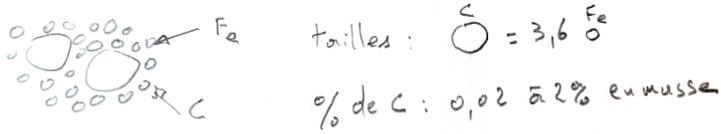


L'ACIER

Qu'est-ce que l'acier ?

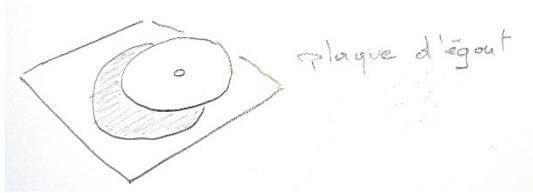
Alliage métallique de fer et d'une proportion de carbone variant entre 0,02 % et 2 % environ.

Acier = Alliage Fer Carbone ($Fe + C$)



Qu'est-ce que la fonte ?

Alliage métallique de fer et d'une proportion de carbone de 3 à 5% environ.

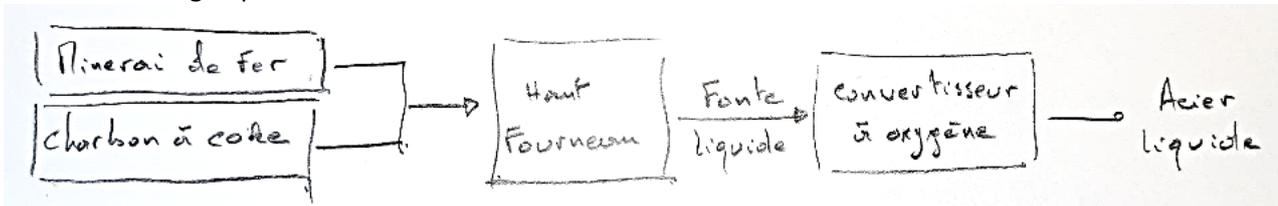


Acier	/	Fonte
Ductile	/	Fragile
Adaptation plastique	/	Rupture

Quelles sont les deux filières et processus de production de l'acier ?

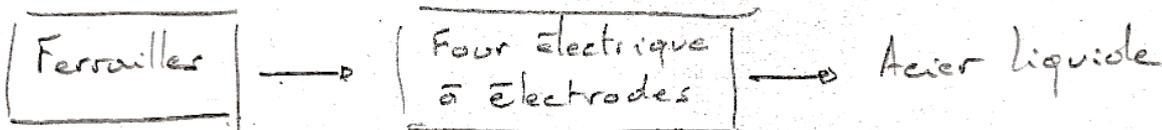
Filière fonte :

haut fourneau - minerai de fer et coke - fonte - convertisseur - Acier sauvage - calmage - oxygène dissous - affinage - purification.



Filière ferraille :

four électrique - acier de récupération (acier de recyclage).

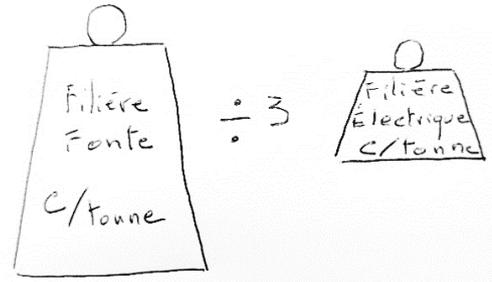


L'acier de construction : combien de CO2 ?

l'ADEME donne un facteur d'émission de :

870kg éq. C/tonne pour l'acier de première fonte
(minerais de fer, coke et hauts fourneaux)

300kg éq. C/tonne pour de l'acier totalement recyclé.



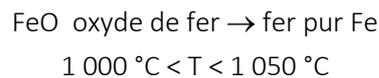
On passe du carbone (C) au Dioxyde de carbone (CO2) par la formule suivante :

1 kg eq.C = (12/44) x 1 kg eq.CO2. Donc du eqC x 44/12 = 3.67 CO2

Qu'appelle-t-on Acier vert ?

95 % de réduction des émissions de CO2 grâce à la réduction directe avec du H2 et l'utilisation d'énergie verte

Réduction directe du fer (DRI).



avec de l'hydrogène
FeO + H2 → Fe + H2O

avec du charbon (coke)
FeO + CO → Fe + CO2

Quels sont les 4 types d'acier ?

