Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro TIIN, veuillez visiter :
bacprotiin.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

TECHNIQUES D'INTERVENTIONS SUR INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

SESSION 2019

ÉPREUVE E2 : Préparer un chantier en environnement nucléaire

Sous-épreuve **E21** : **Pré-étude et mise en conformité du chantier**

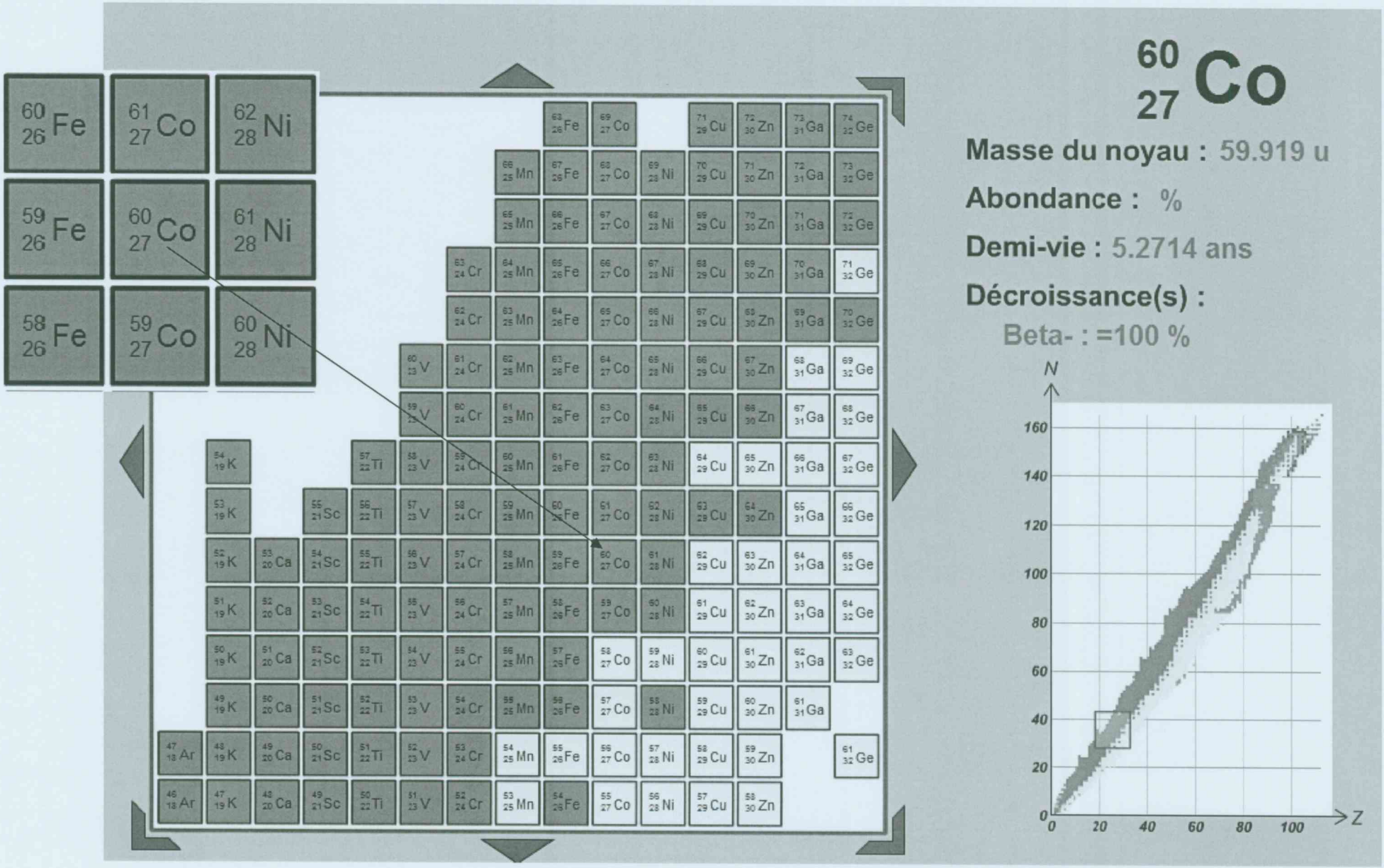
DOSSIER RESSOURCES

Le dossier se compose de 18 pages, numérotées de 1/18 à 18/18.
Dès que le dossier vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

SOMMAIRE

Extrait du diagramme NZ 3
Classification des déchets nucléaires en France 4
Caractéristiques d'atténuation pour quelques matières pouvant servir d'écran vis-à-vis de faisceaux étroits de rayons X ou γ 5
Dessin d'ensemble de la pompe de relevage 6
Nomenclature de la pompe de relevage 8
Les matériaux : désignation des fontes et des aciers 9
Les matériaux : désignation des métaux non ferreux 12
Dessin de définition du divergent de la nouvelle pompe 14
Brides tournantes acier 15
Boulonnerie acier – inox 16
Détermination du serrage au couple 17

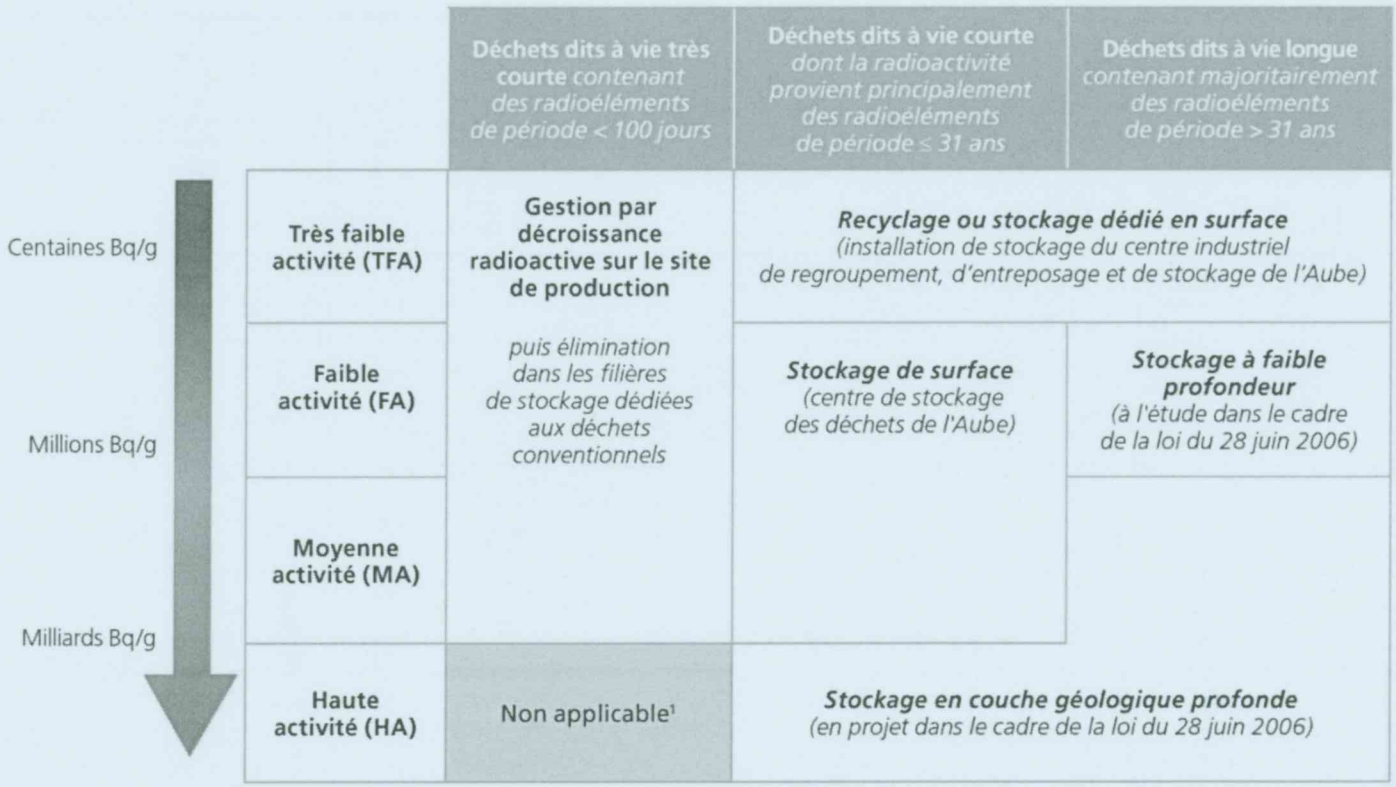
EXTRAIT DU DIAGRAMME NZ



CLASSIFICATION DES DÉCHETS NUCLÉAIRES EN FRANCE

Un déchet est dit :

- **de très faible activité** (TFA), si son niveau d'activité est inférieur à cent becquerels par gramme (< 100 Bq/g)
- **de faible activité** (FA), si ce niveau est compris entre cent becquerels par gramme et un million de becquerels par gramme (dont la teneur en radionucléides est suffisamment faible pour ne pas exiger de protection pendant les opérations normales de manutention et de transport)
- **de moyenne activité** (MA), si ce niveau est entre un million et un milliard de becquerels par gramme (de 1 MBq/g à 1 GBq/g)
- **de haute activité** (HA), si ce niveau est supérieur à un milliards de becquerels par gramme (>1 GBq/g, niveau pour lesquels la puissance spécifique est de l'ordre du watt par kilogramme, d'où la désignation de déchets « chauds »).



