



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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# 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.*

| DOSSIER RESSOURCES                                                                 |                           | SESSION 2019           |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------|
| Baccalauréat Professionnel TECHNIQUES D'INTERVENTIONS SUR INSTALLATIONS NUCLÉAIRES |                           |                        |                  |
| Épreuve E2 : Préparer un chantier en environnement nucléaire                       |                           |                        |                  |
| Sous-épreuve E21 : <b>Pré-étude et mise en conformité du chantier</b>              |                           |                        |                  |
| Repère : 1906-TIN 21                                                               | Durée : <b>1 heure 30</b> | Coefficient : <b>3</b> | Page <b>1/18</b> |

## 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 $\gamma$ ..... | 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

<sup>60</sup><sub>27</sub>Co

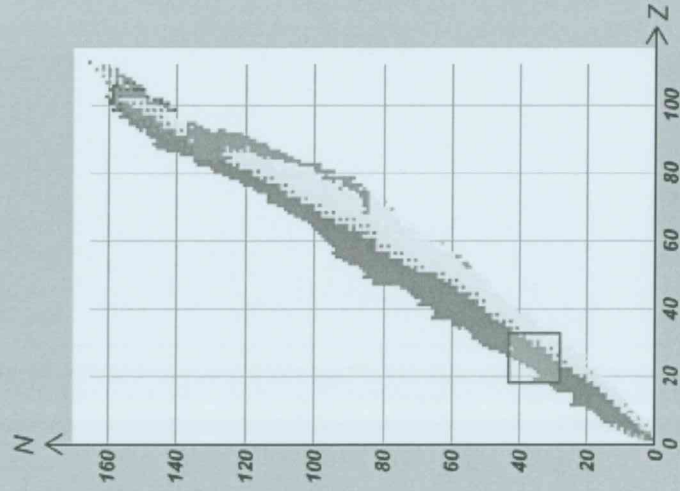
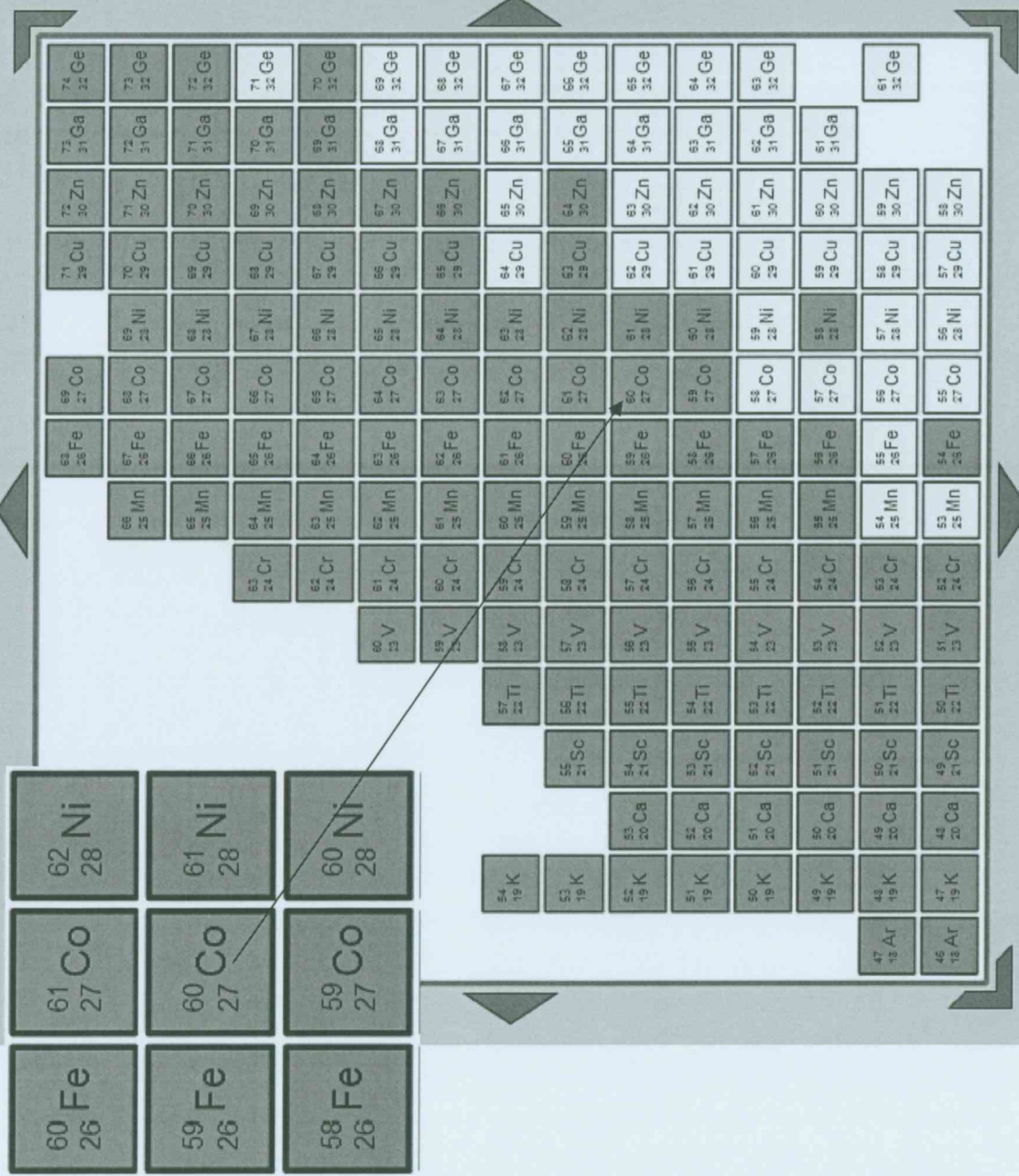
Masse du noyau : 59.919 u