	Constitution	Caractéristiques
Acier au carbone	(0.05 à 2.1% en masse) Non allié - Aspect mat	Sensible à la corrosion
Acier allié	nickel - cuivre - aluminium	Résistance mécanique
Acier pour outils	chrome – molybdène.	Dureté.
Acier inoxydable	chrome > 10,5 %	Résistance à la corrosion

Quelle est la température de fusion de l'acier ?

1450 °C

Quelle est la température de laminage de l'acier ?

850 à 1200 °C

Quelle est la masse volumique de l'acier ?

7800 kg / m³

Pour comparaison, quelle est la masse volumique du béton armé ?

2500 kg / m³

Quel est le coefficient de dilatation de l'acier de construction à 20°C ?

$\alpha = 11 \times 10^{-6}$ en $m/(m \cdot ^\circ C)$ à 20 °C - Environ $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ C^{-1}$ à 250 °C

On pourra retenir comme ordre de grandeur : $\alpha = 10^{-5}$ par C°

Lors d'un incendie, quelle est la température maximale supportable par le casque d'un pompier ?

250 °C pendant 30 minutes

Quel est l'allongement d'une poutre longue de 10 m à cette température ?

Allongement = L en mm x ΔT en C° x α $\Delta T = T_{\text{incendie}} - 20 \text{ } ^\circ C$ (ambiante)

$L = 10 \times 10^3 \text{ mm}$; $\Delta T = 250 - 20$; $\alpha \approx 10^{-5}$

$\Delta L = 10^4 \times 10^{-5} \times 230 = 23 \text{ mm}$. Résultat exact avec $\alpha = 12 \times 10^{-6}$: 27,6 mm

Un trou oblong de 18x30 mm pour des boulons de 16 mm peut-il compenser cette dilatation ?

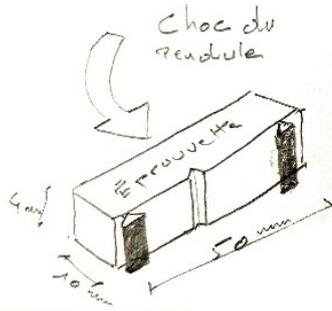
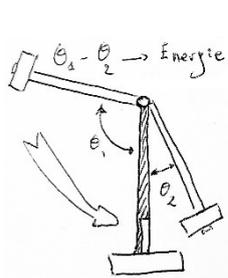
oui

Quels sont les essais de caractérisation des propriétés d'un acier ?

1/ Résilience

Essai Charpy

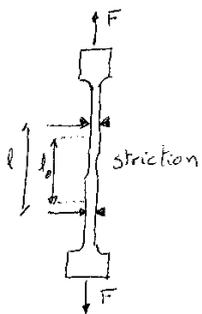
- Flexion par choc
- Entaille – éprouvette
- Limite de contrainte élastique
- Énergie d'impact -Température



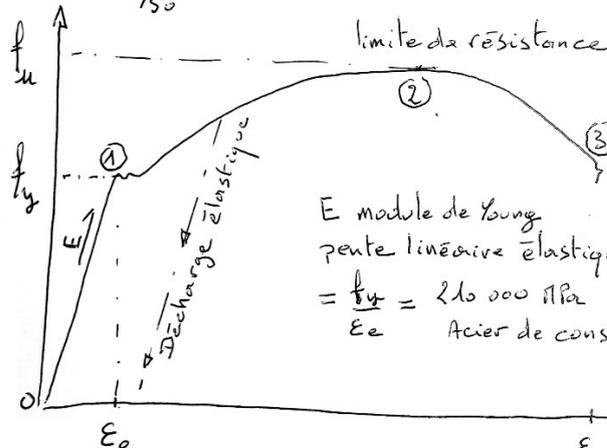
Energie en Joules $J \rightarrow 27 \text{ joules}$
 S235 JR ← Températures
 20°C à -60°C
 R ou 0 à 6

2/ Essai de traction.

