produit Fini

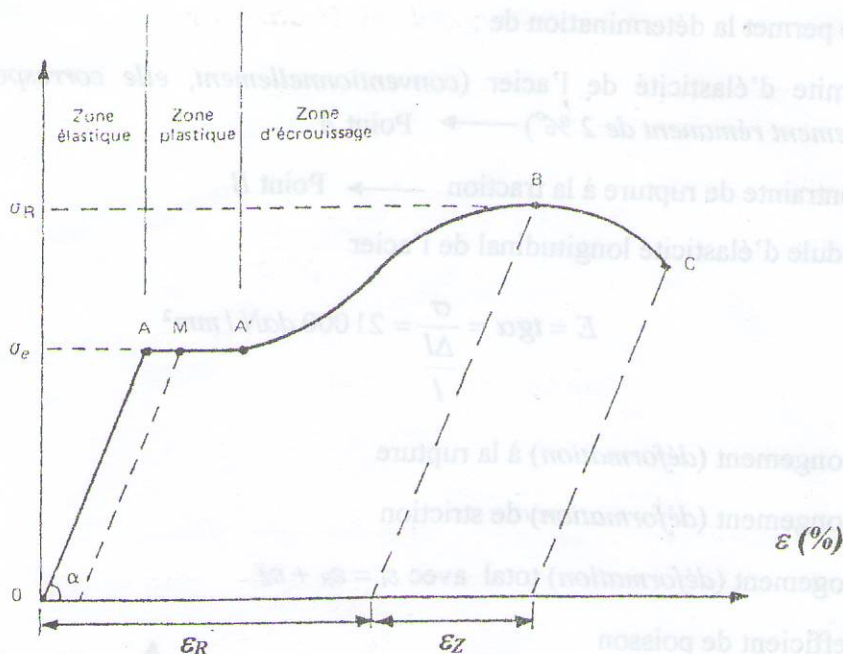
Mise ne forme de l'acier liquide par moulage, laminage, ...



Organigramme de l'élaboration de l'Acier

COMPORTEMENT RHÉOLOGIQUE DE L'ACIER – ESSAI DE TRACTION

Pratiqué sur une éprouvette cylindrique soumise à un effort de traction progressif de zéro à la rupture, il permet la construction d'une courbe contrainte-déformation (σ - ϵ) représentative du comportement rhéologique de l'acier.

σ (daN/mm²) ϵ_R : Déformation à la rupture ϵ_Z : Déformation de striction $\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$ où Δl : allongement de l'éprouvette d'essai l : longueur initiale de l'éprouvette d'essai

Ce diagramme se décompose en quatre (04) phases :

Phase OA :

- Zone rectiligne
- Allongement proportionnel aux efforts appliqués
- Zone élastique, réversible : si on supprime l'effort de traction, la barre revient à sa longueur initiale.

Phase AA' :

- Palier horizontal, allongement sous charge constante (*palier de ductilité*)
- Ecoulement du matériau
- Zone plastique : si on supprime l'effort de traction en M, le retour à l'équilibre se fait suivant une droite MM' parallèle à OA et la pièce conserve un allongement rémanent (*résiduel*) OM' .

Phase A'B :

La charge croît avec les allongements jusqu'au point B.

Phase BC :

L'allongement croît bien que la charge soit décroissante jusqu'au point C correspondant à la rupture. Dans cette phase, la déformation plastique est localisée dans une faible portion de l'éprouvette et n'est plus homogène. Il y a striction.

Ce diagramme permet la détermination de :

- σ_e : limite d'élasticité de l'acier (conventionnellement, elle correspond à un allongement rémanent de 2 %) → Point A
- σ_R : contrainte de rupture à la traction → Point B
- E : module d'élasticité longitudinal de l'acier

$$E = \frac{\sigma}{\frac{\Delta l}{l}} = 21\,000 \text{ daN/mm}^2$$

- ε_R : allongement (déformation) à la rupture
- ε_Z : allongement (déformation) de striction
- ε_t : allongement (déformation) total avec $\varepsilon_t = \varepsilon_R + \varepsilon_Z$
- ν : coefficient de poisson

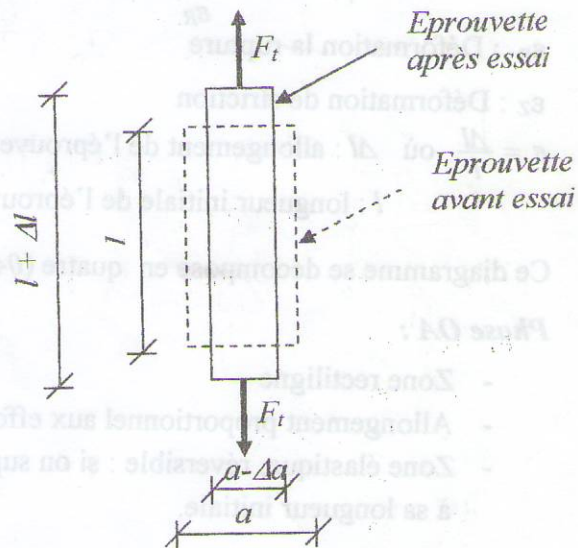
$$\nu = -\frac{\varepsilon_{trsv}}{\varepsilon_{long}}$$

$$\frac{\Delta a}{a} = -\nu \frac{\Delta l}{l}$$

$$\nu = 0.3$$

- G : module d'élasticité transversal de l'acier

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 81\,000 \text{ daN/mm}^2$$



PLASTICITÉ DE L'ACIER - RÉSERVE DE SÉCURITÉ

Le palier de **ductilité** AA' est particulièrement important en construction métallique, car il représente une réserve de sécurité. Il peut arriver que localement, dans une structure, des pièces soient sollicitées au-delà de la limite élastique. Elles disposent, dans ce cas, du palier AA' pour se décharger dans les zones avoisinantes. On dit qu'il y a **adaptation plastique**.

$$\begin{cases} J_b = 2,5 \text{ t/m}^3 \\ J_a = 7,81 \text{ t/m}^3 \end{cases}$$