[1]Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

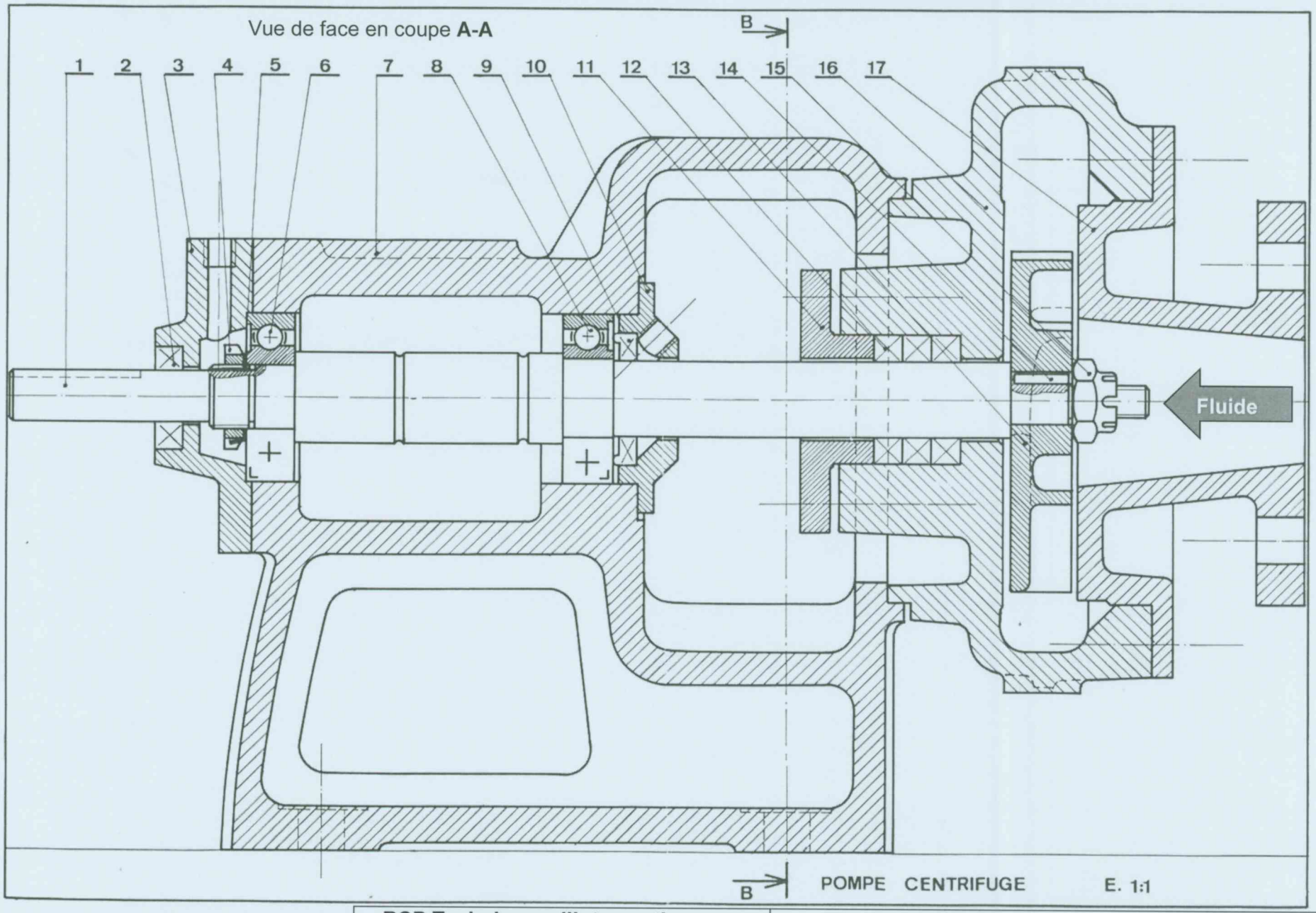
CARACTÉRISTIQUES D'ATTÉNUATION POUR QUESLQUES MATIÈRES POUVANT SERVIR D'ÉCRAN VIS-À-VIS DE FAISCEAUX ÉTROITS DE RAYONS X OU γ

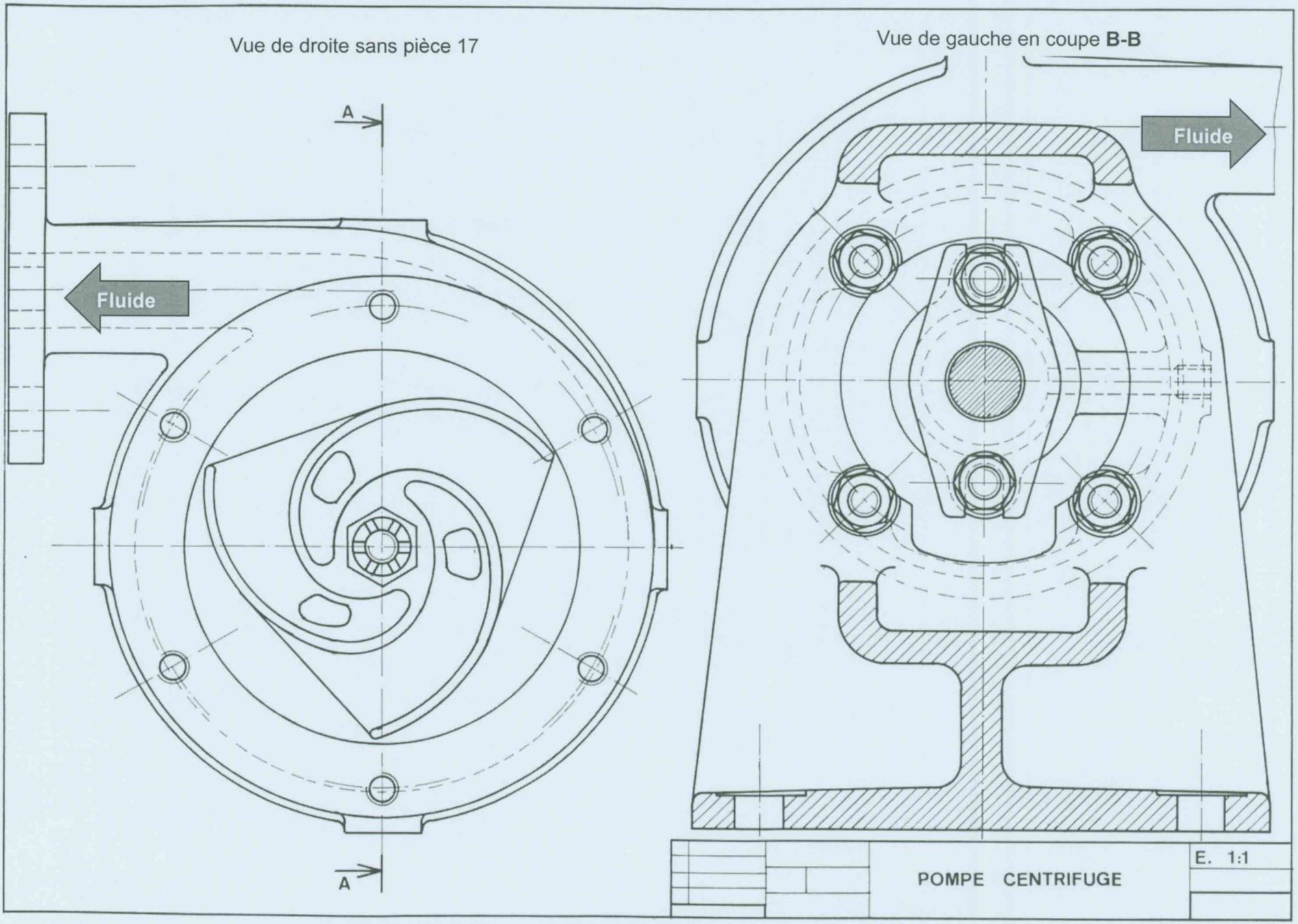
Matériaux d'écrans	Masses spécifiques [g/cm^3]	Énergie des rayonnements X et γ [MeV]	Couche de demi-atténuation [cm]	Couche de déci-atténuation [cm]
Eau	1	0,1 0,5 1 2 3	4,2 7 10 14 18	14 23 33 45 58
Béton ordinaire	2,4	0,1 0,5 1 2 3	1,8 3,3 4,5 6,7 8,5	6 11 15 22 28
Aluminium	2,7	0,1 0,5 1 2 3	1,8 3 4,2 6 7,2	6 10 14 20 24
Fer	7,8	0,1 0,5 1 2 3	0,3 1,1 1,5 2,1 2,4	0,9 3,5 5 7 8
Plomb	11,3	0,05 0,1 0,3 0,5 1 2 3	0,007 0,012 0,017 0,43 0,9 1,4 1,5	0,03 0,04 0,6 1,4 3 4,5 5
Uranium	19,1	0,1 0,5 1 2 3	0,025 0,21 0,5 0,75 0,8	0,08 0,7 1,6 2,5 2,7

Couche de demi-atténuation : épaisseur d'un écran 1/2

Couche de déci-atténuation : épaisseur d'un écran 1/10

DESSIN D'ENSEMBLE DE LA POMPE DE RELEVAGE




Vue de droite sans pièce 17
Vue de gauche en coupe **B-B**
A
A
Fluide
Fluide
POMPE CENTRIFUGE
E. 1:1

NOMENCLATURE DE LA POMPE DE RELEVAGE

17	1	Divergent d'admission	EN-GJL-250	
16	1	Volute	EN-GJL-250	
15	1	Écrou à créneaux	C45	
14	1	Clavette 3x3x8	C45	
13	1	Rotor	EN-GJL-250	
12	1	Tresses graphitées	Carbone-graphite	
11	1	Fouloir	EN-GJL-250	
10	1	Couvercle intérieur	EN-GJL-250	
9	1	Joint à lèvres	EPDM	
8	1	Roulement à billes à contact radial 25x52x15	100Cr6	
7	1	Bâti	EN-GJL-250	
6	1	Roulement à billes à contact radial 20x52x15	100Cr6	
5	1	Rondelle frein MB 4	S255	
4	1	Écrou à encoches KM 4	S255	
3	1	Couvercle extérieur	EN-GJL-250	
2	1	Joint à lèvres	EPDM	
1	1	Arbre de pompe	35CrMo4	
Rep	**Nb**	**Désignation**	**Matière**	**Observations**

LES MATÉRIAUX : DÉSIGNATION DES FONTES ET DES ACIERS

81 . 1 Fontes

NF EN 1561 à 1563

81 . 11 Fontes à graphite lamellaire

Désignation numérique

Après le préfixe **EN**, les fontes sont désignées par le symbole **JL** suivi d'un code numérique.

