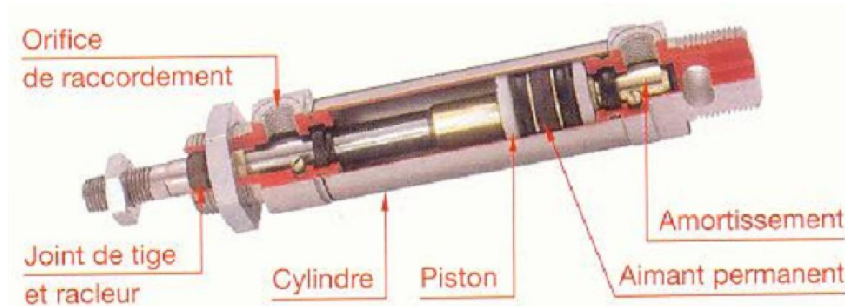


II.1 Introduction générale :

Un système mécanique est formé d'un ensemble de pièces liées les une aux autres. Ces pièces sont caractérisées par des formes et des dimensions.




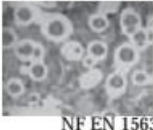
Pour assurer un bon fonctionnement d'un système mécanique il faut préserver ces caractéristiques durant son utilisation. Ceci passe par une bonne résistance aux différents types de sollicitations. Ce qui nécessite un bon choix des matériaux de construction constituant les pièces.

II.2 Les matériaux de construction :

II.2.1 Alliage Ferreux :

II.2.1.1 Les fontes :

Tableau 6.2 – Désignation des fontes.

Type de fonte	Désignation	Exemple	Domaines d'utilisation
Fonte grise ou fonte à graphite lamellaire  (surface) NF EN 1561	Lettres EN GJL (ex FGL et ex Ft) suivies de la limite à la rupture à la traction en MPa (et éventuellement allongement en %)	EN GJL 300	Bonne coulabilité (moulage) Sensible aux chocs Carters, blocs moteurs, bâti des machines
Fonte à graphite sphéroïdal  (surface) NF EN 1563	Lettres EN GJS (ex FGS) suivies de la limite à la rupture à la traction en MPa et allongement en %	EN GJS 400-15 Fonte à graphite sphéroïdal dont la limite à la rupture est de 400 MPa et l'allongement de 15 %	Bonne coulabilité (moulage) Usinage facile Bonne résistance à la rupture Utilisée notamment pour les plaques en fontes donnant accès aux égouts
Fonte malléable à cœur noir NF EN 1562	Lettres EN GJMB (ex MN) suivies de la limite à la rupture à la traction en MPa et allongement en %	EN GJMB 350-10	Bonne coulabilité (moulage) Usinage facile
Fonte malléable à cœur blanc NF EN 1562	Lettres EN GJMW (ex MB) suivies de la limite à la rupture à la traction en MPa et allongement en %	EN GJMW 360-12	Bonne coulabilité (moulage) Usinage facile La fonte blanche est la fonte de coulée dans les hauts fourneaux

II.2.1.2 Les aciers

Tableau 6.3 – Désignation des aciers.

