

Chapitre III-Métaux Ferreux et non Ferreux



III.1 Introduction

Les métaux ferreux et les métaux non ferreux. La différence essentielle et la plus facile à mémoriser entre les deux est que les métaux ferreux contiennent du fer et que les métaux non ferreux n'en contiennent pas.

Applications:

A température ambiante, la plupart des métaux sont des solides atomiques. Les métaux les plus utilisés sont le fer, l'aluminium et le cuivre. Les alliages métalliques sont, en général, les combinaisons de deux ou de plusieurs métaux comme dans le cas des laitons (alliages de cuivre et de zinc), mais ils peuvent également contenir des éléments non métalliques. Parmi ce type d'alliage on trouve, par exemple, la plupart des aciers (alliages fer-carbone).

Tableau III.1 : Tableau périodique des éléments

PERIODE		TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS																		PERIODE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1		2																		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1		2																		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1	1.0079																	4.0026																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
2	3	4	5											6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
3	6.941	9.0122	10.811											10.811	12.011	14.007	15.999	18.998	20.180																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
4	22.990	24.305																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
5	39.098	40.078	21	44	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130	132	134	136	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156	158	160	162	164	166	168	170	172	174	176	178	180	182	184	186	188	190	192	194	196	198	200	202	204	206	208	210	212	214	216	218	220	222	224	226	228	230	232	234	236	238	240	242	244	246	248	250	252	254	256	258	260	262	264	266	268	270	272	274	276	278	280	282	284	286	288	290	292	294	296	298	300	302	304	306	308	310	312	314	316	318	320	322	324	326	328	330	332	334	336	338	340	342	344	346	348	350	352	354	356	358	360	362	364	366	368	370	372	374	376	378	380	382	384	386	388	390	392	394	396	398	400	402	404	406	408	410	412	414	416	418	420	422	424	426	428	430	432	434	436	438	440	442	444	446	448	450	452	454	456	458	460	462	464	466	468	470	472	474	476	478	480	482	484	486	488	490	492	494	496	498	500	502	504	506	508	510	512	514	516	518	520	522	524	526	528	530	532	534	536	538	540	542	544	546	548	550	552	554	556	558	560	562	564	566	568	570	572	574	576	578	580	582	584	586	588	590	592	594	596	598	600	602	604	606	608	610	612	614	616	618	620	622	624	626	628	630	632	634	636	638	640	642	644	646	648	650	652	654	656	658	660	662	664	666	668	670	672	674	676	678	680	682	684	686	688	690	692	694	696	698	700	702	704	706	708	710	712	714	716	718	720	722	724	726	728	730	732	734	736	738	740	742	744	746	748	750	752	754	756	758	760	762	764	766	768	770	772	774	776	778	780	782	784	786	788	790	792	794	796	798	800	802	804	806	808	810	812	814	816	818	820	822	824	826	828	830	832	834	836	838	840	842	844	846	848	850	852	854	856	858	860	862	864	866	868	870	872	874	876	878	880	882	884	886	888	890	892	894	896	898	900	902	904	906	908	910	912	914	916	918	920	922	924	926	928	930	932	934	936	938	940	942	944	946	948	950	952	954	956	958	960	962	964	966	968	970	972	974	976	978	980	982	984	986	988	990	992	994	996	998	1000

III. Métaux Ferreux

Il faut savoir que les métaux ferreux ont bien moins de valeur que les métaux non-ferreux, car il s'agit d'une ressource naturelle que l'on trouve en abondance sur la Terre, qui est facile à utiliser et qui est de qualité inférieure : lorsque le fer s'oxyde, il rouille et il perd donc en fiabilité.

III.1.1 Les aciers

Acier c'est le fer allié à une quantité de Carbone inférieure à 2%. Le point de fusion c'est 1400°C.

III.1.2 La fonte

La fonte c'est un alliage de fer et de carbone (2 à 6 %).

III.1.3 Le fer pur

Fer presque pur avec une quantité de carbone inférieure à 0.1 %.

III.1.4 Aciers Inoxydables

Ce sont des aciers, alliage de fer et de carbone (<1,2%) auquel on ajoute essentiellement le Chrome qui au-delà de (12 à 13 %). Produit la résistance souhaitée à l'oxydation.

