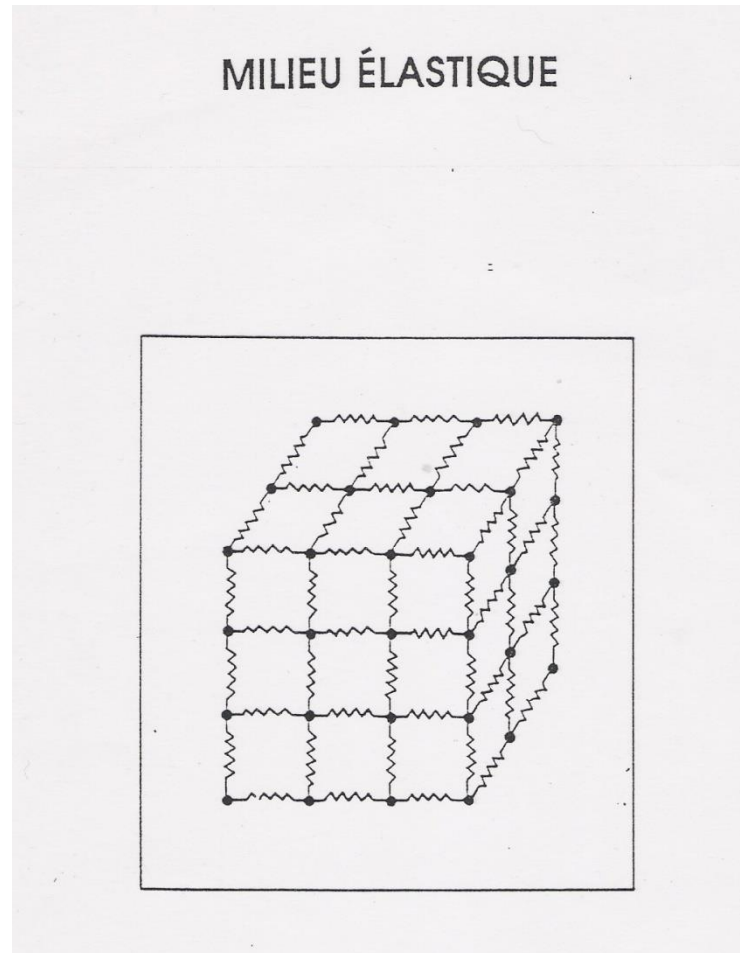


ESSAI DE TRACTION

Rappel sur les propriétés des matériaux



PROPRIETES PHYSIQUES DES MATERIAUX

MASSE VOLUMIQUE ρ

Elle est définie comme étant le rapport de la masse d'un corps par son volume.

$$\rho = m/V$$

avec ρ en kg/m^3
m en kg
V en m^3

MODULE DE YOUNG E (ou module d'élasticité longitudinale)

Dans le domaine élastique, la contrainte est proportionnelle à l'allongement (Loi de Hooke). Pour les forces de traction et de compression, la constante de proportionnalité s'appelle module d'élasticité longitudinale (ou module d'YOUNG), avec $E = \sigma/\epsilon$

avec σ : contrainte principale
 ϵ : dilatation linéique correspondante

Le module d'YOUNG s'exprime en N/mm^2 ou en Pascal (Pa).

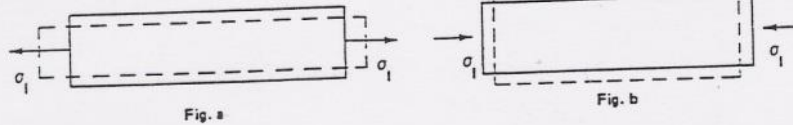
Les valeurs de E sont très peu affectées par la composition des aciers. En revanche, la température affecte sensiblement les valeurs de E.

On suppose que le rapport $E(\theta) / E(20^\circ\text{C}) = f(\theta)$

avec $f(\theta) = 1$ à 20°C

94% E 0,948 à 200°C
87% E 0,875 à 400°C
77% E 0,775 à 600°C

NOMBRE DE POISSON ν



Lorsqu'une barre est en traction, elle s'allonge dans le sens longitudinal et se contracte dans le sens transversal (fig. a).

De même, une charge compressive produit une diminution de la longueur et une dilatation de la section transversale (fig. b).

L'expérience a montré que, dans le domaine élastique, l'allongement (ou le retrait) latéral est proportionnel au retrait (ou à l'allongement) longitudinal.