Abondance : %

Demi-vie : 5.2714 ans

Décroissance(s) :

Beta- : =100 %



BCP Techniques d'interventions sur  
installations nucléaires

Repère : 1906-TIN 21

E21 – Pré-étude et mise en conformité du chantier

DOSSIER RESSOURCES

Page : 3/18

# 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 ( $< 100 \text{ Bq/g}$ )
- **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  $1 \text{ MBq/g}$  à  $1 \text{ GBq/g}$ )
- **de haute activité (HA)**, si ce niveau est supérieur à un milliards de becquerels par gramme ( $>1 \text{ GBq/g}$ , niveau pour lesquels la puissance spécifique est de l'ordre du watt par kilogramme, d'où la désignation de déchets « chauds »).

|                |                            | Déchets dits à vie très courte contenant des radioéléments de période $< 100$ jours                                                                     | Déchets dits à vie courte dont la radioactivité provient principalement des radioéléments de période $\leq 31$ ans                                | Déchets dits à vie longue contenant majoritairement des radioéléments de période $> 31$ ans |
|----------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Centaines Bq/g | Très faible activité (TFA) | Gestion par décroissance radioactive sur le site de production<br><br>puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels | Recyclage ou stockage dédié en surface<br>(installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube) |                                                                                             |
| Millions Bq/g  | Faible activité (FA)       |                                                                                                                                                         | Stockage de surface<br>(centre de stockage des déchets de l'Aube)                                                                                 | Stockage à faible profondeur<br>(à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)         |
|                | Moyenne activité (MA)      |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                   |                                                                                             |
| Milliards Bq/g | Haute activité (HA)        | Non applicable <sup>1</sup>                                                                                                                             | Stockage en couche géologique profonde<br>(en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)                                                     |                                                                                             |