EXEMPLE EN-JL 1010.

Désignation symbolique

Après le préfixe **EN**, les fontes sont désignées par le symbole **GJL** suivi de la valeur en mégapascals* de la résistance minimale à la rupture par extension.

EXEMPLE EN-GJL 100.

81 . 12 Fontes malléables Fontes à graphite sphéroïdal

Désignation numérique

Après le préfixe **EN**, les fontes sont désignées par le symbole **JM** ou **JS** suivi d'un code numérique.

EXEMPLE EN-JS 1010 (fonte à graphite sphéroïdal).

Désignation symbolique

Après le préfixe **EN**, les fontes sont désignées par le symbole **(GJMW, GJMB, GJS)** suivi de la valeur en mégapascals* de la résistance minimale à la rupture par extension et du pourcentage de l'allongement après rupture.

EXEMPLE EN-GJS-350-22.

81 . 2 Aciers

NF EN 10025 – IC 10 – NF EN 10027

81 . 21 Classification par emploi

La désignation commence par la lettre **S** pour les aciers d'usage général et par la lettre **E** pour les aciers de construction mécanique.

Le nombre qui suit indique la valeur minimale de la limite d'élasticité en mégapascals*.

EXEMPLE S 235.

S'il s'agit d'un acier moulé, la désignation est précédée de la lettre **G**.

EXEMPLE GE 295.

* 1 MPa = 1 N/mm².

Fontes à graphite lamellaire

Numérique	Symbolique	Emplois
EN-JL 1020	EN-GJL-100	Bonne moulabilité – Bonne usinabilité.
EN-JL 1020	EN-GJL-150	Bonne résistance à l'usure par frottement.
EN-JL 1030	EN-GJL-200	Bon amortissement des vibrations.
EN-JL 1040	EN-GJL-250	Bonnes caractéristiques mécaniques
EN-JL 1050	EN-GJL-300	et frottantes – Bonne étanchéité
EN-JL 1060	EN-GJL-350	(blocs moteurs, engrenages...).

Fontes malléables

Numérique	Symbolique	Emplois
EN-JM1010	EN-GJMW-350-4	
EN-JM1030	EN-GJMW-400-5	Malléabilité améliorée
EN-JM1040	EN-GJMW-450-7	(pièces complexes).
EN-JM1050	EN-GJMW-550-4	Bonne résilience.
EN-JM1110	EN-GJMB-300-6	Bonne usinabilité.
EN-JM1130	EN-GJMB-350-10	Bon amortissement des vibrations.
EN-JM1140	EN-GJMB-450-6	
EN-JM1150	EN-GJMB-500-5	
EN-JM1160	EN-GJMB-550-4	Très bonnes caractéristiques
EN-JM1170	EN-GJMB-600-3	mécaniques.
EN-JM1180	EN-GJMB-650-2	Bonne résistance à l'usure.
EN-JM1190	EN-GJMB-700-2	

Fontes à graphite sphéroïdal

Numérique	Symbolique	Emplois
EN-JS1010	EN-GJS-350-22	
EN-JS1020	EN-GJS-400-18	
EN-JS1030	EN-GJS-400-15	Bonne résilience.
EN-JS1040	EN-GJS-450-10	Très bonne usinabilité
EN-JS1050	EN-GJS-500-7	(vannes, vérins...).
EN-JS1060	EN-GJS-600-3	
EN-JS1070	EN-GJS-700-2	Très bonnes caractéristiques
EN-JS1080	EN-GJS-800-2	mécaniques. Bonne résistance
EN-JS1090	EN-GJS-900-2	à l'usure. Bonnes qualités frottantes.

Aciers d'usage général

Nuance	R min.**	Re min.**	Emplois
S 185	290	185	
S 235	340	235	Constructions mécaniques
S 275	410	275	et métalliques générales
S 355	490	355	assemblées ou soudées.
E 295	470	295	Ces aciers ne conviennent pas
E 335	570	335	aux traitements chimiques.
E 360	670	360	
Moulage	GS 235 – GS 275 – GS 355 GS 295 – GE 335 – GE 360		

** R min. = résistance minimale à la rupture par extension (MPa).
Re min. = limite minimale apparente d'élasticité (MPa).

81 . 22 Classification par composition chimique

81 . 221 Aciers non alliés

Teneur en manganèse < 1 %.

La désignation se compose de la lettre **C** suivie du pourcentage de la teneur moyenne en carbone multipliée par 100.

EXEMPLE

C 40.
40 : 0,40 % de carbone.

S'il s'agit d'un **acier moulé**, la désignation est précédée de la lettre **G**.

EXEMPLE

GC 25.
25 : 0,25 % de carbone.

Principaux aciers moulés
GC 22 – GC 25 – GC 30 – GC 35 – GC 40.
Principaux aciers de forgeage
C 22 – C 25 – C 30 – C 35 – C 40 – C 45 – C 50 – C 55.

81 . 222 Aciers faiblement alliés

Teneur en manganèse ≥ 1 %.
Teneur de chaque élément d'alliage < 5 %.

La désignation comprend dans l'ordre :

- un nombre entier, égal à cent fois le pourcentage de la teneur moyenne en carbonne ;
- un ou plusieurs groupes de lettres qui sont les symboles chimiques des éléments d'addition rangés dans l'ordre des teneurs décroissantes ;
- une suite de nombres rangés dans le même ordre que les éléments d'alliage, et indiquant le pourcentage de la teneur moyenne de chaque élément.

Les teneurs sont multipliées par un coefficient multiplicateur variable en fonction des éléments d'alliage (voir tableau ci-contre).

EXEMPLES

55 Cr 3.
0,55 % de carbone – 0,75 % de chrome (3 : 4 = 0,75).

51 Cr V 4.
0,51 % de carbone – 1 % de chrome (4 : 4 = 1).

Pour cette désignation, le pourcentage de vanadium n'est pas précisé.

Aciers non alliés

Nuance	R min.*	Re min.*	Emplois
C 22	410	255	Constructions mécaniques.
C 25	460	285	
C 30	510	315	Ces aciers conviennent aux traitements thermiques et au forgeage.
C 35	570	335	
C 40	620	355	
C 45	660	375	
C 50	700	395	Nota : Cette symbolisation ne s'applique pas aux aciers de décolletage.
C 55	730	420	
C 60	HRC ≥ 57		

Symboles chimiques internationaux

Élément d'alliage	Symbole chimique	Élément d'alliage	Symbole chimique	Élément d'alliage	Symbole chimique
Aluminium	Al	Cobalt	Co	Nickel	Ni
Antimoine	Sb	Cuivre	Cu	Niobium	Nb
Argent	Ag	Étain	Sn	Plomb	Pb
Bérylium	Be	Fer	Fe	Silicium	Si
Bismuth	Bi	Gallium	Ga	Strontium	Sr
Bore	B	Lithium	Li	Titane	Ti
Cadmium	Cd	Magnésium	Mg	Vanadium	V
Cérium	Ce	Manganèse	Mn	Zinc	Zn
Chrome	Cr	Molybdène	Mo	Zirconium	Zr

Aciers faiblement alliés

Nuances usuelles	Traitement de référence	
	R min.*	Re min.*
38 Cr 2	800	650
34 Cr 4	880	660
37 Cr 4	930	700
41 Cr 4	980	740
55 Cr 3	1 100	900
100 Cr 6	HRC ≥ 62	
25 Cr Mo 4	880	700
35 Cr Mo 4	980	770
42 Cr Mo 4	1 080	850
16 Cr Ni 6	800	650
17 Cr Ni Mo 61	1 130	880
30 Cr Ni Mo 81	1 030	850
51 Cr V 4	1 180	1 080
16 Mn Cr 5	1 080	835
20 Mn Cr 5	1 230	980
36 Ni Cr Mo 16	1 710	1 275
51 Si 7	1 000	830
60 Si Cr 7	1 130	930

Nota :
Cette symbolisation s'applique aussi aux aciers non alliés de décolletage.

Coefficient multiplicateur

Élément d'alliage	Coef.	Élément d'alliage	Coef.
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4	Ce, N, P, S	100
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Tl, V, Zr	10	B	1 000

* R min. = résistance minimale à la rupture par extension (MPa). Re min. = limite minimale apparente d'élasticité (MPa).
1 MPa = 1 N/mm².

81 . 223 Aciers fortement alliés

Teneur d'au moins un élément d'alliage ≥ 5 %.

La désignation commence par la lettre **X** suivie de la même désignation que celle des aciers faiblement alliés, à l'exception des valeurs des teneurs qui sont des pourcentages nominaux réels.