Le nombre de Poisson se définit comme suit :

$$\nu = \frac{e_2}{e_1}$$

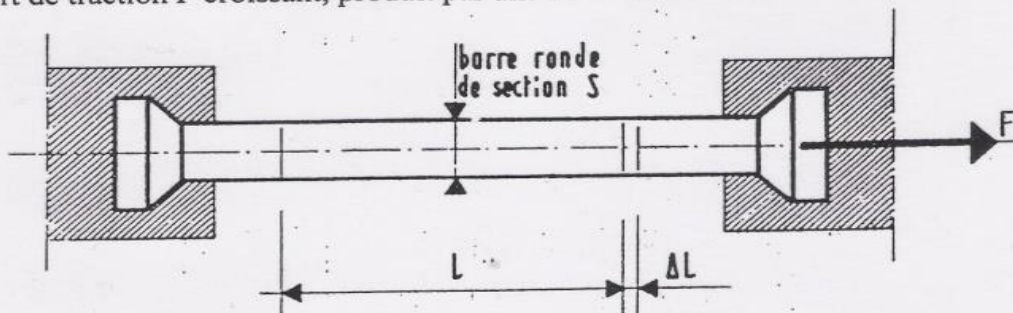
avec e_2 : dilatation linéique transversale
 e_1 : dilatation linéique longitudinale

D'une manière générale, la composition chimique d'un acier affecte très peu le nombre de Poisson.

Par contre, le nombre de Poisson augmente avec la température : par exemple, un acier E.4 voit son nombre de Poisson varier de 0,284 à 0,314 lorsque la température s'élève de 0° à 600°c.

ESSAI DE TRACTION

- L'essai de traction se fait en laboratoire sur une éprouvette soumise à un effort de traction F croissant, produit par une machine de traction

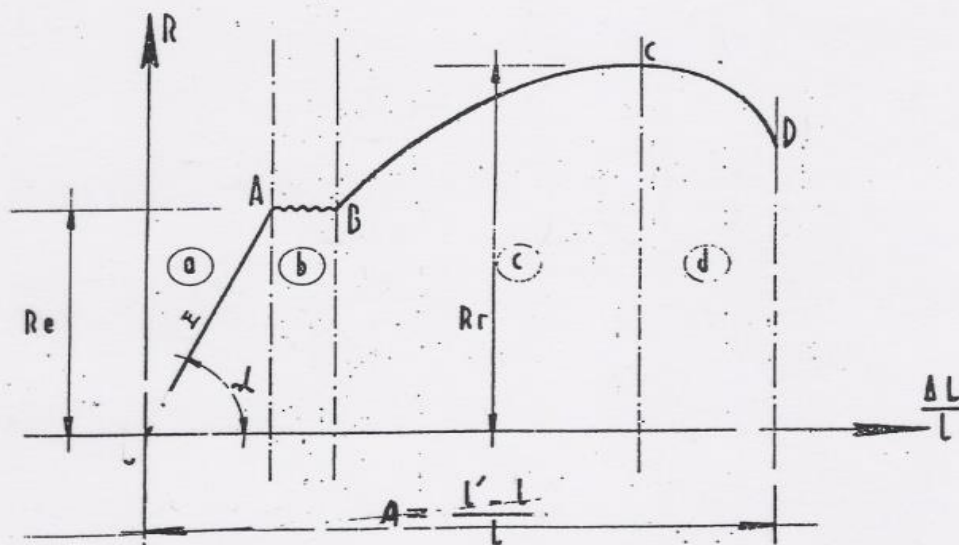


- Sur l'éprouvette, la longueur L a été pointée avec exactitude avant l'application de l'effort de traction
- A chaque instant l'allongement $\Delta L = L' - L$ est mesurable
- On fait croître F jusqu'à la rupture de l'éprouvette et on étudie le phénomène en traçant la courbe :

$$R = f(\Delta L/L)$$

Avec $R = F/S$ et $\Delta L/L =$ l'allongement relatif

La courbe présente la forme OABCD et permet de distinguer quatre phases :



La phase OA : Phase élastique

- OA est sensiblement une droite, donc les contraintes et les déformations sont proportionnelles et liées par la relation de la forme $R = K \Delta L/L$ qui est l'équation de la droite OA
- Le coefficient K est désigné par E appelé coefficient d'élasticité (ou module d'Young) du matériau
- Dans cette phase, si l'on vient annuler la force F, l'éprouvette revient à sa longueur initiale. L'allongement est réversible en raison de l'élasticité du métal
- L'ordonnée du point A désigne la résistance élastique du matériau R_e