<sup>1</sup>Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

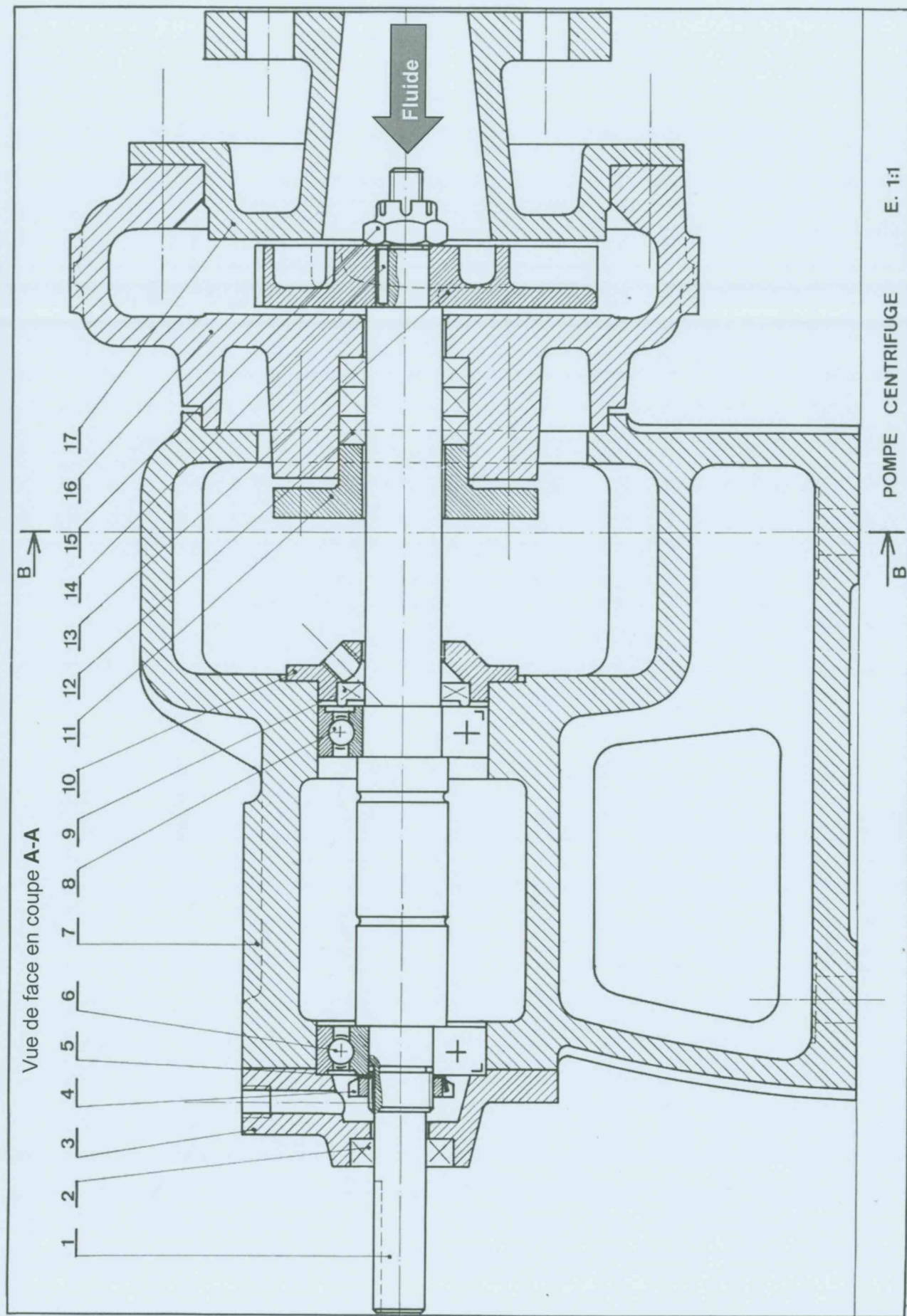
# CARACTÉRISTIQUES D'ATTÉNUATION POUR QUELQUES MATIÈRES POUVANT SERVIR D'ÉCRAN VIS-À-VIS DE FAISCEAUX ÉTROITS DE RAYONS X OU $\gamma$