EXEMPLE

X 30 Cr 13.
0,30 % de carbone – 13 % de chrome.

Aciers fortement alliés		
Nuances usuelles	Traitement de référence	
	R min.*	Re min.*
X 4 Cr Mo S 18	400	275
X 30 Cr 13	HRC ≥ 51	
X 2 Cr Ni 19-11	460	175
X 5 Cr Ni 18-10	510	195
X 5 Cr Ni Mo 17-12	510	205
X 6 Cr Ni Ti 18-10	490	195
X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12	540	215

Conversion entre la dureré et la résistance à la traction chapitre 85.

81 . 224 Aciers rapides

La désignation comprend successivement les symboles suivants :

- Les lettres **HS**.
- Les nombres indiquant les valeurs des éléments d'alliage dans l'ordre suivant :
  - tungstène (W),
  - molybdène (Mo),
  - vanadium (V),
  - cobalt (Co).
- Chaque nombre représente la teneur moyenne.

EXEMPLE

HS 8,5-3,5-3,5-11.
8,5 % de tungstène, 3,5 % de molybdène, 3,5 % de vanadium, 11 % de cobalt.

HS 8,5-3,5-3,5-11 (Nuance Sandvick C 45)	Cette nuance doit toujours être choisie en priorité. Il s'agit d'un acier rapide, fortement allié, capable de résister à des températures élevées.
HS 6,5-7-6,5-10,6 (Nuance Sandvick C 60)	Cette nuance est un choix alternatif lorsqu'une haute résistance à l'usure est un critère déterminant.

NOTA : Les aciers rapides peuvent être revêtus d'une couche de nitrure de titane (Ti N) qui en augmente la dureté et la longévité.

81 . 3 Classification par emploi

Acier doux	37 Cr 4	51 Cr V 4	Formage à froid	Cémentation	Inoxydable
S 185	34 Cr Mo 4	**Trempe**	S 185	C 22	X 4 Cr Mo S 18
S 235	42 Cr Mo 4	C 35 E	S 235	16 Mn Cr 5	X 30 Cr 13
C 22	36 Ni Cr Mo 16	C 40 E	S 275	20 Mn Cr 5	X 2 Cr Ni 19-11
Acier mi-dur	51 Cr V 4	C 55 E	S 355	15 Cr Ni 6	X 5 Cr Ni 18-10
C 30	**Acier extra-dur**	C 60 E	**Décolletage**	17 Cr Ni Mo 6	X 5 Cr Ni Mo 17-12
C 35	100 Cr 6	**Trempe superficielle**	S 250 Pb	**Nitruration**	X 6 Cr Ni Ti 18-10
C 40	**Acier à ressort**	C 40	S 250 Si	31 Cr Mo 12	X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12
C 45	51 Si 7	41 Cr 4	S 300 Pb	41 Cr Al Mo 7	**Fortes sollicitations**
C 50	60 Si Cr 7	42 Cr Mo 4	S 300 Si	**Chocs**	20 Mn Cr 5
C 60	55 Cr 3	36 Ni Cr Mo 16	X 2 Cr Mo Ti S 18-2	51 Cr V 4	36 Ni Cr Mo 16

81 . 4 Prix relatifs approximatifs à masses égales

Fontes JL (GJL)	0,6	Aciers Cr-Ni-Mo	10	Laiton	6 à 9	Plastiques	PF	4
Aciers S 235	1	Aciers rapides	12 à 26	Bronze	18		PUR	10
Aciers C	1,7 à 2	Aluminium	5	Maillechort	12		EP	18
Aciers alliés	2 à 4	Alliages d'aluminium	10	Cupro-aluminium	6		PS	2
Aciers inoxydables	4 à 5	Alliages de zinc	2	Magnésium	12 à 18		ABS	4
Aciers Cr-Ni	7	Cuivre	9	Titane	150 à 300		PTFE	30

LES MATÉRIAUX : DÉSIGNATION DES MÉTAUX NON FERREUX

82.1 Aluminium et alliages d'aluminium moulés

NF EN 1780

La désignation utilise un code numérique. Il peut être suivi éventuellement, si cela est justifié, par une désignation utilisant les symboles chimiques des éléments et de nombres indiquant la pureté de l'aluminium ou la teneur nominale des éléments considérés.

Exemples de désignations usuelles :
EN AB-43 000 ou **EN AB-43 000 [Al Si 10 Mg]**.
Alliage d'aluminium moulé – Silicium 10 % – Magnésium.
Exemple de désignation exceptionnelle :
EN AB-Al Si 10 Mg.

Nuances usuelles	R min.*	Re min.*	Emplois
EN AW-1050 [Al 99,5]	80	35	Appareils ménagers. Matériels électriques.
EN AB-21 000 [Al Cu 4 Mg Ti]	330	200	Se moule bien. S'usine très bien. Ne pas utiliser en air salin.
EN AB-43 000 [Al Si 10 Mg]	250	180	Se moule très bien. S'usine et se soude bien. Convient en air salin.
EN AB-44 200 [Al Si 12]	170	80	Se moule et se soude très bien. La forte teneur en silicium rend l'usinage difficile.
EN AB-51 300 [Al Mg 5]	180	100	Excellentes aptitudes à l'usinage, au soudage, au polissage. Résiste très bien à l'air salin.

82.2 Aluminium et alliages d'aluminium corroyés

NF EN 573

La désignation utilise un code numérique. Il peut éventuellement être suivi, si cela est justifié, par une désignation utilisant les symboles chimiques des éléments et de nombres indiquant la pureté de l'aluminium ou la teneur nominale des éléments considérés.

Exemples de désignations usuelles :
EN AW-2017 ou **EN AW-2017 [Al Cu 4 Mg Si]**.
Alliage d'aluminium – Cuivre 4 % – Magnésium – Silicium.
Exemple de désignation exceptionnelle :
EN AW-Al Cu 4 Mg Si.

Nuances usuelles*	R min.*	Re min.*	Emplois	
EN AW-1350 [EAl 99,5]**	65	–	Matériels électrodomestiques. Chaudronnage. Matériels pour industries chimiques et alimentaires.	Bonne résistance aux agents atmosphériques et à l'air salin. Bonne soudabilité.
EN AW-1050 [Al 99,5]	100	75		
EN AW-5154 [Al Mg 3,5]	220	130	Pièces chaudronnées : citernes, gaines, tubes, etc. Tuyauteries.	
EN AW-5754 [Al Mg 3]	270	190		
EN AW-5086 [Al Mg 4]	310	230		
EN AW-2017 [Al Cu 4 Mg Si]	390	240	Pièces usinées et forgées.	Éviter de les utiliser à l'air salin. Se soudent difficilement.
EN AW-2030 [Al Cu 4 Pb Mg]	420	280	Pièces décolletées (fragmentation des copeaux).	
EN AW-7075 [Al Zn 5,5 Mg Cu]	520	440	Pièces usinées et forgées à hautes caractéristiques mécaniques.	
EN AW-7049 [Al Zn 8 Mg Cu]	600	560		

* Produits filés, étirés, laminés ou forgés. ** Pour les applications électriques particulières le symbole Al est précédé de la lettre E.

82.3 Alliages de zinc moulés

Nuances usuelles	R min.*	Re min.*	Emplois
Zamak 3	260	250	Alliage de fonderie sous pression : carburateurs, poulies, boîtiers divers (bijouterie, cosmétiques)...
ZA 8	375	290	Moulage coquille ou sous pression. Bon état de surface. Bonnes caractéristiques mécaniques.
ZA 27	425	370	Moulage sable, coquille sous pression. Très bonnes caractéristiques mécaniques.
Kayem 1	230	–	Alliage pour la fabrication par fonderie d'outillages de presse et de moules pour plastiques.

* R min. = résistance minimale à la rupture par extension (MPa). Re min. = limite minimale apparente d'élasticité (MPa).
1 MPa = 1 N/mm^2.

82.4 Magnésium et alliages de magnésium

La désignation utilise un code numérique ou les symboles chimiques des éléments de nombres indiquant la teneur nominale des éléments considérés.

Les alliages de magnésium sont intéressants pour leur légèreté (masse volumique 1,74) et par leur capacité à absorber les bruits et les vibrations.

Nuances usuelles	R min.**	Re min.**	Emplois
EN-MC 21 120 [Mg Al 9 Zn 1]	240	110	Carters de boîtes de vitesses. Éléments de structures. Bonne usinabilité.
EN-MC 65 110 [Mg Zn 4 RE 1 Zr]*	210	135	Pièces de résistance de forme simple. Non soudable.
EN-MC 21 110 [Mg Al 8 Zn 1]	200	140	Pièces peu sollicitées. Bonne usinabilité.
EN-MC 21 120 [Mg Al 9 Zn 1]	210	150	Pièces nécessitant une bonne coulabilité. Carters complexes.

* RE = métaux en terre rare.

82.5 Titane et alliages de titane

La désignation utilise les symboles chimiques des éléments suivis de nombres indiquant la pureté du titane ou la teneur nominale des éléments considérés.

L'alliage **Ti 6 Al 4 V** est très utilisé dans l'aéronautique, la lunetterie et les implants chirurgicaux pour ses caractéristiques mécaniques et sa légèreté (masse volumique 4,5). L'anodisation augmente sa résistance à l'usure et à la corrosion (chapitre 83).