La phase AB : Phase élasto-plastique

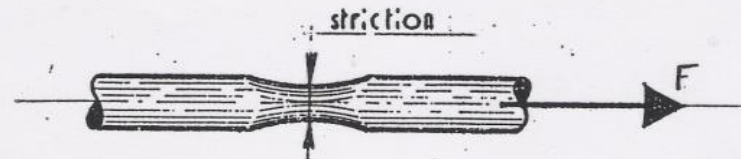
- L'effort F reste très sensiblement constant tandis que les allongements croissent très rapidement
- Il se produit une modification interne de la structure du métal

La phase BC : Phase plastique

- F, R et $\Delta L/L$ continuent à croître, mais l'allongement croît plus vite que la contrainte
- Si l'on annule F, l'éprouvette se raccourcit légèrement mais sans revenir à sa longueur initiale, elle garde un allongement résiduel d'où l'appellation de phase des déformations permanentes
- L'ordonnée du point C représente la résistance à la rupture R_m du matériau

La phase CD : Phase de striction + de rupture

- Le point C marque la position à partir de laquelle le profil de l'éprouvette accuse un étranglement appelé striction
- Le phénomène de striction se poursuit même si l'on ne fait pas croître F, il conduit rapidement à la rupture de l'éprouvette
- Si L' représente la longueur de l'éprouvette après la rupture, L sa longueur initiale, le rapport $(L'-L)/L \times 100 = \Delta L/L \times 100$ exprimé en pour-cent (%) s'appelle l'allongement à la rupture $A\%$



Comparaison des Courbes de traction des aciers (cas des aciers inoxydables)