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



BCP Techniques d'interventions sur  
installations nucléaires

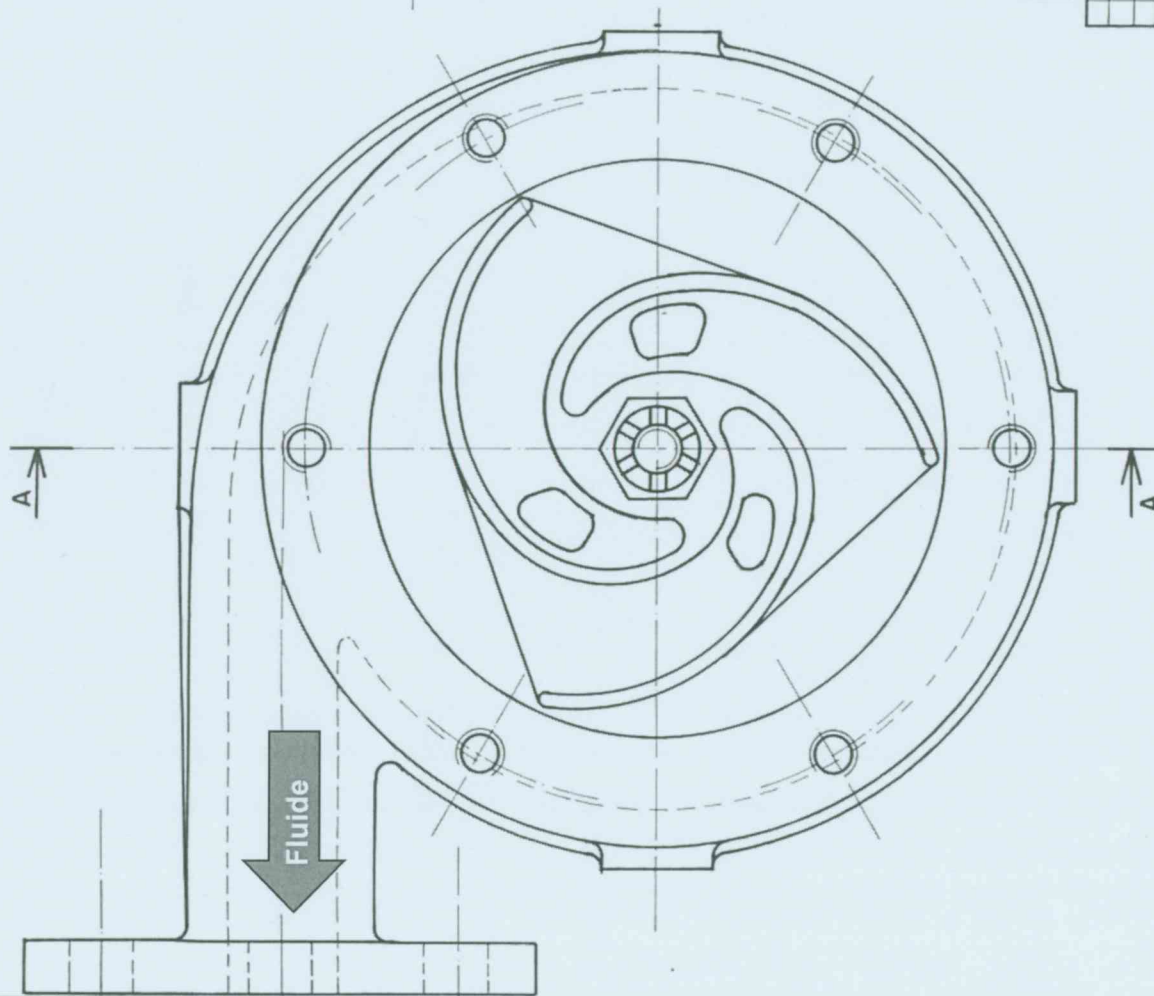
Repère : 1906-TIN 21

E21 - Pré-étude et mise en conformité du chantier

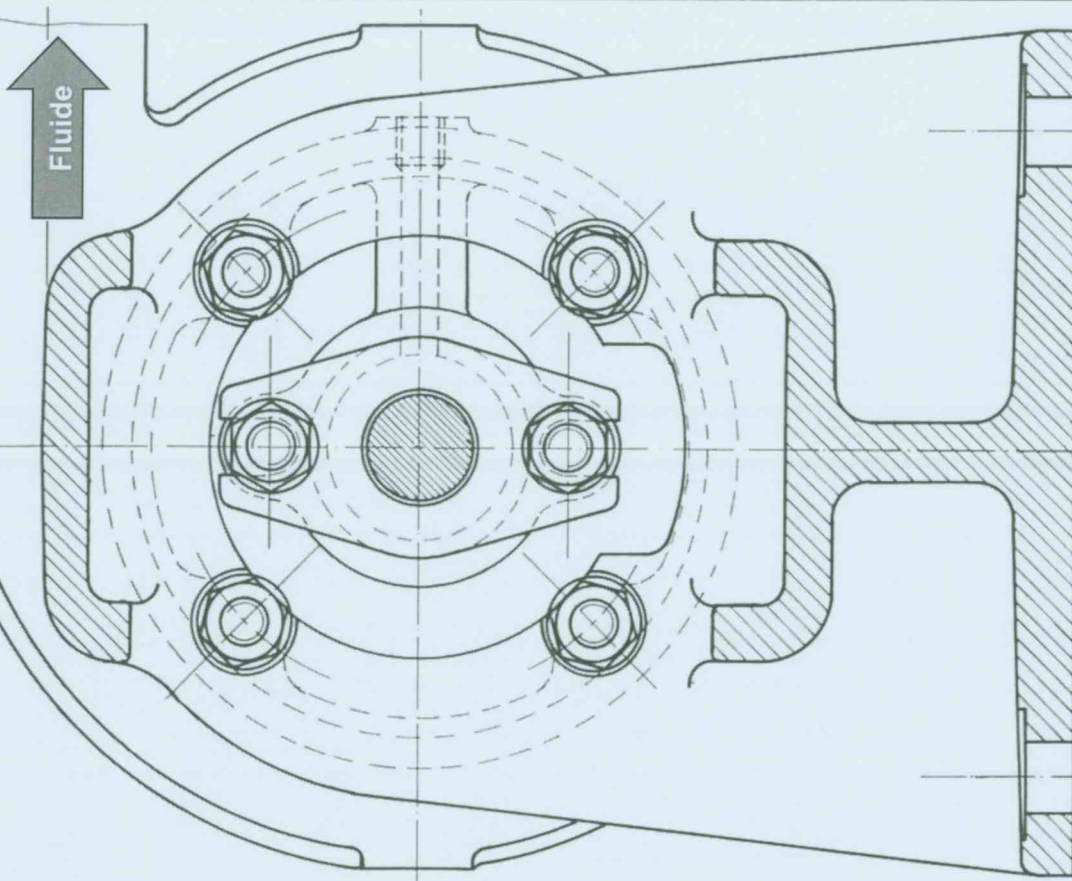
DOSSIER RESSOURCES

Page : 6/18

Vue de droite sans pièce 17



Vue de gauche en coupe B-B



E. 1:1

POMPE CENTRIFUGE

BCP Techniques d'interventions sur  
installations nucléaires

E21 – Pré-étude et mise en conformité du chantier

Repère : 1906-TIN 21

DOSSIER RESSOURCES

Page : 7/18

# 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/mm<sup>2</sup>.

#### 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-JM 1010 | EN-GJMW-350-4  |                                   |
| EN-JM 1030 | EN-GJMW-400-5  | Malléabilité améliorée            |
| EN-JM 1040 | EN-GJMW-450-7  | (pièces complexes).               |
| EN-JM 1050 | EN-GJMW-550-4  | Bonne résilience.                 |
| EN-JM 1110 | EN-GJMB-300-6  | Bonne usinabilité.                |
| EN-JM 1130 | EN-GJMB-350-10 | Bon amortissement des vibrations. |
| EN-JM 1140 | EN-GJMB-450-6  |                                   |