Nuances usuelles	R min.**	Re min.**	Emplois
Ti-P 99 002 (titane affiné)	390	–	Pièces en tôles d'épaisseur maximale de 6 mm.
Ti-P 99 003	570	–	Pièces en tôles d'épaisseur maximale de 6 mm.
Ti 6 Al 4 V	860	780	Barres et fils laminés. Pièces moulées, forgées ou usinées.
Ti 6 Al Zr 5 D	990	850	Bonnes caractéristiques à chaud – θ = 520 °C – R min. = 620 – Re min. = 480.

82.6 Cuivre et alliages de cuivre

NF EN 1412

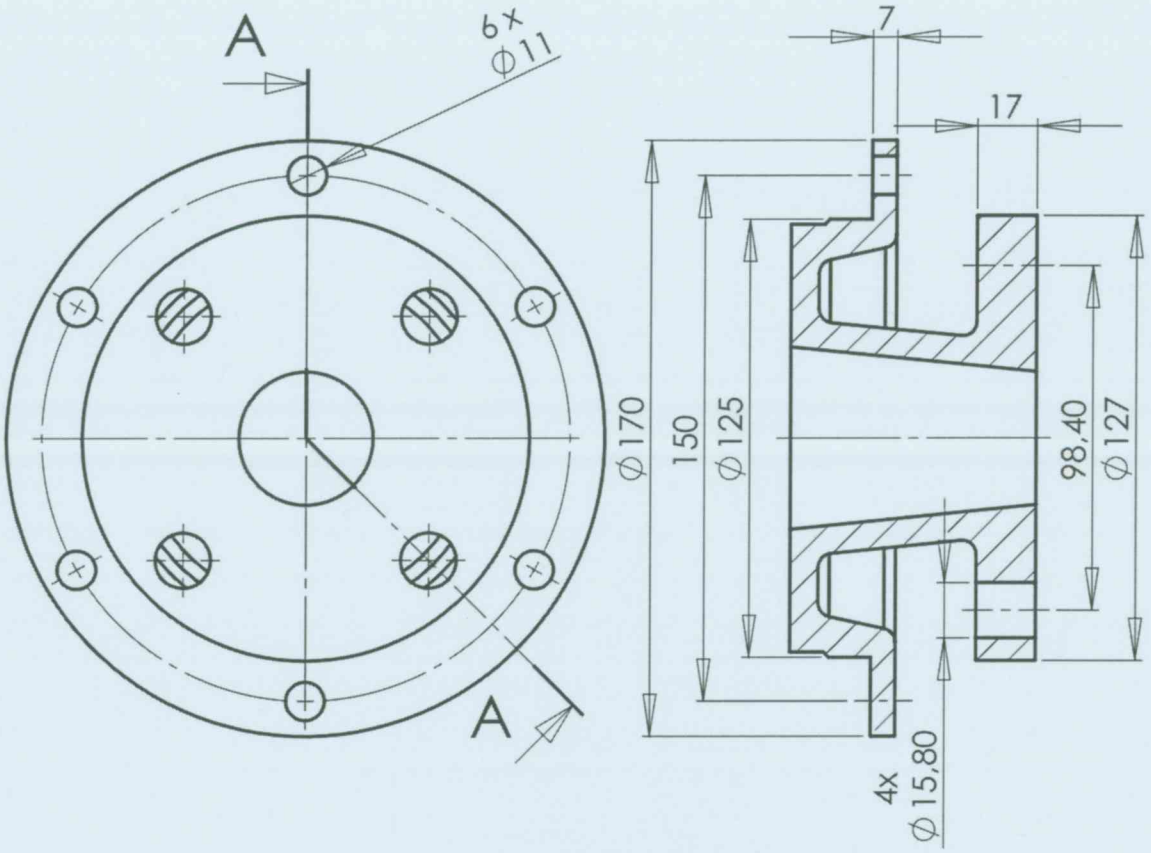
La désignation utilise un code numérique ou les symboles chimiques. Dans ce dernier cas, on associe au symbole chimique de base (**Cu**) les symboles des éléments d'addition suivis des nombres indiquant les teneurs nominales de ces éléments.

Exemples de désignations usuelles :
CW 612 N ou **Cu Zn 39 Pb 2.**
Alliage de cuivre corroyé* – Zinc 39 % – Plomb 2 %.
Exemple de désignation globale :
CW 612 N [Cu Zn 39 Pb 2].

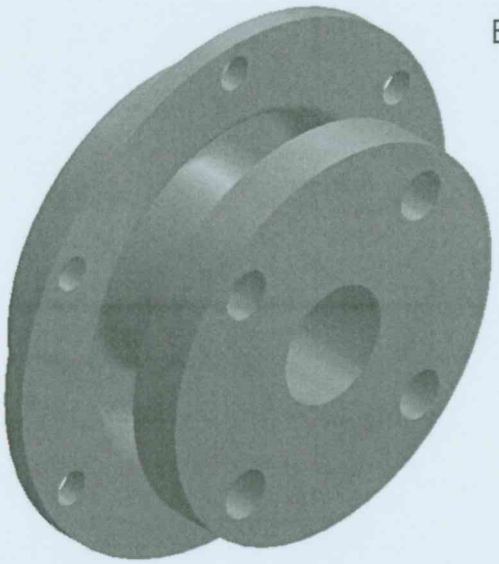
Nuances usuelles*	R min.**	Re min.**	Emplois
CR004A [Cu – ETP] (cuivre affiné)	200	70	Matériau à très bonne conductibilité électrique ; convient particulièrement pour câbles, bobinages et contacts.
CW004A [Cu – ETP]	350	300	
CW113C [Cu Pb 1 P]	350	300	Utilisé en décolletage. Très haute conductibilité électrique et thermique.
CW453K [Cu Sn 8] (bronze)	490	390	Matériau de frottement pour bagues, douilles, chemises, segments.
CC480K [Cu Sn 10]	–	–	Pièces moulées sans caractéristiques particulières.
CC493K [Cu Sn 7 Zn 4 Pb 7]	210	–	Robinetterie.
CC483K [Cu Sn 12]	200	–	Construction mécanique.
CW460K [Cu Sn 8 Pb P]	290	160	Pièces d'usure : pignons et roues d'engrenages, écrous.
CW101C [Cu Be 2] (cuivre au béryllium)	1 400	1 350	Ressorts (matériels électriques, matériels résistant à la corrosion). Connecteurs.
CW502L [Cu Zn 15] (laiton)	400	–	Alliage de forgeage à froid ; se polit bien et convient aux revêtements électrolytiques.
CC750S [Cu Zn 33 Pb 2]	490	240	Pièces moulées.
CW506L [Cu Zn 33]	590	210	Construction mécanique générale et pièces découpées dans la tôle. Il se polit bien.
CC765S [Cu Zn 35 Mn 2 Al 1 Fe 1]	410	160	Bonnes caractéristiques mécaniques. Bonnes qualités frottantes. Mise en œuvre aisée. Prix modéré.
CW710R [Cu Zn 35 Ni 3 Mn 2 Al Pb]	540	240	
CW612N [Cu Zn 39 Pb 2]	400	200	Alliage le plus utilisé pour la plupart des pièces décolletées. Très bonne usinabilité. Matériels de microtechniques. Résistance à la corrosion. Soudabilité.
CW401J [Cu Ni 10 Zn 27] (maillechort)	380	170	
CC333G [Cu Al 10 Fe 5 Ni 5] (cupro-aluminium)	600	250	Pièces devant résister à la corrosion (agents atmosphériques, eau de mer). Inoxydables à chaud. Pièces mécaniques diverses (compresseurs, pompes, etc.).
CW307G [Cu Al 10 Ni 5 Fe 4]	690	320	
CW111C [Cu Ni 2 Si] (cupro-silicium)	400	140	Pièces de frottement sous fortes charges, avec chocs éventuels.

* W : matériaux corroyés – C ou B matériaux moulés – R cuivres bruts affinés. ** R min. et Re min. en MPa.

DESSIN DE DÉFINITION DU DIVERGENT DE LA NOUVELLE POMPE



COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2



Tolérances générales ±0,1
Matière : EN-GJL-200

DIVERGENT D'ADMISSION

Ech. 1 : 2

BRIDES TOURNANTES ACIER

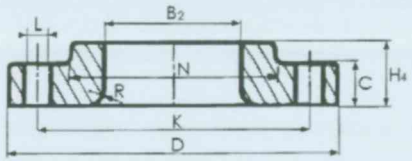
BRIDE TOURNANTE ISO PN 20 - *LJ FLANGE CLASS 150 #* — 10150 LJ

DN		Alésage B_2	Collerette Ø N	Ø ext. D	Ep. C	H_4	Perçage n x L	Perçage Ø K	R	Poids (kg)
15	1/2	22.9	30	89	11.2	16	4 x 15.8	60.3	3	0.8
20	3/4	28.2	38	99	12.7	16	4 x 15.8	69.8	3	0.9
25	1	35.0	49	108	14.3	17	4 x 15.8	79.4	3	1.0
32	1-1/4	43.7	59	117	15.7	21	4 x 15.8	88.9	5	1.3
40	1-1/2	50.0	65	127	17.5	22	4 x 15.8	98.4	6	1.5
50	2	62.5	78	152	19.1	25	4 x 19.0	120.6	8	2.3
65	2-1/2	75.4	90	178	22.3	29	4 x 19.0	139.7	8	3.7
80	3	91.4	108	190	23.9	30	4 x 19.0	152.4	10	4.2
100	4	116.8	135	229	23.9	33	8 x 19.0	190.5	11	5.9
125	5	144.5	164	254	23.9	37	8 x 22.2	215.9	11	7.0
150	6	171.4	192	279	25.4	40	8 x 22.2	241.3	13	8.5
200	8	222.2	246	343	28.5	44	8 x 22.2	298.4	13	13.5
250	10	277.4	305	406	30.2	49	12 x 25.4	362.0	13	19.5
300	12	328.2	365	483	31.8	56	12 x 25.4	431.8	13	29.0
350	14	360.2	400	533	35.0	79	12 x 28.5	476.2	13	45.0
400	16	411.2	457	597	36.6	87	16 x 28.5	539.8	13	58.0
450	18	462.3	505	635	39.7	97	16 x 31.8	577.8	13	66.0
500	20	514.4	559	698	42.9	103	20 x 31.8	635.0	13	84.0
600	24	616.0	664	813	47.7	111	20 x 35.0	749.3	13	118.0



ISO PN 20 - Série 150 lbs - ASME B 16.5
Acier carbone
Variantes : inox 304 L, 316 L, ...