- Chargement
- Éprouvette
- Allongement
- Déformation
- Écrouissage ①→②



Contrainte F/S_0 en MPa



- 0 → ① Domaine élastique linéaire
- ① palier d'adaptation plastique
- ② limite de résistance
- ③ rupture

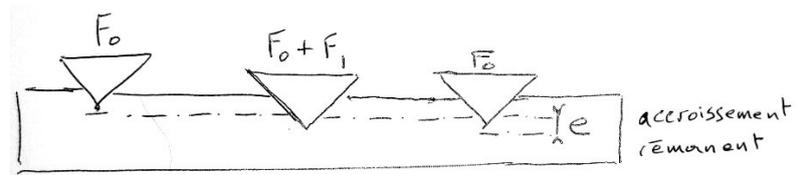
E module de Young
 pente linéaire élastique
 $= \frac{f_y}{\epsilon_e} = 210\,000 \text{ MPa}$
 Acier de construction

$\epsilon_r = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100 \text{ en } \%$

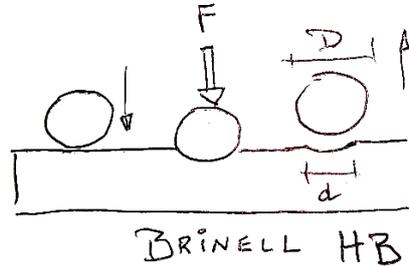
courbe conventionnelle: Contrainte / Déformation
 section S_0 de l'éprouvette considérée constante

3/ Essais de dureté

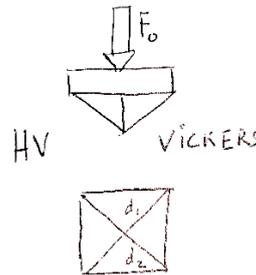
Essai Rockwell indice HR
Pénétrateur cône diamant
Différence de profondeur



Essai Brinell indice HB
Pénétrateur Bille acier
Dimension empreinte



Essai Vickers indice HV
Pénétrateur pyramidal
Dimension empreinte



Que signifie la désignation S355JR pour un acier de construction ?

« S » est l'abréviation de « acier de construction »

« 355 » fait référence à la valeur de limite d'élasticité minimale pour l'épaisseur d'acier plat et long épaisseur < 16 mm.

« JR » signifie que la valeur de l'énergie d'impact est d'au moins 27 J à température ambiante (20 °C) pour l'essai de résilience.

Quel est le principe de la galvanisation à chaud ?

Élément en acier → Dégraissage → décapage → fluxage → trempe dans un bain de zinc à 450°C
Réaction chimique métallurgique de diffusion entre le zinc et l'acier = couche de protection dure.

Quel est le principe de protection d'un acier galvanisé ?

Pile voltaïque entre l'anode sacrificielle (le zinc) et la cathode (l'acier). Protection cathodique.

Quels sont les deux composants chimiques qui conditionnent la mauvaise aptitude de l'acier à la galvanisation ? Diffusion zinc / acier

Le phosphore et le silicium

Les familles de produits

Qu'appelle-t-on des produits plats ?

Dans la famille des produits longs, qu'appelle-t-on et comment obtient-on :

Les profilés classiques produits par laminage à chaud. 850 à 1200 °C

IPE : I à Profil Européen - IPN : I à Profil Normal -

HEA : Poutrelle européenne à larges ailes

HEB : Poutrelle européenne à larges ailes et semelles épaisses – hauteur = largeur

UPE à Profil Européen - UPN : U à Profil normal - UAP : U à ailes parallèles – ep. ailes = ep. âme

CAE : cornière à ailes égales – CAI : cornière à ailes inégales

T : Fer té

Les profilés creux

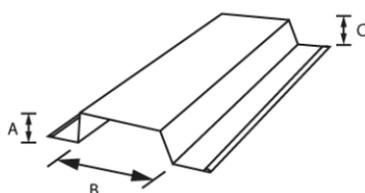
Les profilés creux, tubes ronds ou rectangulaires, avec ou sans soudure sont produits par laminage, extrusion à chaud,

Les profils minces :

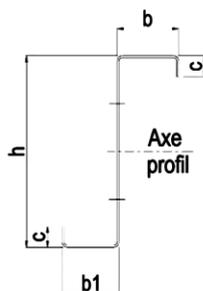
Les profils minces sont produits par profilage à froid

, Sigma,

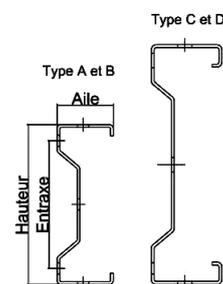
Oméga



Z
PROFIL Z



Multibeam



- Les tôles nervurées

Lecture de référence.

Trapeza® 5.180.40T

5 ondes
180 largeur en mm
40 profondeur en mm
T profil trapézoïdal

Largeur 900 mm = 5x180
ep. 0,63 à 1 mm