En raison de son altérabilité et sa faible résistance mécanique, le fer n'est plus utilisé industriellement. Les métaux les plus utilisés dans la construction sont la fonte et l'acier puisqu'ils présentent les avantages suivants :

- Haute résistance, plasticité, conductibilité thermique élevée, assemblage par soudage.
- En revanche, ces matériaux présentent aussi des inconvénients à savoir: corrosion en présence d'eau et déformation sensible avec l'augmentation de la température.
- La fonte est un métal ferreux solide mais fragile. Il est souvent utilisé dans les pièces automobiles, telles que les culasses et les boîtes de vitesses.
- **Position des aciers de construction en fonction de leur teneur en carbone**

Métaux	Teneur en carbone (%)	Teneur en carbone
Fer	Moins de 0,06	La différence essentielle entre chaque type d'acier réside dans la proportion de carbone qu'il contient si le fer et le carbone sont alliés, dans la mesure où la teneur en carbone ne dépasse pas 1,5%, on obtient les aciers. Par contre, si l'alliage contient plus de 2% de carbone, on entre dans le groupe des fontes. Le carbone détermine la dureté et la ténacité des aciers. Plus un acier en contient, plus il est résistant. Cependant, il faut également tenir compte des procédés de production, des autres éléments d'alliage et de la nature du traitement thermique, lesquels contribuent à modifier certaines propriétés physiques des matériaux.
Acier doux	Entre 0,06 et 0,2	
Acier semi-dur	Entre 0,2 et 0,5	
Acier dur (acier à outils)	Entre 0,5 et 1,5	
Fonte	Plus de 2	

Ténacité qui caractérise la résistance d'un matériau à l'avancement des fissures et peut être mesurée par des essais de fissuration.

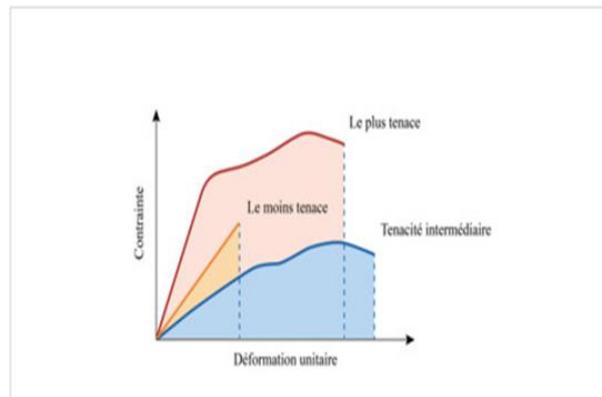


Figure 1: courbe contrainte déformation

- **Production mondiale d'acier brut en 2018**

En 2018, les principaux producteurs d'acier sont (Mt = million de tonnes) :

- la Chine : 928,3 Mt (quasiment 1 milliard de tonnes, soit la moitié de la production mondiale)
- l'Inde : 106,5 Mt
- le Japon : 104,3 Mt
- les États-Unis : 86,6 Mt
- la Corée du Sud : 72,5 Mt
- la Russie : 71,7 Mt
- la Turquie : 37,3 Mt
- le Brésil : 34,9 Mt
- l'Italie : 24,5 Mt
- l'Iran : 24,5 Mt
- Taïwan : 23,2 Mt
- l'Ukraine : 21,1 Mt
- le Mexique : 20,2 Mt
- la France : 15,4 Mt
- l'Espagne : 14,3 Mt
- le Vietnam : 14,1 Mt
- le Canada : 12,9 Mt
- la Pologne : 10,2 Mt
- la Belgique : 8 Mt

- **Distribution géographique de la production / consommation d'acier brut en 2018 :**

- Chine : 51,3%
- Europe : 11,6%
- Asie (hors Chine) : 7,3%
- ALENA : 6,6% (USA-canada-Mexique)
- Japon : 5,9%
- Inde : 5,9%
- Russie : 5,6%
- Amérique centrale et Amérique du Sud : 2,5%
- Moyen Orient : 2,1%
- Afrique : 1%
- Australie et Nouvelle-Zélande : 0,4%

- **Utilisation:**

L'acier est transformé après sa production, en éléments de natures variées, nous citons :

- différents profilés généralement utilisés dans la construction métallique, la voie ferrée, etc,
- armatures pour béton armé et béton précontraint : lisse, ondulé, treillis, ...etc.





Figure 2 : Utilisation des aciers

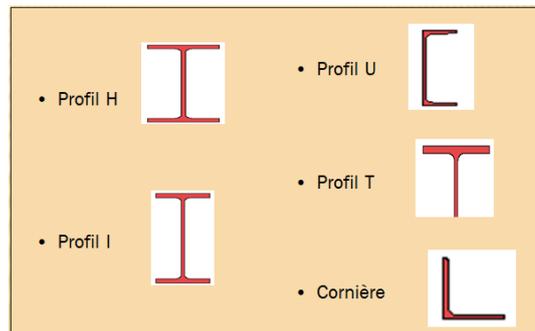


Figure 3 : profilés de charpente métalliques



Figure 4 : acier de construction

La fonte sert à fabriquer des pièces moulées telles que des pièces d'automobiles, de locomotives et d'équipement agricole.

La fonte résiste nettement mieux à la compression qu'à la traction. Par ailleurs, elle est relativement cassante.