ISO PN 20 - Class 150 lbs - ASME B 16.5
Carbon steel construction
Alternates : AISI 304 L, 316 L

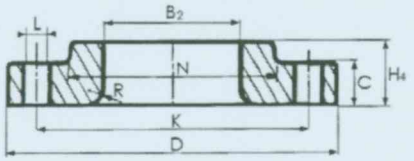


BRIDE TOURNANTE ISO PN 50 - *LJ FLANGE CLASS 300 #* — 10300 LJ

DN		Alésage B_2	Collerette Ø N	Ø ext. D	Ep. C	H_4	Perçage n x L	Perçage Ø K	R	Poids (kg)
15	1/2	22.9	38	95	14.2	22	4 x 15.8	66.7	3	1.2
20	3/4	28.2	48	117	15.7	25	4 x 19.0	82.6	3	1.3
25	1	35.0	54	124	17.5	27	4 x 19.0	88.9	3	1.4
32	1-1/4	43.7	63	133	19.0	27	4 x 19.0	98.4	5	1.8
40	1-1/2	50.0	70	156	20.6	30	4 x 22.2	114.3	6	2.5
50	2	62.5	84	165	22.4	33	8 x 19.0	127.0	8	3.0
65	2-1/2	75.4	100	190	25.4	38	8 x 22.2	149.2	8	4.5
80	3	91.4	117	210	28.4	43	8 x 22.2	168.3	10	6.0
100	4	116.8	146	254	31.8	48	8 x 22.2	200.0	11	10.1
125	5	144.5	178	279	35.0	51	8 x 22.2	235.0	11	12.5
150	6	171.4	206	318	36.6	52	12 x 22.2	269.9	13	17.5
200	8	222.2	260	381	41.1	62	12 x 25.4	330.2	13	26.0
250	10	277.4	320	444	47.8	95	16 x 28.5	387.4	13	41.0
300	12	328.2	375	521	50.8	102	16 x 31.8	450.8	13	63.0
350	14	360.2	425	584	53.8	111	20 x 31.8	514.4	13	86.0
400	16	411.2	483	648	57.2	121	20 x 35.0	571.5	13	109.0
450	18	462.3	533	711	60.5	130	24 x 35.0	628.6	13	138.0
500	20	514.4	587	775	63.5	140	24 x 35.0	685.8	13	170.0
600	24	616.0	701	914	69.9	152	24 x 41.1	812.8	13	241.0

ISO PN 50 - Série 300 lbs - ASME B 16.5
Acier carbone
Variantes : inox 304 L, 316 L, ...

ISO PN 50 - Class 300 lbs - ASME B 16.5
Carbon steel construction
Alternates : AISI 304 L , 316 L

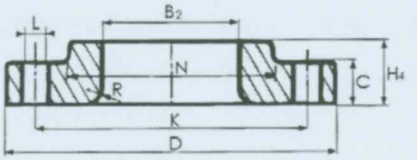


BRIDE TOURNANTE ISO PN 100 - *LJ FLANGE CLASS 600 #* — 10600 LJ

DN		Alésage B_2	Collerette Ø N	Ø ext. D	Ep. C	H_4	Perçage n x L	Perçage Ø K	R	Poids (kg)
15	1/2	22.9	38	95	14.2	22	4 x 15.8	66.7	3	1.3
20	3/4	29.2	48	117	15.7	25	4 x 19.0	82.6	3	1.4
25	1	35.0	54	124	17.5	27	4 x 19.0	88.9	3	1.8
32	1-1/4	43.7	64	133	20.6	29	4 x 19.0	98.4	5	2.1
40	1-1/2	50.0	70	156	22.4	32	4 x 22.2	114.3	6	3.1
50	2	62.5	84	165	25.4	37	8 x 19.0	127.0	8	4.0
65	2-1/2	75.4	100	190	28.4	41	8 x 22.2	149.2	8	5.4
80	3	91.4	118	210	31.8	46	8 x 22.2	168.3	10	7.0
100	4	116.8	152	273	38.1	54	8 x 25.4	215.9	11	16.0
125	5	144.5	189	330	44.5	60	8 x 28.5	266.7	11	25.0
150	6	171.4	222	356	47.8	67	12 x 28.5	292.1	13	30.0
200	8	222.2	273	419	55.6	76	12 x 31.8	349.2	13	43.0
250	10	277.4	343	508	63.5	111	16 x 35.0	431.8	13	89.0
300	12	328.2	400	559	66.5	117	20 x 35.0	489.0	13	109.0
350	14	360.2	432	603	69.9	127	20 x 38.1	527.0	13	132.0
400	16	411.2	495	686	76.2	140	20 x 41.1	603.2	13	182.0
450	18	462.3	546	743	82.6	152	20 x 44.5	654.0	13	213.0
500	20	514.4	610	813	88.9	165	24 x 44.5	723.9	13	274.0
600	24	616.0	718	940	101.6	184	24 x 50.8	838.2	13	393.0

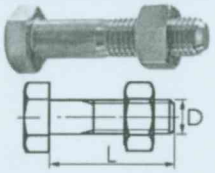
ISO PN 100 - Série 600 lbs - ASME B 16.5
Acier carbone
Variantes : inox 304 L, 316 L, ...

ISO PN 100 - Class 600 lbs - ASME B 16.5
Carbon steel construction
Alternates : AISI 304 L, 316 L



BOULONNERIE ACIER – INOX

BOULON ACIER ZINGUE TETE HEX. CLASSE 8.8 - *HEX. HEAD GALVANIZED STEEL BOLT CLASS 8.8* — 17000 G



Boulon en acier zingué TH - Classe 8.8

Boulon composé d'une vis et d'un écrou
Réf. : **[17000 G]** = **[17010 G]** + **[17020 G]**

Dimensions recommandées pour les équipements :
cf. chapitre 1 (Généralités), page C-III.

Galvanized steel bolt TH - Class 8.8

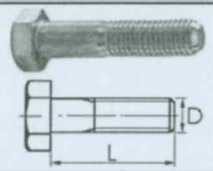
Bolt composed of a screw and a nut
Ref. : [17000 G] = [17010 G] + [17020 G]

Recommended dimensions for equipment :
refer to chapter 1 (General information), page C-III.

Dimensions métriques - *Metric dimensions* **D** (mm) x **L** (mm)

12 x 40	12 x 45	12 x 50	12 x 60	**16** x 35	16 x 40	16 x 45	16 x 50	16 x 55	16 x 60	16 x 70	16 x 80
16 x 90	16 x 100	16 x 110	16 x 120	16 x 130	16 x 140	**20** x 50	20 x 55	20 x 60	20 x 70	20 x 80	20 x 90
20 x 100	20 x 110	20 x 120	20 x 130	20 x 140	20 x 150	20 x 160	20 x 80	**24** x 90	24 x 100	24 x 150	**27** x 100
27 x 110	27 x 120	**30** x 110	30 x 130	**33** x 120	33 x 130	33 x 140	**35** x 140	35 x 150	**36** x 150	**39** x 150	**45** x 180

VIS ACIER ZINGUE TETE HEXAGONALE - *HEX. HEAD GALVANIZED STEEL SCREW* — 17010 G



Vis à tête hexagonale TH - Classe 8.8
(DIN 931 ou DIN 933)

Matière : acier zingué

Autres matières & dimensions sur demande

Hex. head screw - Class 8.8
(DIN 931 or DIN 933)

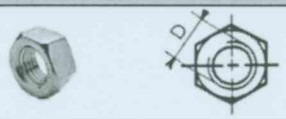
Material : galvanized steel

Other material & dimensions on request

Dimensions métriques - *Metric dimensions* **D** (mm) x **L** (mm)

12 x 40	12 x 45	12 x 50	12 x 60	**16** x 30	16 x 35	16 x 40	16 x 45	16 x 50	16 x 60	16 x 70	16 x 80
16 x 100	**20** x 45	20 x 50	20 x 55	20 x 60	20 x 70	20 x 80	20 x 90	20 x 100	**24** x 90	24 x 100	**27** x 100
27 x 110	27 x 120	**30** x 110	30 x 130	**33** x 120	33 x 130	33 x 140	**35** x 140	35 x 150	**36** x 150	**39** x 150	**45** x 180

ECROU ACIER ZINGUE HEXAGONAL (USUEL) - *HEX. GALVANIZED STEEL FULL NUT* — 17020 G



Ecrou hexagonal HU (DIN 934)
Matière : acier galvanisé
Autres matières & dimensions sur demande

Hex. full nut (DIN 934)
Material : galvanized steel
Other materials & dimensions on request

D (mm)	12	16	20	24	27	30	33	35	37	39	45

TIGE FILETEE ACIER GALVANISE - *GALVANIZED STEEL THREADED ROD* — 17100 G



Tige filetée (DIN 975)
Longueur standard : 1 m
Autres matières & dimensions sur demande