Type d'acier	Désignation* NF EN 10027	Exemple	Domaines d'utilisation
Acier non allié d'usage général	Lettre S suivie de la limite élastique à la traction en MPa (N/mm ²) (ex A et E)	S 335 (Re = 335 MPa)	Chaudronnerie et constructions mécaniques diverses Acier bon marché
Acier non allié de construction mécanique	Lettre E suivie de la limite élastique à la traction en MPa (N/mm ²)	E 360	Structures métalliques Acier bon marché
Acier non allié pour traitements thermiques	Lettre C suivie du pourcentage de carbone multiplié par 100 (ex XC)	C 42 Acier pour traitements thermiques ayant 0,42 % de carbone	Aciers pour traitements thermiques
Acier faiblement allié Nuances : 16 Mn Cr 5 45 Si Cr Mo 6 40 Cr 4 100 Cr 6 (roulements) 18 Cr Mo 4 (roulements) 35 Cr Mo 4 50 Cr V 4 30 Cr Ni Mo 8	Aucun élément d'addition ne dépasse 5 % en masse : Pourcentage de carbone multiplié par 100 suivi par les symboles chimiques des principaux éléments d'addition en ordre décroissant puis leurs pourcentages (si supérieurs à 1 %) multipliés par : 100 pour Ce, N, P, S ; 1 000 pour B ; 10 pour Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zn ; 4 pour Cr, Co, Mn, Ni, Si, W.	35 Ni Cr Mo 16 Acier faiblement allié avec 0,35 % de carbone, 4 % de nickel, des traces de chrome et de molybdène (35 N C D 16)	Aciers pour traitements thermiques Utilisations spécifiques en aéronautique, automobile, cycles... Les caractéristiques dépendent des éléments d'addition
Acier fortement allié Nuances : X 120 Mn 12 X 8 Cr 17 X 30 Cr 13 X 2 Cr Ni 18-10 X 6 Cr Ni 18-6 X 6 Cr Ni Mo 17-11 X 6 Cr Ni Ti 18-11	Un élément d'addition au moins dépasse 5 % en masse : Lettre X (ex Z) suivie du pourcentage de carbone multiplié par 100 suivi par les symboles chimiques des principaux éléments d'addition en ordre décroissant puis leurs pourcentages (si supérieurs à 1 %)	X 6 Cr Ni Ti 18 10 Acier fortement allié : 0,06 % de carbone, 18 % de chrome, 10 % de nickel et des traces de titane Ex Z 6 C N T 18 10	Aciers pour traitements thermiques Outillages pour usinage : domaines automobile et aéronautique Les caractéristiques dépendent des éléments d'addition Aciers possédant de très bonnes caractéristiques mécaniques

* La lettre G précède les lettres S, E, C pour les aciers de moulage (par exemple G C 42).

II.2.2 Alliage non ferreux :

II.2.2.1 Alliage d'aluminium de fonderie :

Les lettres EN AB (lingot de refusion) ou EN AC (suivies parfois de 5 chiffres) sont suivies des symboles chimiques de l'alliage ordonnés par leurs teneurs décroissantes.

Exemple : EN AB Al Si 5 Cu 3 désigne un alliage d'aluminium de fonderie avec 5 % de silicium et 3 % de cuivre

II.2.2.2 Alliage d'aluminium corroyés :

Elle commence par le préfixe EN suivi de A pour aluminium, suivi de W pour les produits corroyés, suivi de quatre chiffres.

Exemple : EN AW-1080

Le 1^{er} chiffre correspond à :

- 1 pour aluminium pur ;
- 2 pour aluminium et cuivre ;
- 3 pour aluminium et manganèse ;
- 4 pour aluminium et silicium ;
- 5 pour aluminium et magnésium ;
- 6 pour aluminium et magnésium et silicium ;
- 7 pour aluminium et zinc ;
- 8 pour aluminium et autres

Pour l'aluminium pur, après la désignation numérique viennent entre crochets : Al suivi de la teneur en aluminium.

Exemple : EN AW 1050 [Al 99,5] désigne de l'aluminium pur à 99,5 %

II.3 Choix du matériau

Ce choix est fait lors de la conception de la pièce dans ses formes et ses dimensions par le bureau d'études.

II.3.1 Conditions d'utilisation :

Prendre en compte les problèmes particuliers (usure, corrosion, chocs mécaniques ou thermiques, emploi à des températures élevées ou basses...). En pratique il est difficile d'éviter les concertations de contraintes. Ces surtensions locales doivent être maintenues dans des limites compatibles avec les caractéristiques mécaniques et la section de la pièce.

II.3.2 Méthode :

- Faire une présélection de différents métaux pouvant donner satisfaction, Ceci est relativement facile lorsqu'il s'agit de produit spécifique (acier à ressort, aciers à boulons, acier pour outils à coupe rapide, pièces devant être moulée...).
- Faire un choix raisonné au sein du groupe de matériaux permettant de déterminer la ou les nuances utilisables.
- Faire des essais sur éprouvettes, rechercher le résultat d'expériences acquises sur le produit fabriqué. Enfin si cela est possible, fabriquer un ensemble envisagé, le tester.