Bloc-cylindres (Sandvik)

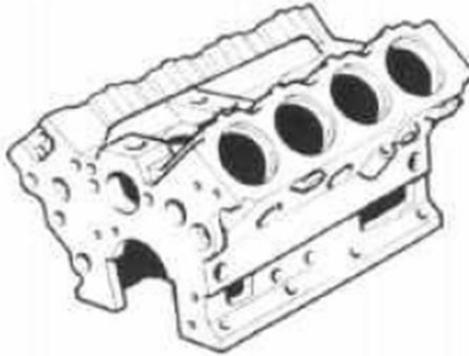
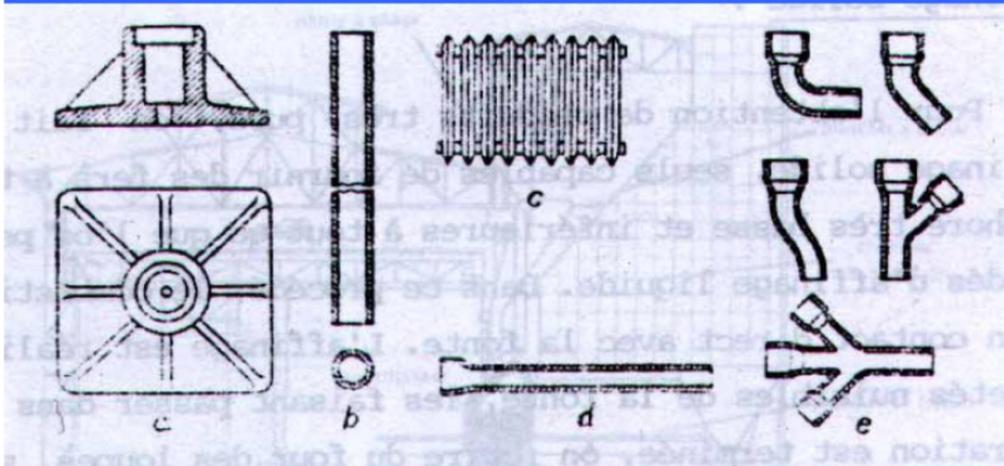


Figure 5 : Bloc-cylindre en fonte

Éléments de construction en fonte



a- semelle d'appui des poteaux, b- poteaux, c- radiateurs de chauffage, d- tuyaux, pièces de raccord pour les tubes

III-2 : Métaux non ferreux

L'absence de fer dans les métaux non ferreux leur confère un avantage certain sur leurs homologues ferreux : ils sont moins sujets à la corrosion. De plus, ils sont plus souples et peuvent être façonnés plus facilement. C'est pourquoi ils sont souvent utilisés dans les systèmes de gouttières, les tuyaux de transport de liquide,

III.2.1 : ALUMINIUM

Non seulement l'aluminium résiste à la corrosion, mais il est également léger. Il est donc idéal pour les pièces de voitures et d'avions, ainsi que pour les machines et les boîtes de conserve.

III.2.2 : CUIVRE

Le cuivre est un métal non ferreux très conducteur et a donc de nombreuses applications dans l'industrie électrique. La tuyauterie est le principal usage et le plus commun jusqu'à présent.

III.2.3 : ZINC

Le zinc a un point de fusion bas et est souvent utilisé pour recouvrir l'acier et le fer afin d'empêcher ces matériaux de se détériorer ou de rouiller- un procédé appelé galvanisation.

III.2.4 : LAITON

Le laiton est fabriqué en combinant le cuivre et le zinc. On le trouve couramment dans les raccords et les prises électriques, les serrures et la plomberie.

Tableau III.2 : les métaux non ferreux

Metal Pur	Propriétés	Applications
Le cuivre 	<ul style="list-style-type: none">• De couleur rougeâtre• Excellent conducteur• Résistant à la corrosion• Très ductile et malléable• Se soude facilement	<ul style="list-style-type: none">• Conducteur électrique et thermique• Fils, baguettes métalliques
L'étain 	<ul style="list-style-type: none">• De couleur blanche bleutée brillante• Mou• inoxydable	<ul style="list-style-type: none">• on l'utilise surtout pour la soudure de composants électriques et électroniques.• On l'utilise aussi pour la soudure de tuyaux de chauffage et d'eau
Aluminium 	<ul style="list-style-type: none">• de couleur blanche brillante• léger et bonne résistance à la corrosion• il n'est pas toxique	<ul style="list-style-type: none">• câbles de lignes électriques de haute tension• menuiserie métallique• canettes de boissons
Zinc 	<ul style="list-style-type: none">• de couleur blanche• très résistant à la corrosion et à l'oxydation	<ul style="list-style-type: none">• recouvrement de toits,• canaux et tuyaux
Le magnésium 	<ul style="list-style-type: none">• très léger• très cher• quand il est liquide ou fondu il réagit violemment à l'oxydation	<ul style="list-style-type: none">• Applications aérospatiales car c'est un métal très léger
Le titane 	<ul style="list-style-type: none">• Très cher• Résistant à la corrosion• Très bonne résistance mécanique• Il est biocompatible (utilisation dans les prothèses médicales)	<ul style="list-style-type: none">• Implants biomédicaux• Moteur turbo réacteur• Structures aéronaves