Threaded rod (DIN 975)
Standard length : 1 m
Other materials & dimensions on request

D (mm)	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27

VIS INOX TETE HEXAGONALE - *HEX. HEAD STAINLESS STEEL SCREW* — 17010 I



Vis à tête hexagonale TH - Classe 8.8
Entièrement filetée (DIN 933)
Matière : nuance A2 (inox 304) en standard
nuance A4 (inox 316) sur demande

Hex. head screw - Class 8.8
Fully threaded (DIN 933)
Material : A2 (AISI 304) as standard
A4 (AISI 316) on request

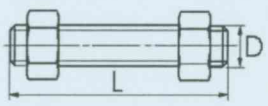
ECROU INOX HEXAGONAL (USUEL) - *HEX. STAINLESS STEEL FULL NUT* — 17020 I



Ecrou hexagonal HU (DIN 934)
Matière : nuance A2 (inox 304) en standard
nuance A4 (inox 316) sur demande

Hex. galvanized steel full nut (DIN 934)
Material : A2 (AISI 304) as standard
A4 (AISI 316) on request

TIGE FILETEE A193 B7 AVEC ECROUS - *STUD BOLT WITH HEX. NUTS* — 17030



Bout fileté [pas ISO] assemblé avec 2 écrous
Matière : tige A193 B7 + écrous A194 2H
Autres dimensions, matériaux et filetages (UNC, ...) sur demande
Réf. **17031** : bout fileté sans écrou

Stud bolt [ISO thread] with 2 heavy hex. nuts
Material : stud bolt A193 B7 + nuts A194 2H
Other dimensions, materials and threading (UNC,...) on request
Ref. 17031 : stud bolt w/o nuts

Dimensions métriques - *Metric dimensions* **D** (mm) x **L** (mm)

12 x 60	12 x 65	12 x 70	12 x 75	12 x 80	12 x 85	12 x 90	12 x 95	12 x 100	**14** x 60	14 x 65	14 x 70
14 x 75	14 x 80	14 x 85	14 x 90	14 x 100	**16** x 70	16 x 75	16 x 80	16 x 85	16 x 90	16 x 95	16 x 100
16 x 105	16 x 110	16 x 115	16 x 120	16 x 125	16 x 130	16 x 140	16 x 150	16 x 160	16 x 170	**20** x 90	20 x 95
20 x 100	20 x 115	20 x 120	20 x 125	20 x 130	20 x 140	20 x 150	20 x 160	20 x 170	20 x 180	20 x 190	20 x 200
22 x 120	22 x 130	22 x 140	22 x 150	22 x 150	22 x 160	22 x 170	22 x 180	**24** x 120	24 x 130	24 x 140	22 x 150
24 x 160	24 x 170	24 x 180	24 x 190	24 x 200	24 x 210	**27** x 140	27 x 150	27 x 160	27 x 170	27 x 180	27 x 190
27 x 200	27 x 210	27 x 220	27 x 230	27 x 240	**30** x 160	30 x 170	30 x 180	30 x 190	30 x 200	30 x 210	30 x 220
30 x 230	30 x 240	**33** x 180	33 x 190	33 x 200	33 x 210	33 x 220	33 x 230	33 x 240	33 x 250		

DÉTERMINATION DU SERRAGE AU COUPLE

Guide de serrage contrôlé

Couple de serrage et force de précharge

- **Seule une précharge correcte procure un assemblage fiable :**
  - précharge trop faible : risque de desserrage
  - précharge trop forte : risque de déformation des pièces à assembler, ou de rupture de la vis.
- La précharge est fonction du couple de serrage appliqué sur la vis et du coefficient de frottement.

Qu'est-ce que la précharge ? (Fo)

C'est la force en Newton qui met les pièces en pression lors du serrage de la vis.

Qu'est-ce qu'un couple de serrage ? (Cs)

Le couple "-est une force-" appliquée au bout d'un bras de levier-;

Tableau des couples de serrage :

Les couples de serrage sont calculés à 85 % de la limite élastique (documentation E 25-030).

1. Quel coefficient de frottement ?

Choisir le tableau de valeurs en fonction de votre vis (0.10, 0.15, ou 0.20).
Exemple : μ = 0.10

2. Quelle "-classe de qualité-" de vis ?

Les caractéristiques des vis dépendent de leur classe de qualité (les vis 12.9 étant "-les plus performantes-").

Choisir la colonne correspondant à la classe de votre vis.
Exemple : vis d 10, qualité de vis (8.8)

3. Couples de serrage (Cs).

Ils sont indiqués, pour chaque type de vis, en Newton x mètre (N.m). Dans l'exemple, on appliquera un couple de serrage de 36 N.m sur la vis.

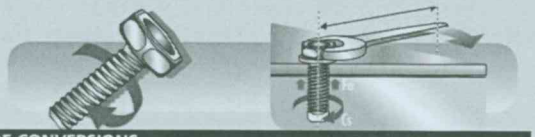


TABLE DE CONVERSIONS

L'unité internationale est le N.m (Newton x mètre).

1. Convertir des N.m

- Newton-mètre en Kilogramme-force mètre : 1 N.m = 0,102 kgf.m
- Newton-mètre en Pound-force foot : 1 N.m = 0,738 lbf.ft
- Newton-mètre en Pound-force inch : 1 N.m = 8,851 lbf.in
- Newton-mètre en Ounce-force inch : 1 N.m = 141.61 ozf.in

2. Convertir des kgf.m

- Kilogramme-force mètre en Newton-mètre : 1 kgf.m = 9.81 N.m
- Kilogramme-force mètre en Pound-force foot : 1 kgf.m = 7.23 lbf.ft
- Kilogramme-force mètre en Pound-force inch : 1 kgf.m = 86,8 lbf.in

3. Convertir des lbf.ft

- Pound-force foot en Newton-mètre : 1 lbf.ft = 1.35 N.m
- Pound-force foot en Kilogramme-force mètre : 1 lbf.ft = 0.138 kgf.m
- Pound-force foot en Pound-force inch : 1 lbf.ft = 12 lbf.in

4. Convertir des lbf.in

- Pound-force inch en Newton-mètre : 1 lbf.in = 0.1129 N.m
- Pound-force inch en Kilogramme-force mètre : 1 lbf.in = 0,0115 kgf.m
- Pound-force inch en Pound-force foot : 1 lbf.in = 0,083 lbf.ft
- Pound-force inch en Ounce-force inch : 1 lbf.in = 16 ozf.in

μ = 0.10 *tableau de serrage pour visserie phosphatée ou zinguée, lubrification adaptée de bonne qualité (μ = coefficient de frottement moyen)*

ISO 272			Classes de qualité boulonnerie acier ISO 898-1													
			5.6		5.8		6.8		8.8*		9.8**		10.9		12.9	
d mm	ISO mm	mm	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo
1,6**	0,35	3,2	0,060	260	0,084	364	0,096	416	0,128	555	0,144	624	0,189	815	0,221	954
2**	0,40	4	0,126	432	0,177	604	0,202	690	0,270	921	0,303	1 036	0,396	1 352	0,463	1 582
2,5**	0,45	5	0,261	718	0,365	1 006	0,417	1 150	0,556	1 533	0,626	1 724	0,82	2 251	0,96	2 634
3	0,50	5,5	0,44	1 077	0,62	1 508	0,71	1 724	0,95	2 298	1,09	2 586	1,40	3 376	1,64	3 951
4	0,70	7	1,03	1 868	1,44	2 615	1,65	2 988	2,20	3 985	2,49	4 484	3,23	5 853	3,78	6 849
5	0,80	8	2,03	3 053	2,85	4 275	3,25	4 885	4,34	6 514	4,92	7 335	6,3	9 568	7,4	11 196
6	1	10	3,53	4 310	4,95	6 034	5,6	6 896	7,5	9 195	8,53	10 336	11	13 506	12,9	15 805
8	1,25	13	8,5	7 904	11,9	11 066	13,6	12 647	18,2	16 863	20,63	18 968	26	24 768	31	28 984
10	1,50	16	16,8	12 580	23	17 612	27	20 128	36	26 838	41	30 197	52	39 418	61	46 128
12	1,75	18	29	18 337	40	25 672	46	29 339	62	39 119	70	44 022	91	57 457	106	67 236
14	2	21	46	25 175	65	35 245	74	40 280	99	53 707	111	60 251	145	78 882	170	92 309
16	2	24	71	34 597	100	48 436	115	55 356	153	73 808	173	83 165	225	108 406	263	126 858
18	2,5	27	99	42 094	139	58 932	159	67 351	220	92 440			313	131 897	366	154 348
20	2,5	30	140	54 059	196	75 682	225	86 494	311	119 003			440	169 385	515	198 216
22	2,5	34	192	67 511	269	94 515	307	108 017	424	148 374			602	211 534	704	247 540
24	3	36	241	77 845	338	108 983	387	124 552	534	171 437			758	243 914	887	285 432
27	3	41	355	102 393	498	143 350	569	163 829	784	225 110			1 114	320 832	1 304	375 442
30	3,5	46	483	124 491	677	174 287	773	199 185	1 067	274 030			1 515	390 072	1 773	456 467
33	3,5	50	653	155 083	915	217 116	1 046	248 132	1 442	341 347			2 048	485 926	2 397	568 637
36	4	55	841	182 032	1 177	254 845	1 346	291 252	1 855	400 571			2 636	570 369	3 085	667 453
39	4	60	1 088	218 667	1 523	306 135	1 741	349 868	2 399	481 158			3 410	685 159	3 990	801 782
42**	4,5	65	1 348	250 311	1 887	350 435	2 156	400 497	2 965	550 683			4 223	784 306	4 941	917 805
45**	4,5	70	1 681	292 970	2 353	410 158	2 690	468 752	3 698	644 534			5 267	917 973	6 164	1 074 223
48**	5	75	2 032	329 254	2 845	460 956	3 251	526 807	4 470	724 359			6 367	1 031 663	7 450	1 207 265
52**	5	80	2 608	395 006	3 651	553 008	4 172	632 009	5 737	869 013			8 171	1 237 685	9 562	1 448 354
56**	5,5	85	3 255	456 159	4 557	638 622	5 208	729 854	7 161	1 003 549			10 199	1 429 298	11 935	1 672 582
60**	5,5	90	4 032	532 893	5 645	746 050	6 451	852 629	8 871	1 172 365			12 634	1 669 732	14 785	1 953 941
64**	6	95	4 856	602 793	6 798	843 911	7 769	964 470	10 683	1 326 148			15 215	1 888 753	17 805	2 210 243