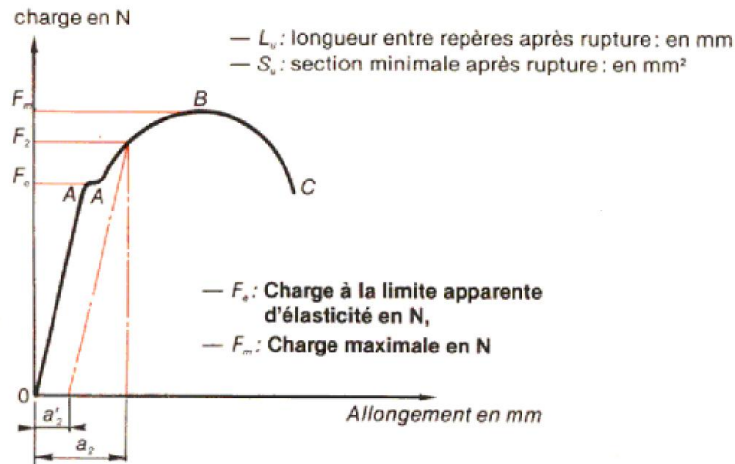
II.4 Les essais mécaniques

Ils permettent de connaître les caractéristiques mécaniques usuelles. Elles sont indiquées pour la plupart des nuances de matériaux.

La charge unitaire à la limite apparente d'élasticité :

Elle est directement utilisable par le bureau d'études pour le calcul des contraintes statistiques admissibles en traction, flexion ou torsion. En effet si la contrainte subie par le métal est supérieure à R_e mais inférieure à R_m il y a une déformation permanente.

$$R_e = F_e / S_0 \text{ en } N/mm^2$$



La résistance à la traction :

Elle permet de calculer la charge de rupture par traction mais aussi la résistance au cisaillement en appliquant le coefficient 0,60 à 0,65 R_m .

$$R_m = F_m / S_0 \text{ en } N/mm^2$$

L'allongement

Il traduit la capacité de déformation permanente avant rupture. Il d'assurer un écoulement plastique localisé du métal en cas de dépassement de la limite d'élasticité. Plus le métal est ductile et plus l'adaptation sera facile, évitant ainsi la formation de fissures pouvant conduire par la suite à la rupture.

$$A = 100(L_u - L_0) / L_0$$

II.5 Sollicitations mécaniques :

II.5.1 Sollicitations élémentaires

Ces sollicitations peuvent être statiques ou dynamiques selon que leur intensité de varient ou non en fonction du temps.

Type	Commentaire	Exemple
<u>Traction</u>	Allongement longitudinal, on <i>tire</i> de chaque côté	barre de remorquage
<u>Compression</u>	Raccourcissement, on <i>appuie</i> de chaque côté	poteau supportant un plancher
<u>Cisaillement</u>	Glissement relatif des sections	goujon de fixation
<u>Torsion</u>	Rotation par glissement relatif des sections droites	arbre de transmission d'un moteur
<u>Flexion simple</u>	Fléchissement sans allongement des fibres contenues dans le plan moyen	planche de plongeur
<u>Flexion pure ou circulaire</u>	Fléchissement sans effort tranchant dans certaines zones	partie de poutre entre deux charges concentrées ou soumise à un couple

II.5.2 La fatigue :

Désigne l'endommagement d'une pièce sous l'effet d'efforts répétés : vibrations, rafales de vent... C'est un phénomène distinct de l'usure. Alors que la pièce est conçue pour résister à des efforts donnés, l'application répétée d'efforts plus faibles peut provoquer sa rupture : si une vis de diamètre 6 mm peut tenir un objet d'une tonne, elle peut en revanche casser si on lui suspend un objet de 100 kg un million de fois de suite.

II.5.3 Le matage :

Est une déformation plastique localisée de la matière sous l'effet d'un choc ou d'une pression élevée.



Écaillage d'une bague extérieure d'un roulement suite à un matage

II.5.4 Le fluage (en anglais : creep) :

Est le phénomène physique qui provoque la déformation irréversible différée (c'est-à-dire non-instantanée) d'un matériau soumis à une contrainte constante, inférieure à la limite d'élasticité du matériau, pendant une durée suffisante. Le fluage ainsi que la relaxation de contrainte sont deux méthodes en quasi statique de caractérisation des matériaux visqueux (cas du béton).

II.5.5 Calcul de résistance :

Dans le calcul de résistance soit on cherche à vérifier que la section d'une poutre est correctement choisie: on détermine la valeur de la contrainte maximale théorique (σ ou τ) que devra supporter la section la plus sollicitée et on la compare à la limite élastique (σ_e ou τ_e) propre au matériau. On vérifie le coefficient de sécurité en calculant.