| EN-JM 1150 | EN-GJMB-500-5  |                                   |
| EN-JM 1160 | EN-GJMB-550-4  | Très bonnes caractéristiques      |
| EN-JM 1170 | EN-GJMB-600-3  | mécaniques.                       |
| EN-JM 1180 | EN-GJMB-650-2  | Bonne résistance à l'usure.       |
| EN-JM 1190 | EN-GJMB-700-2  |                                   |

#### Fontes à graphite sphéroïdal

| Numérique  | Symbolique    | Emplois                                |
|------------|---------------|----------------------------------------|
| EN-JS 1010 | EN-GJS-350-22 |                                        |
| EN-JS 1020 | EN-GJS-400-18 |                                        |
| EN-JS 1030 | EN-GJS-400-15 | Bonne résilience.                      |
| EN-JS 1040 | EN-GJS-450-10 | Très bonne usinabilité                 |
| EN-JS 1050 | EN-GJS-500-7  | (vannes, vérins...).                   |
| EN-JS 1060 | EN-GJS-600-3  |                                        |
| EN-JS 1070 | EN-GJS-700-2  | Très bonnes caractéristiques           |
| EN-JS 1080 | EN-GJS-800-2  | mécaniques. Bonne résistance           |
| EN-JS 1090 | 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  $\geq 1$  %.