- Ferritiques
- Martensitiques
- Austénitiques

Courbe de traction et Limite élastique des aciers ferritiques et martensitiques

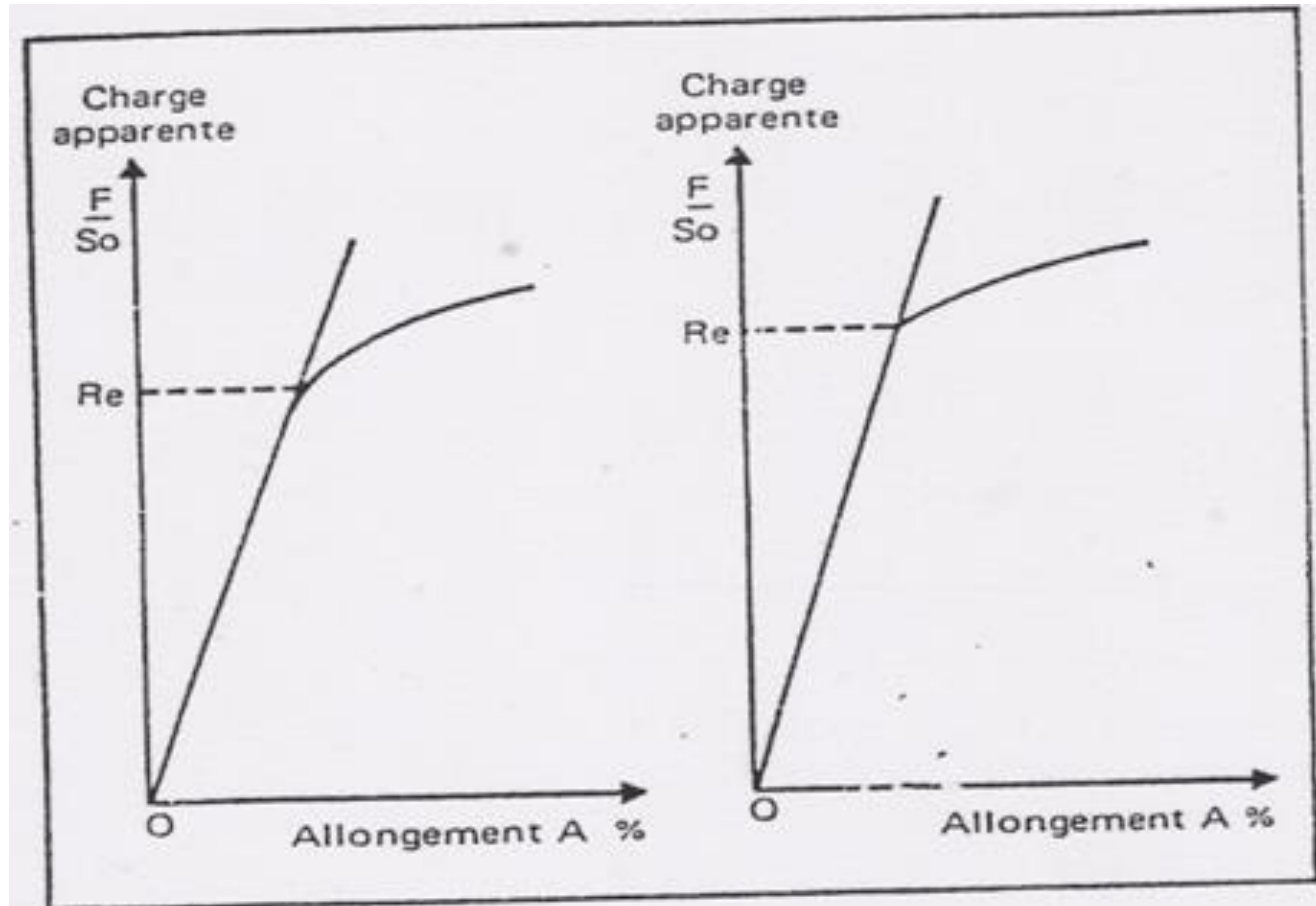


Fig. 3,3-4 : Courbes de traction d'aciers inoxydables ferritiques et martensitiques. (Réf. 9)

- Les aciers inoxydables ferritiques ou martensitiques ont des courbes de traction analogues à celle des aciers au carbone, sauf que la transition entre le domaine élastique et le domaine plastique soit moins nette. Le domaine d'instabilité est pratiquement supprimé.
- Les limites d'élasticité de ces aciers sont mesurables directement sur la courbe de traction, en déterminant le point de la courbe où l'allongement cesse d'être proportionnel à l'effort.
- Cette caractéristique est très importante en pratique, car dans la majorité des applications de ces aciers, les dimensions sont calculées de façon que les contraintes en service ne sortent jamais du domaine élastique.