- les contraintes normales:

$$\sigma_{pe} = \sigma_e / s$$

où σ_{pe} représente la contrainte pratique à ne pas dépasser pour rester en sécurité, σ_e est la contrainte élastique de traction du matériau (pour l'acier, 235 MPa), s est le coefficient de sécurité ;

- les contraintes tangentielles:

$$\tau_{pe} = \tau_{ge} / s$$

où τ_{pe} représente la contrainte pratique à ne pas dépasser pour rester en sécurité, τ_{ge} est la contrainte de glissement élastique. En général, elle est donnée dans les énoncés, s est le coefficient de sécurité.

Soit on cherche à dimensionner la poutre: connaissant la limite élastique, on l'assortit d'un coefficient de sécurité (équations précédentes) et on détermine la section minimale à partir des efforts de cohésion dans la section (calcul en sollicitations simples ou composées).

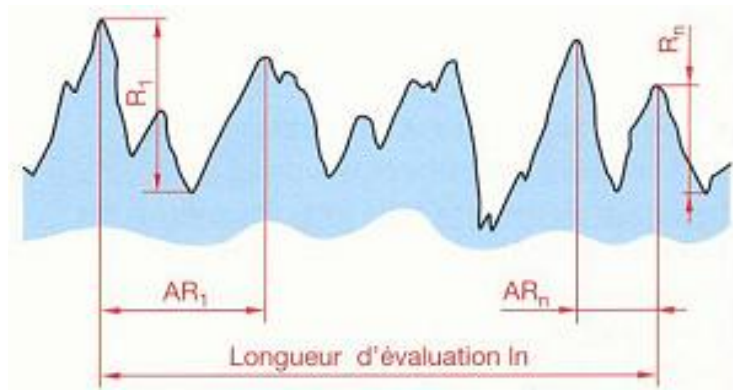
II.6 L'état de surface :

L'aptitude d'une pièce, à une fonction donnée, dépend d'un ensemble de conditions, notamment des caractéristiques de ses états de surface. Pour l'exemple du vérin, l'étanchéité et l'usure du joint sont essentiellement fonction de l'état de surface de l'alésage du cylindre.

II.6.1 Paramètres de rugosité liés au motif:

II.6.1.1 Profondeur moyenne de rugosité R

C'est la moyenne des distances saillie-creux des écarts du troisième et quatrième ordre.



$$R \approx \frac{R_1 + \dots + R_n}{n} \quad \text{avec } n \geq 8.$$

Pas moyen de rugosité AR

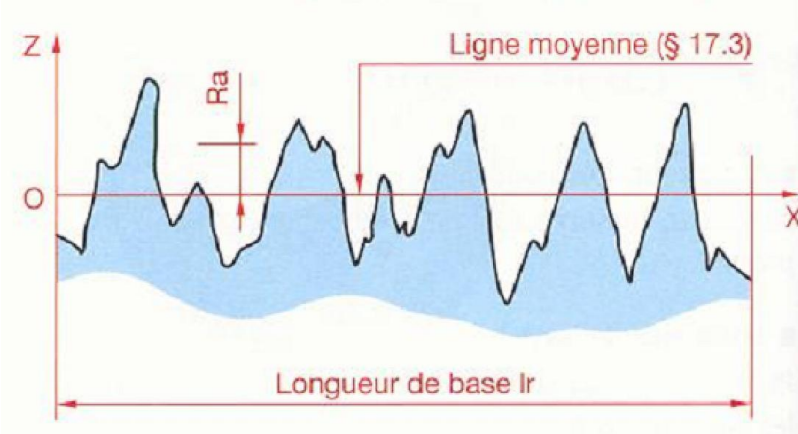
C'est la moyenne des distances saillie-saillie des écarts du troisième et quatrième ordre.

$$AR \approx \frac{AR_1 + \dots + AR_n}{n} \quad \text{avec } n \geq 8.$$

II.6.1.2 Paramètres de rugosité liés à la ligne moyenne :

Ecart moyen arithmétique du profil Ra :

Est égal à la moyenne arithmétique, calculée sur la longueur de base, de la valeur absolue de l'ordonnée y entre chaque point du profil et l'axe ox.



$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |z(x)| dx \quad Ra \approx \frac{|z_1| + \dots + |z_n|}{n}$$

Hauteur maximale de profil R_z :

C'est la distance entre la ligne des saillies et la ligne des creux.

Hauteur maximale de saillies R_p :

C'est la distance entre la ligne des saillies et la ligne moyenne.

