

II- Comportement mécanique de l'acier

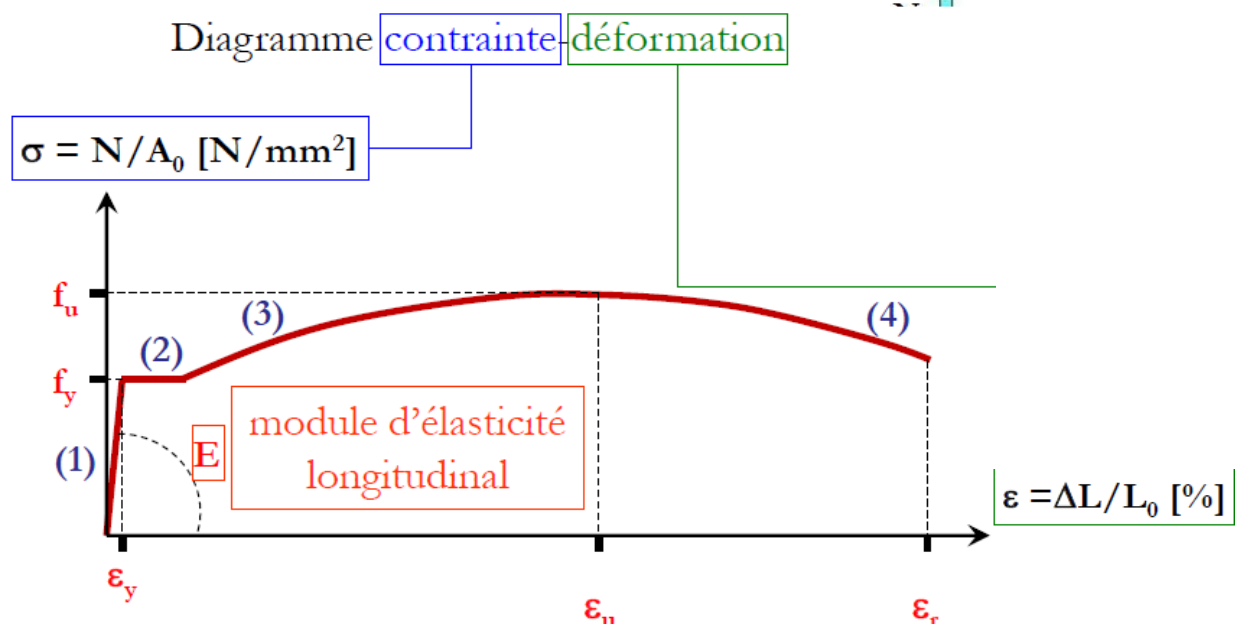
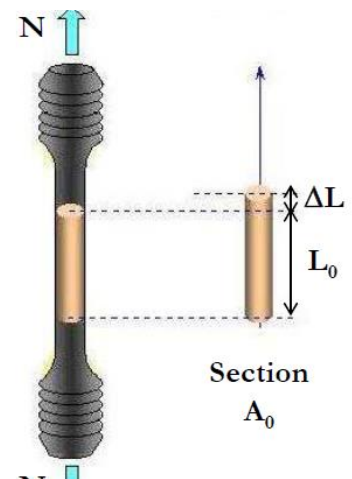
II-1 Essais mécaniques sur l'acier

II-1-1 Essai de traction :

Il s'agit de l'essai fondamental qui fournit les grandeurs caractéristiques directement exploitables dans les calculs de dimensionnement.

- La limite d'élasticité f_y à partir de laquelle les allongements ΔL deviennent permanents (déformation irréversible).
- La contrainte de rupture à la traction f_u .
- Le module d'élasticité longitudinale de l'acier $E = 210\,000\text{ MPa}$
- Le module d'élasticité transversale de l'acier $G \approx 81\,000\text{ MPa}$
- Le coefficient de poisson $\nu = 0.3$
- Le coefficient de dilatation $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} [^{\circ}\text{C}]$

ϵ_y : allongement élastique	f_y : limite d'élasticité
ϵ_u : allongement à la rupture	f_u : limite de rupture
$\epsilon_r - \epsilon_u$: allongement de striction	



Ce diagramme contrainte-déformation se décompose en 4 phases :

Phase 1 - domaine élastique : obéissant à la loi de Hooke : $\sigma = E \cdot \epsilon$

Phase 2 - palier d'écoulement plastique : traduisant un allongement sous charge constante.

Phase 3 – domaine d'écrouissage : correspondant à une nouvelle augmentation de la sollicitation avec l'allongement.

Phase 4 – domaine de striction : correspondant à une réduction localisée de la section de l'éprouvette.

En construction métallique, les pièces et les éléments des ossatures sont conçues et calculés pour rester la plupart du temps dans le domaine élastique.