Courbe de traction et Limite élastique des aciers austénitiques

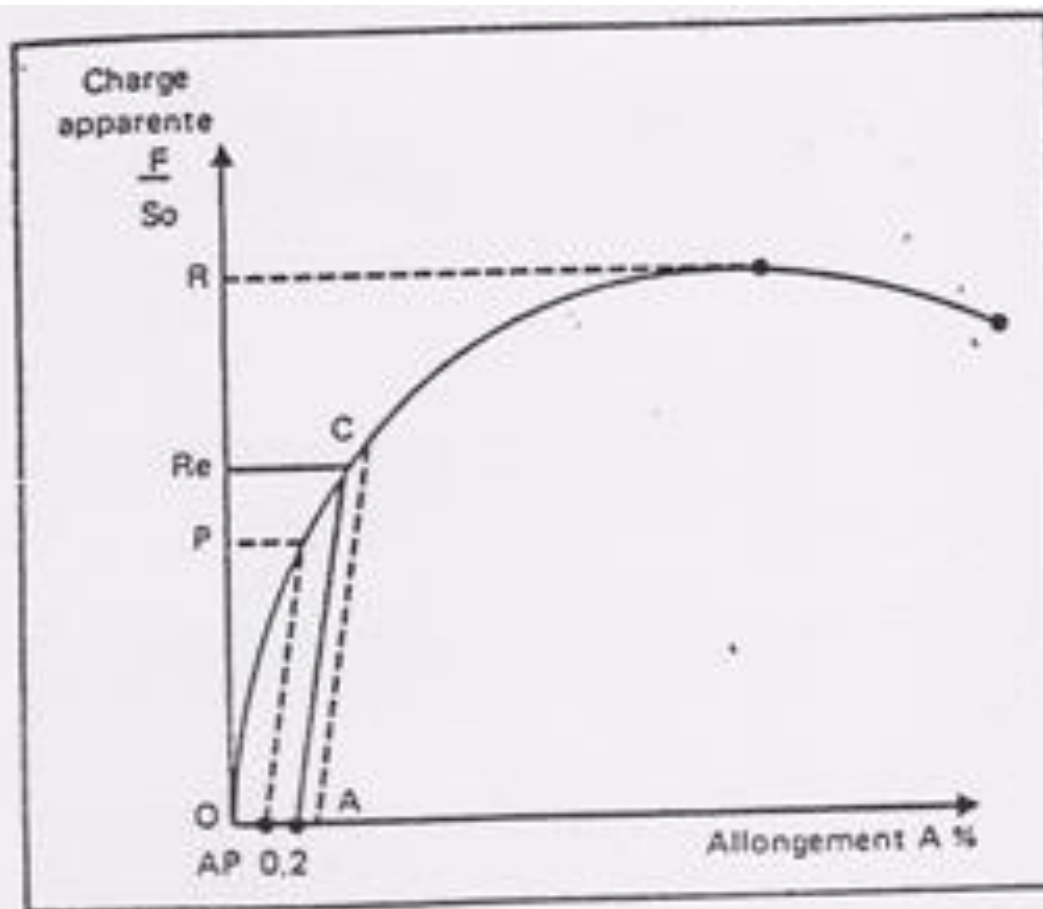


Fig. 3,3-5 : courbe de traction d'un acier inoxydable austénitique à bas carbone hypertrempe à 1050° C. (Ref. 9).

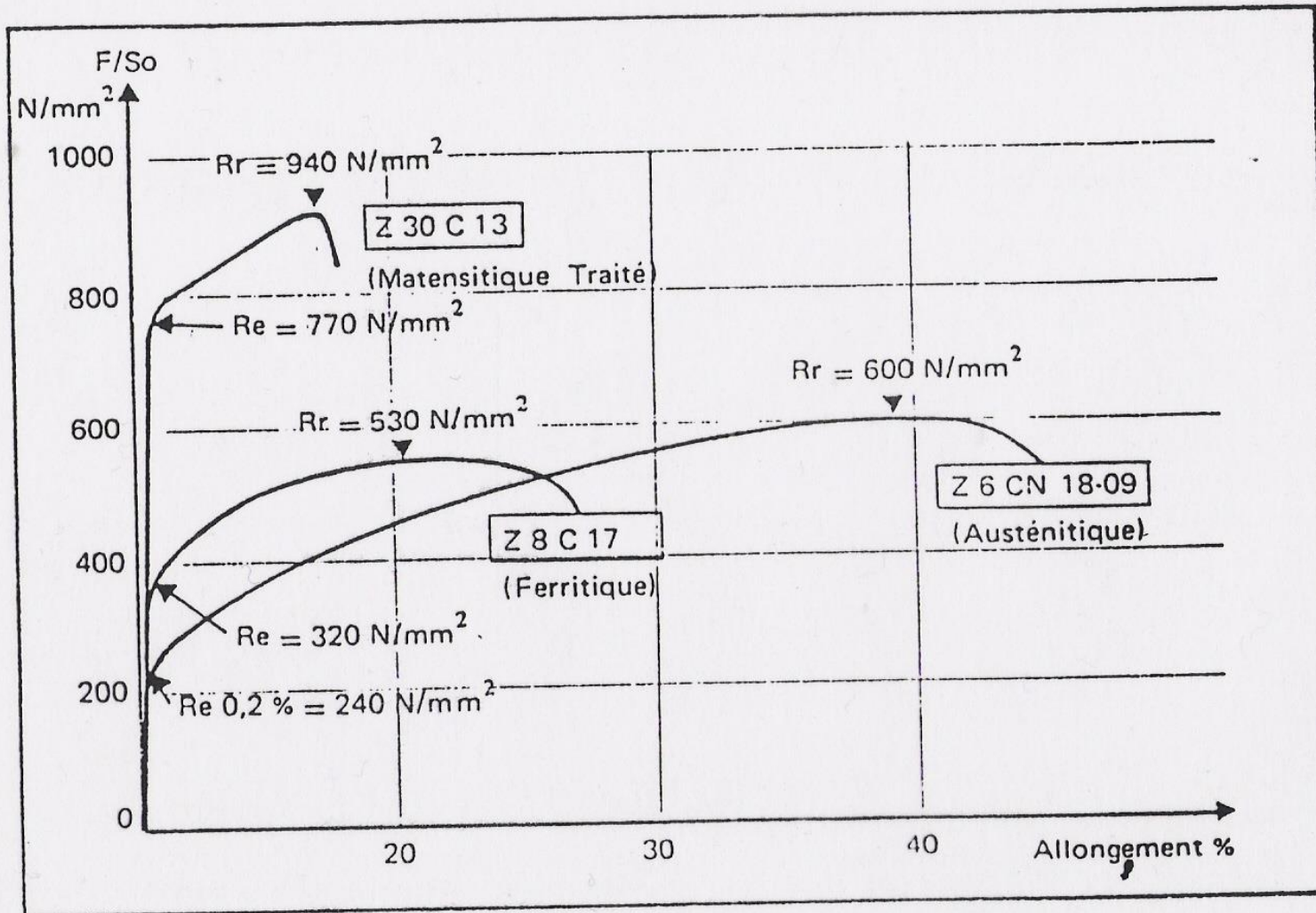
- Les aciers inoxydables austénitiques présentent un comportement mécanique différent, concernant la limite élastique.