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 carbone ;
- 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.

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

#### Aciers non alliés

| Nuance | R min.*       | Re min.* | Emplois                                                                 |
|--------|---------------|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| C 22   | 410           | 255      | Constructions mécaniques.                                               |
| C 25   | 460           | 285      |                                                                         |
| C 30   | 510           | 315      |                                                                         |
| C 35   | 570           | 335      | Ces aciers conviennent<br>aux traitements thermiques<br>et au forgeage. |
| C 40   | 620           | 355      |                                                                         |
| C 45   | 660           | 375      |                                                                         |
| C 50   | 700           | 395      | NOTA :                                                                  |
| C 55   | 730           | 420      | Cette symbolisation ne s'applique<br>pas aux aciers de décolletage.     |
| C 60   | HRC $\geq$ 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               |
| Béryllium         | 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 $\geq 62$           |          |
| 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, Ti, V, Zr | 10    | B                 | 1 000 |

## 81.223 Aciers fortement alliés

Teneur d'au moins un élément d'alliage  $\geq 5\%$ .

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 $\geq 51$           |          |
| 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 dureté 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  
Sandvik 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  
Sandvik 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 (TiN) 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 [Al 99,5]**       | 65      | –        | Matériels électrodomestiques. Chaudronnage.                      |
| EN AW-1050 [Al 99,5]         | 100     | 75       | Matériels pour industries chimiques et alimentaires.             |
| 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.                                       |
| 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<sup>2</sup>.

|                                                             |                                                   |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| BCP Techniques d'interventions sur installations nucléaires | E21 – Pré-étude et mise en conformité du chantier |
| Repère : 1906-TIN 21                                        | DOSSIER RESSOURCES                                |
|                                                             | Page : 12/18                                      |

## 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 - $\theta = 520^\circ\text{C}$ - 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 %.

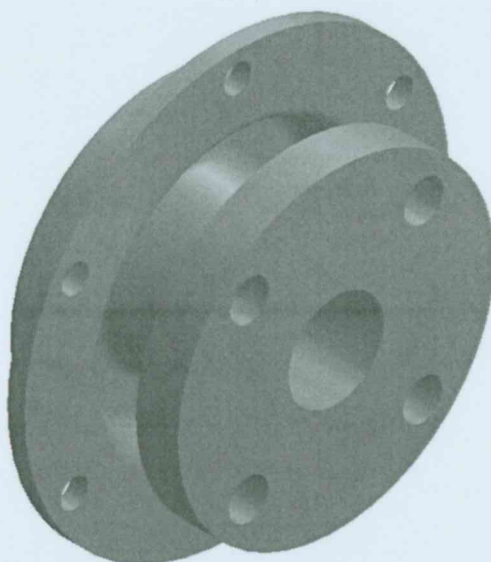
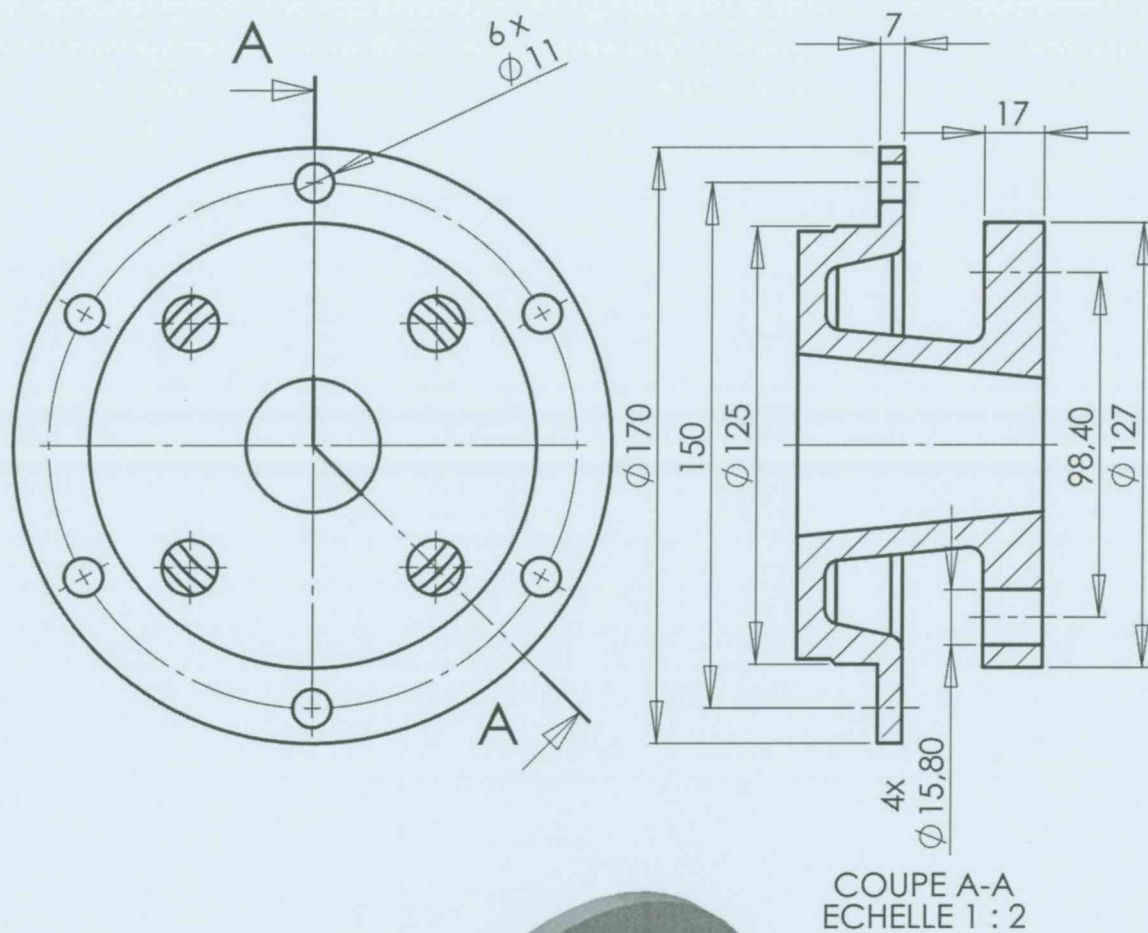
Exemple de désignation globale :