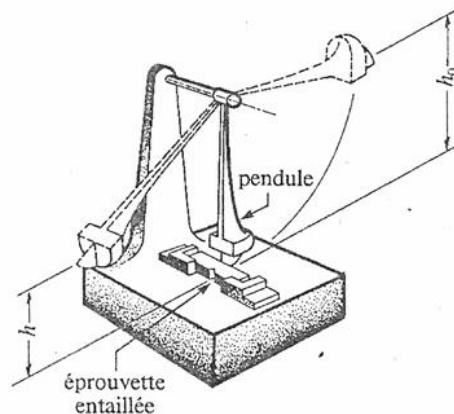
Le palier d'écoulement plastique représente une réserve de sécurité.
Il traduit la ductilité de l'acier (elle permet une bonne tenue aux séismes).

L'acier a un comportement élastoplastique.

II-1-2 Essai de flexion par choc (essai de résilience) :

Cet essai a pour objectif de mesurer l'énergie absorbée par une éprouvette bi-appuyée, comportant une entaille médiane en V, lors de sa rupture en flexion sous le choc d'un mouton-pendule. Cette énergie caractérise la ductilité de l'acier et sa sensibilité à la rupture fragile en fonction de la température.

$$\text{Energie de rupture} = m g (h_0 - h)$$



Principe de l'essai de flexion par choc

II-1-3 Essais de dureté :

Les essais de dureté consistent à mesurer la pénétration d'un outil conventionnel dans la pièce à tester sous une charge prédéterminée.

II-1-4 Essai de pliage :

Cet essai permet d'apprécier qualitativement la ductilité d'un acier et l'aptitude au formage à froid par pliage des tôles ou barres constituées de ce matériau.

II-2 Nuances d'acier couramment utilisées :

Les nuances couramment utilisées sont des aciers S235, S275, S355 et éventuellement S420 ou S460. Leurs caractéristiques mécaniques sont données dans le tableau ci-dessous.

Les chiffres correspondent aux valeurs de f_y en MPa pour des épaisseurs inférieures ou égales à 40 mm.

Les indices de qualité JR, JO et J2 indiquent des qualités garanties respectivement à des températures de 20°C, 0°C et -20°C

Caractéristiques mécaniques des aciers laminés à chaud EN 10025-2

Type d'acier	Epaisseur t (mm)			
	$t \leq 40mm$		$40mm \leq t \leq 80mm$	
	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	490	335	470
S 450	440	550	410	550

Caractéristiques mécaniques des aciers pour profils creux EN 10210-1

Type d'acier	Epaisseur t (mm)			
	$t \leq 40mm$		$40mm \leq t \leq 80mm$	
	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

II-3 Sécurité des structures

Une définition de la sécurité : l'absence du risque.

- Un ouvrage en acier doit être conçu et calculé de manière à présenter une sécurité liée à l'existence et à l'utilisation de cette construction.

- En général les risques sont :

* la ruine de l'ouvrage ou de l'un de ses éléments,

* un comportement anormal susceptible d'affecter la durabilité, l'aspect ou l'utilisation de cet ouvrage.

- En réalité la notion de sécurité reste liée aux diverses causes d'incertitudes qui peuvent exister, qui sont liées au grand nombre d'imprécisions, d'imperfections et d'erreurs pouvant affecter :

* la conception d'une structure,

* la fabrication des éléments,

* la transformation des pièces,

- * le montage sur site,
- * l'exploitation par le maître d'ouvrage,
- * etc.

- L'idée de base du probabilisme est de limiter la probabilité d'atteindre des états indésirables de la structure en acier à une valeur acceptable en tenant compte du caractère aléatoire des paramètres dans le calcul.

- En réalité, les lois de probabilité des différentes variables ne sont pas toujours connues

II-3-1 Les états-limites

État-limite : État particulier au-delà duquel (dépassement dans le sens défavorable) la structure (ou l'un de ses éléments) n'assure plus les fonctions et ne satisfait plus aux exigences pour lesquelles elle a été conçue.

On distingue deux catégories d'états-limites :

- les états-limites ultimes (**E.L.U.**)
- les états limites de service (**E.L.S.**)

a) États-limites ultimes (E.L.U.) : Il y a effondrement de la structure ou d'autres formes de ruine structurale au-delà de ces états → Sécurité des biens et des personnes.

b) États-limites de service (E.L.S.) : Ils correspondent à des critères dont le non-respect ne permet pas à l'élément d'être exploité dans des conditions satisfaisantes, ou compromet sa durabilité. (limitation des flèches, de la fissuration du béton ...)

Un E.L.U. est atteint lorsque l'on constate :

- une perte d'équilibre,
- une instabilité de forme,
- une rupture d'élément,
- une déformation plastique exagérée
- etc.