La limite élastique : Il existe des métaux pour lesquels cette limite n'a pas de sens, en effet, la transition entre le domaine élastique et le domaine plastique proprement dit n'existe pas. C'est le cas en particulier, pour les aciers inoxydables austénitiques à l'état hypere trempé.

Comparaison des courbes de traction

- Soit trois aciers inoxydables suivants (désignation suivant les normes françaises) :
 - **Z30C13**
 - **Z8C17**
 - **Z6CN18-9**
- 1) Donner la désignation de ces aciers suivants la norme européenne
 - 2) Donner les concentrations des éléments chimiques contenus dans ces aciers

Exemple de Courbes de traction des aciers inoxydables



Comparaison des résultats des essais de traction avec les exigences normatives

Tableau 3,3-1 : Aciers inoxydables. Caractéristiques mécaniques.

Acier	Re (N/mm ²)		R (N/mm ²)		A %	
	AFNOR	Exemple	AFNOR	Exemple	AFNOR	Exemple
Z 30 C 13	≥ 635	755	830/1 030	920	≥ 12	14
Z 8 C 17	≥ 245	315	440/640	520	≥ 18	33
Z 6 CN 18.09	≥ 195	235	490/690	590	≥ 45	63

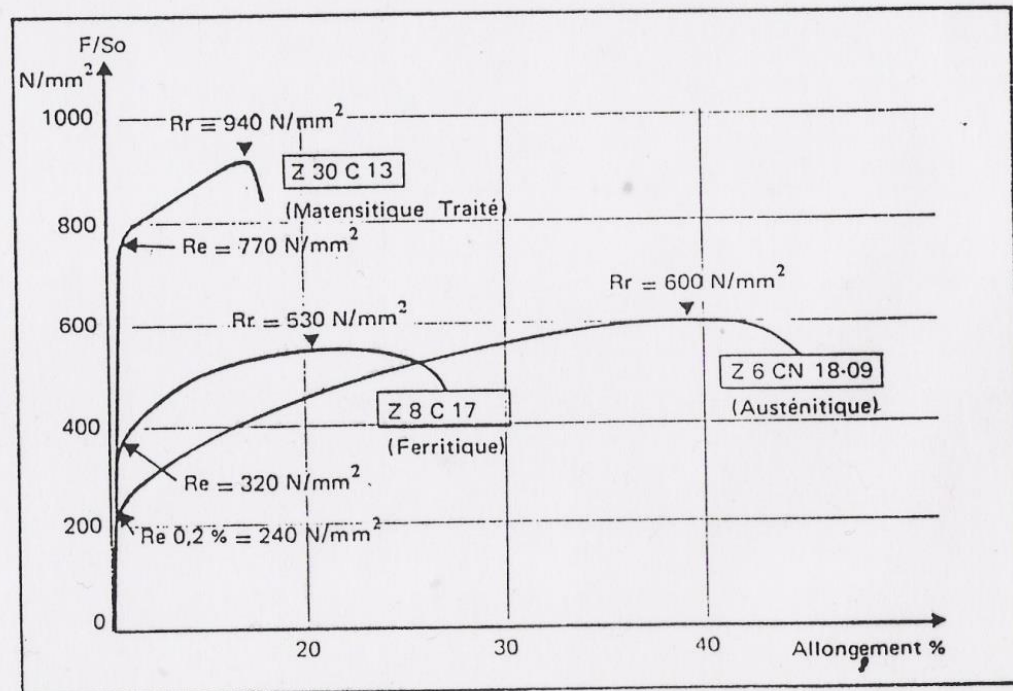


Figure 3,3-2 : Aciers inoxydables. Exemples de courbes de traction. (réf. 9)

FIN DE L'EXPOSE