**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.                                                 |
| CW710R [Cu Zn 35 Ni 3 Mn 2 Al Pb]             | 540      | 240       | Mise en œuvre aisée. Prix modéré.                                                                               |
| CW612N [Cu Zn 39 Pb 2]                        | 400      | 200       | Alliage le plus utilisé pour la plupart des pièces décolletées. Très bonne usinabilité.                         |
| CW401J [Cu Ni 10 Zn 27] (maillachort)         | 380      | 170       | Matériels de microtechniques. Résistance à la corrosion. Soudabilité.                                           |
| CC333G [Cu Al 10 Fe 5 Ni 5] (cupro-aluminium) | 600      | 250       | Pièces devant résister à la corrosion (agents atmosphériques, eau de mer).                                      |
| CW307G [Cu Al 10 Ni 5 Fe 4]                   | 690      | 320       | Inoxydables à chaud. Pièces mécaniques diverses (compresseurs, pompes, etc.).                                   |
| 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



Tolérances générales  $\pm 0,1$   
Matière : EN-GJL-200

DIVERGENT D'ADMISSION

Ech. 1 : 2



# BRIDES TOURNANTES ACIER

BRIDE TOURNANTE ISO PN 20 - LJ FLANGE CLASS 150 #

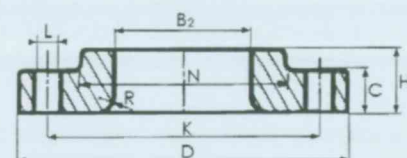
10150 LJ

| DN  |       | Alésage<br>B <sub>2</sub> | Collerette<br>Ø N | Ø ext.<br>D | Ep.<br>C | H <sub>4</sub> | Perçage   |       | R  | Poids<br>(kg) |
|-----|-------|---------------------------|-------------------|-------------|----------|----------------|-----------|-------|----|---------------|
|     |       |                           |                   |             |          |                | n x L     | Ø K   |    |               |
| 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, ...