III-3 Propriétés des Métaux

III-3.1 Propriétés physiques

Masse volumique: La masse volumique d'un acier est peu affectée par sa composition chimique et par les traitements thermiques. A la température ambiante, la masse volumique du fer est de 7.88.

Symbolique : ρ (kg.dm⁻³)

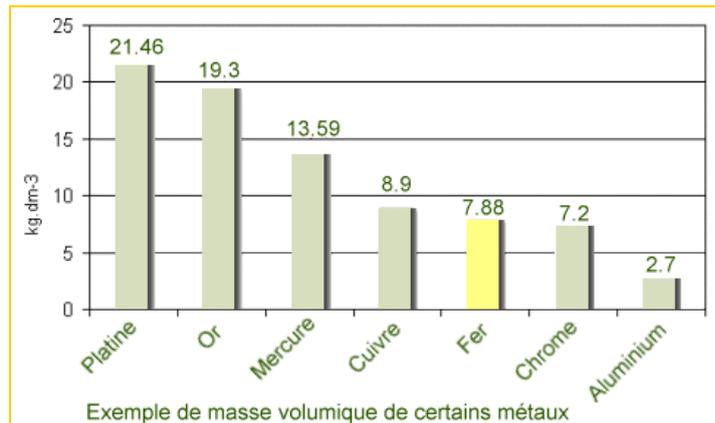


Figure 6 : masse volumique de certains métaux

III-3.2 : Module d'élasticité longitudinal

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 de Young) et est représentée par E.

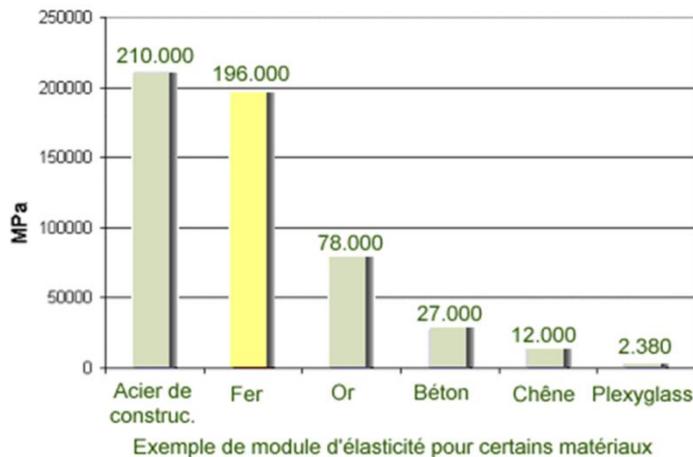


Figure 7 : exemple de module d'élasticité pour certains matériaux

III-3.3 : Coefficient de Poisson:

Lorsqu'une barre est en traction, elle s'allonge dans le sens longitudinal et elle se contracte dans le sens transversal; de même, une charge compressive produit une diminution de la longueur et une dilatation de la section transversale.

ν est le rapport entre la contraction transversale et l'allongement longitudinal.

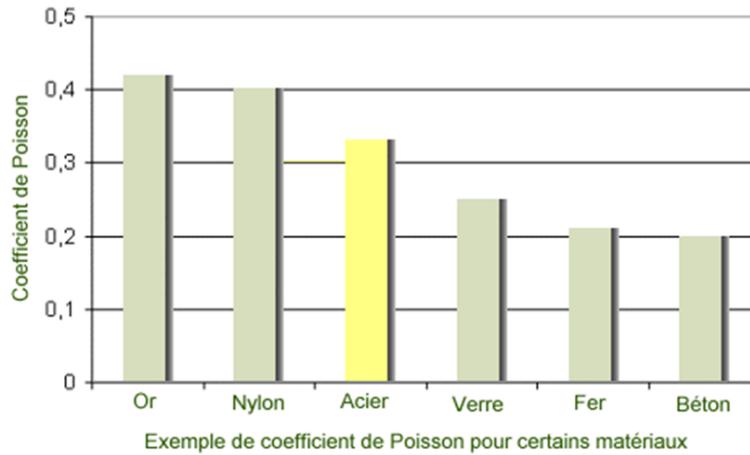


Figure 8 : exemple de coefficient de poisson pour certains matériaux