**Classe 8-8a jusqu'a d=16mm, 8-8b à partir de d=118 mm*

Guide de serrage contrôlé (suite)

μ = 0.15 *tableau de serrage pour visserie noire ou zinguée, lubrification sommaire (état de livraison) (μ=coefficient de frottement MOYEN)*

ISO 272			Classe de qualité boulonnerie acier ISO898-1													
			5,6		5,8		6,8		8,8*		9,8**		10,9		12,9	
d mm	ISO mm	mm	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo
1,6**	0,35	3,2	0,075	234	0,105	327	0,120	374	0,160	499	0,180	561	0,235	732	0,275	857
2**	0,40	4	0,159	388	0,222	544	0,254	621	0,339	829	0,381	932	0,498	1 217	0,582	1 424
2,5**	0,45	5	0,330	648	0,463	907	0,529	1 036	0,705	1 382	0,793	1 555	1,04	2 030	1,21	2 375
3	0,50	5,5	0,57	972	0,80	1 362	0,91	1 556	1,21	2 075	1,38	2 335	1,79	3 048	2,09	3 567
4	0,70	7	1,30	1 685	1,83	2 359	2,09	2 696	2,78	3 594	3,16	4 044	4,09	5 279	4,79	6 178
5	0,80	8	2,59	2 759	3,62	3 862	4,14	4 414	5,5	5 886	6,27	6 626	8,1	8 645	9,5	10 116
6	1	10	4,49	3 891	6,2	5 448	7,1	6 226	9,5	8 302	10,84	9 334	14,0	12 194	16,4	14 269
8	1,25	13	10,9	7 145	15,2	10 003	17,4	11 432	23	15 242	26,34	17 146	34	22 388	40	26 198
10	1,50	16	21	11 379	30	15 930	34	18 206	46	24 275	52	27 313	67	35 655	79	41 724
12	1,75	18	37	16 594	52	23 231	59	26 550	79	35 401	90	39 835	116	51 995	136	60 845
14	2	21	59	22 789	83	31 905	95	36 463	127	48 618	143	54 570	187	71408	219	83 563
16	2	24	93	31 385	130	43 939	148	50 216	198	66 955	224	75 422	291	98 340	341	115 079
18	2,5	27	128	38 123	179	53 373	205	60 998	283	83 746			402	119 454	471	139 787
20	2,5	30	182	49 039	254	68 655	291	78 463	402	107 941			570	153 657	667	179 811
22	2,5	34	250	61 326	350	85 857	400	98 123	552	134 806			783	192 157	917	224 865
24	3	36	313	70 616	438	98 863	500	112 986	691	155 489			981	221 266	1 148	258 928
27	3	41	463	93 042	649	130 259	741	148 868	1 022	204 577			1 452	291 534	1 700	341 157
30	3,5	46	628	113 045	880	158 263	1 005	180 872	1 387	248 811			1 969	354 209	2 305	414 500
33	3,5	50	854	141 009	1 195	197 412	1 366	225 614	1 884	310 343			2 676	441 828	3 132	517 033
36	4	55	1 096	165 409	1 534	231 573	1 754	264 655	2 418	363 974			3 435	518 282	4 020	606 501
39	4	60	1 424	198 910	1 994	278 474	2 279	318 257	3 139	437 669			4 463	623 253	5 223	729 339
42**	4,5	65	1 760	227 588	2 464	318 624	2 816	364 141	3 872	500 694			5 515	713 110	6 453	834 491
45**	4,5	70	2 203	266 613	3 085	373 258	3 525	426 580	4 847	586 548			6 903	835 386	8 079	977 579
48**	5	75	2 659	299 530	3 722	419 342	4 254	479 248	5 849	658 966			8 330	938 528	9 748	1 098 277
52**	5	80	3 425	359 684	4 795	503 558	5 480	575 495	7 335	791 306			10 731	1 127 011	12 558	1 318 843
56**	5,5	85	4 270	415 172	5 978	581 240	6 832	664 275	9 394	913 378			13 379	1 300 871	15 656	1 522 296
60**	5,5	90	5 306	485 416	7 428	679 583	8 490	776 666	11 673	1 067 916			16 625	1 520 971	19 455	1 779 860
64**	6	95	6 382	548 969	8 935	768 556	10 212	878 350	14 041	1 207 731			19 998	1 720 102	23 402	2 012 885

μ = 0.20 *tableau de serrage pour visserie revêtue ou non. Montage à sec (μ = coefficient de frottement moyen)*

ISO 272			Classe de qualité boulonnerie acier ISO898-1													
			5,6		5,8		6,8		8,8*		9,8**		10,9		12,9	
d mm	ISO mm	mm	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo	Cs	Fo
1,6**	0,35	3,2	0,086	210	0,120	294	0,137	335	0,183	447	0,206	503	0,269	657	0,315	769
2**	0,40	4	0,183	349	0,256	488	0,293	558	0,390	744	0,439	837	0,573	1 093	0,671	1 279
2,5**	0,45	5	0,383	582	0,536	815	0,612	931	0,816	1 242	0,918	1 397	1,20	1 824	1,40	2 134
3	0,50	5,5	0,66	874	0,92	1 224	1,06	1 399	1,41	1 866	1,60	2 099	2,07	2 740	2,43	3 207
4	0,70	7	1,51	1 514	2,11	2 120	2,42	2 422	3,22	3 230	3,66	3 635	4,74	4 744	5,5	5 552
5	0,80	8	3,00	2 481	4,20	3 473	4,81	3 970	6,4	5 293	7,27	5 958	9,4	7 774	11,0	9 098
6	1	10	5,2	3 498	7,2	4 893	8,3	5 598	11,1	7 464	12,57	8 392	16,3	10 962	19,1	12 828
8	1,25	13	12,6	6 426	17,7	8 997	20	10 283	27	13 710	30,62	15 423	39	20 137	46	23 565
10	1,50	16	25	10 238	35	14 334	40	16 382	53	21 843	61	24 575	78	32 082	92	37 542
12	1,75	18	43	14 934	60	20 908	69	23 895	92	31 860	105	35 849	136	46 795	159	54 760
14	2	21	69	20 514	97	28 719	111	32 822	148	43 763	167	49 142	218	64 277	255	75 218
16	2	24	108	28 280	152	39 592	174	45 248	232	60 331	262	67 944	341	88 611	399	103 694
18	2,5	27	149	34 324	209	48 054	239	54 919	330	75 421			469	107 549	549	125 856
20	2,5	30	213	44 188	298	61 863	341	70 700	471	97 253			667	138 456	781	162 023
22	2,5	34	293	55 298	411	77 418	470	88 478	648	121 574			920	173 269	1 077	202 762
24	3	36	366	63 630	513	89 083	586	101 809	809	140 084			1 148	199 376	1 343	233 313
27	3	41	544	83 910	762	117 474	871	134 257	1 201	184 517			1 706	262 920	1 997	307 672
30	3,5	46	737	101 914	1 032	142 679	1 180	163 062	1 628	224 292			2 311	319 331	2 704	373 685
33	3,5	50	1 004	127 210	1 406	178 094	1 607	203 536	2 216	279 953			3 148	398 593	3 684	466 438
36	4	55	1 288	149 174	1 803	208 844	2 060	238 679	2 840	328 236			4 036	467 413	4 723	546 973
39	4	60	1 677	179 487	2 348	251 282	2 683	287 179	3 697	394 919			5 255	562 393	6 150	658 119
42**	4,5	65	2 070	205 323	2 898	287 452	3 312	328 516	4 554	451 710			6 486	643 344	7 590	752 849
45**	4,5	70	2 596	240 641	3 635	336 897	4 154	385 025	5 712	529 410			8 136	754 008	9 520	882 350
48**	5	75	3 130	270 321	4 383	378 449	5 009	432 514	6 887	594 706			9 809	847 006	11 478	991 177
52**	5	80	4 041	324 763	5 657	454 668	6 465	519 620	8 889	714 478			12 661	1 017 590	14 816	1 190 797
56**	5,5	85	5 034	374 739	7 048	524 635	8 054	599 582	11 075	824 426			15 773	1 174 182	18 458	1 374 043
60**	5,5	90	6 266	438 337	8 772	613 672	10 026	701 340	13 785	964 342			19 634	1 373 457	22 976	1 607 237
64**	6	95	7 533	495 676	10 546	693 947	12 052	793 082	16 572	1 090 488			23 603	1 553 119	27 620	1 817 480

**Classe 8-8a jusqu'a d=16 mm, 8-8b à partir de d=118 mm*

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.