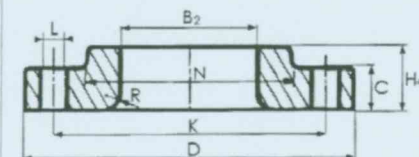
ISO PN 20 - Class 150 lbs - ASME B 16.5  
Carbon steel construction  
Alternates : AISI 304 L, 316 L



BRIDE TOURNANTE ISO PN 50 - LJ FLANGE CLASS 300 #

10300 LJ

| DN  |       | Alésage<br>B <sub>2</sub> | Collerette<br>Ø N | Ø ext.<br>D | Ep.<br>C | H <sub>4</sub> | Perçage   |       | R  | Poids<br>(kg) |
|-----|-------|---------------------------|-------------------|-------------|----------|----------------|-----------|-------|----|---------------|
|     |       |                           |                   |             |          |                | n x L     | Ø K   |    |               |
| 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         |



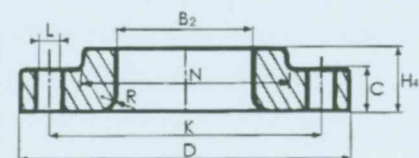
ISO PN 50 - Série 300 lbs - ASME B 16.5  
Acier carbone  
Variantes : inox 304 L, 316 L, ...

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<br>B <sub>2</sub> | Collerette<br>Ø N | Ø ext.<br>D | Ep.<br>C | H <sub>4</sub> | Perçage   |       | R  | Poids<br>(kg) |
|-----|-------|---------------------------|-------------------|-------------|----------|----------------|-----------|-------|----|---------------|
|     |       |                           |                   |             |          |                | n x L     | Ø K   |    |               |
| 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         |



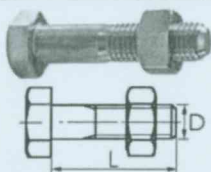
ISO PN 100 - Série 600 lbs - ASME B 16.5  
Acier carbone  
Variantes : inox 304 L, 316 L, ...

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

Galvanized steel bolt TH - Class 8.8

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

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

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

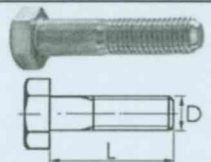
Recommended dimensions for equipment :  
refer to chapter 1 (General information), page C-III.

### 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)

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

**Matériau** : acier zingué

**Material** : galvanized steel

Autres matières & dimensions sur demande

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)

Hex. full nut (DIN 934)

**Matériau** : acier galvanisé

**Material** : galvanized steel

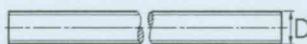
Autres matières & dimensions sur demande

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)

Threaded rod (DIN 975)

**Longueur standard** : 1 m

**Standard length** : 1 m

Autres matières & dimensions sur demande

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)

Hex. head screw - Class 8.8  
Fully threaded (DIN 933)

**Matériau** : nuance A2 (inox 304) en standard  
nuance A4 (inox 316) sur demande

**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)

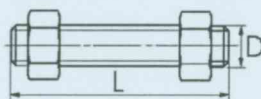
Hex. galvanized steel full nut (DIN 934)

**Matériau** : nuance A2 (inox 304) en standard  
nuance A4 (inox 316) sur demande

**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

Stud bolt [ISO thread] with 2 heavy hex. nuts

**Matériau** : tige A193 B7 + écrous A194 2H

**Material** : stud bolt A193 B7 + nuts A194 2H

Autres dimensions, matériaux et filetages  
(UNC, ...) sur demande

Other dimensions, materials and threading (UNC,...)  
on request

Réf. 17031 : bout fileté sans écrou

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 :  $\mu = 0.10$

#### 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

### 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

$\mu = 0.10$  tableau de serrage pour visserie phosphatée ou zinguée, lubrification adaptée de bonne qualité ( $\mu$  = 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        | 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 | 349 888 | 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 | 1 326 146 |       |        | 15 215 | 1 888 753 | 17 805 | 2 210 243 |    |    |

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



# Guide de serrage contrôlé (suite)



$\mu = 0.15$  tableau de serrage pour visserie noire ou zinguée, lubrification sommaire (état de livraison) ( $\mu$ =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    | 71 408    | 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 | 9 334  | 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 |

$\mu = 0.20$  tableau de serrage pour visserie revêtue ou non. Montage à sec ( $\mu$  = 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 | 0,066                                        | 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    |       |        | 489    | 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  | 282 920   | 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  | 454 868 | 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'à d=16 mm, 8-8b à partir de d=18 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.