



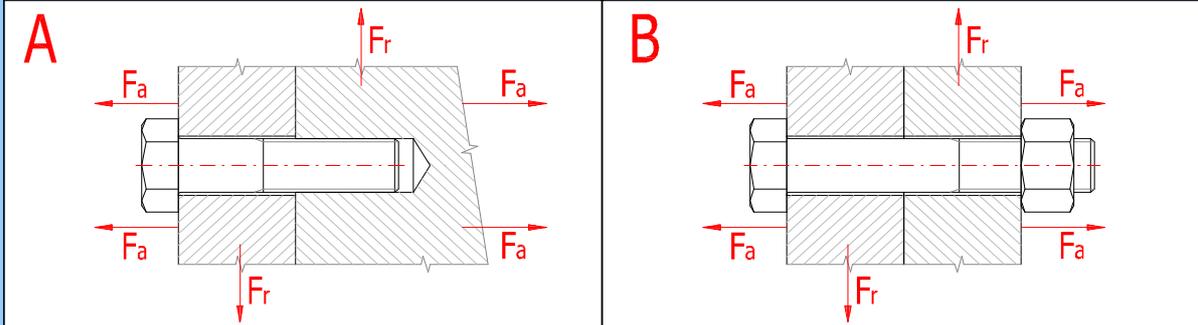
Assemblage par boulon précontraint

- i **Calcul sans erreurs.**
- ii **Information sur le projet**

? Section d'entrée

1.0 Charge de l'assemblage, paramètres de base du calcul

- 1.1 Unités de calcul Imperial (lbf, in, HP...)
- 1.2 **Conditions de charge, type d'assemblage**
- 1.3 Conception de l'assemblage par boulon B... Assemblage par boulon avec un écrou
- 1.4 Charge de l'assemblage par boulon Charge dans l'axe du boulon
- 1.5 Le cours de la charge Charge répétée

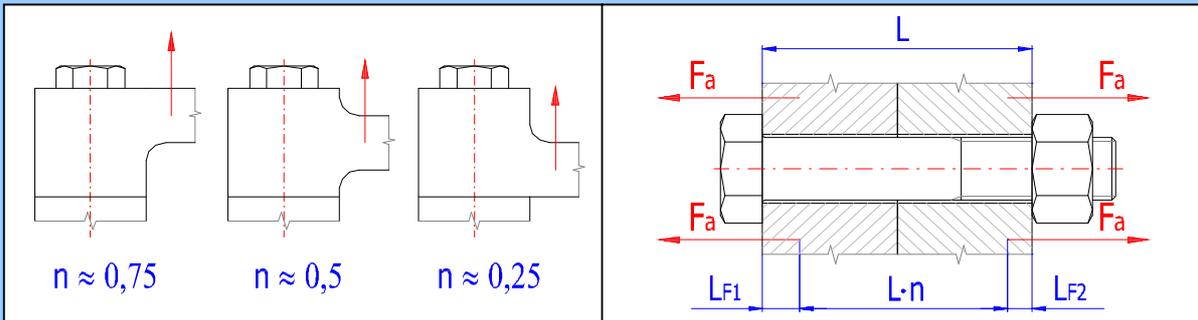


1.6 Charge de l'assemblage

- 1.7 Force axiale maximale F_{amax} 2000.00 [lb]
- 1.8 Force axiale minimale F_{amin} 0.00 [lb]
- 1.9 Force radiale maximale F_r 0.00 [lb]

2.0 Paramètres de fonctionnement et de montage de l'assemblage

- 2.1 Coefficient d'étanchéité désirée (précontrainte) de l'assemblage q_a 0.500
- 2.2 Sûreté désirée contre le décalage latéral q_r 1.000
- 2.3 Précontrainte résiduelle requise des pièces fixées de l'assemblage F_{2min} 1000.00 [lb]
- 2.4 Sûreté désirée du boulon à la limite élastique n_s 1.500
- 2.5 Coefficient de frottement dans les fils μ_t 0.150
- 2.6 Coefficient de frottements sous la tête (écrou) de vis μ_c 0.150
- 2.7 Coefficient de frottement entre les surfaces de contact μ_q 0.200
- 2.8 Charge de flexion additionnelle du boulon Non
- 2.9 Déviation de la perpendicularité de la surface de contact de la tête δ 0.100 [°]
- 2.10 Température de montage T_0 68.0 [° F]
- 2.11 Influence de la température de fonctionnement sur la précontrainte de l'assemblage Non
- 2.12 Température de fonctionnement du boulon T_b 300.0 [° F]
- 2.13 Température de fonctionnement des pièces T_m 300.0 [° F]
- 2.14 L'assemblage est chargé uniquement à la température de fonctionnement
- 2.15 Réduction de la précontrainte de montage à l'aide de la déformation permanente Oui
- 2.16 Déformation plastique permanente (arrangement) de l'assemblage ΔL 0.00070 [in]
- 2.17 **Facteur d'exécution de la force opérationnelle**
- 2.18 Coefficient d'application de la force opérationnelle n 0.500
- 2.19 Distance du point d'application de la force à partir de la tête L_{F1} 0.000 [in]
- 2.20 Distance du point d'application de la force à partir de l'écrou L_{F2} 0.000 [in]



2.21 Paramètres de l'assemblage exposé à une charge dynamique (fatigue)

2.22 Modification spéciale de l'assemblage

2.23 Conception du filetage

2.24 Durée de vie désirée de l'assemblage en cycles

2.25 Fiabilité désirée de l'assemblage

2.26 Sûreté dynamique (de fatigue) désirée

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Ordinaire conception de l'assemblage | ▼ |
| Filetage taillés | ▼ |
| 1.0E+09 | ▼ |
| 99.5 | ▼ |
| n_f | 2.000 |

[%]

3.0 Conception, dimensions et matériel des pièces reliées

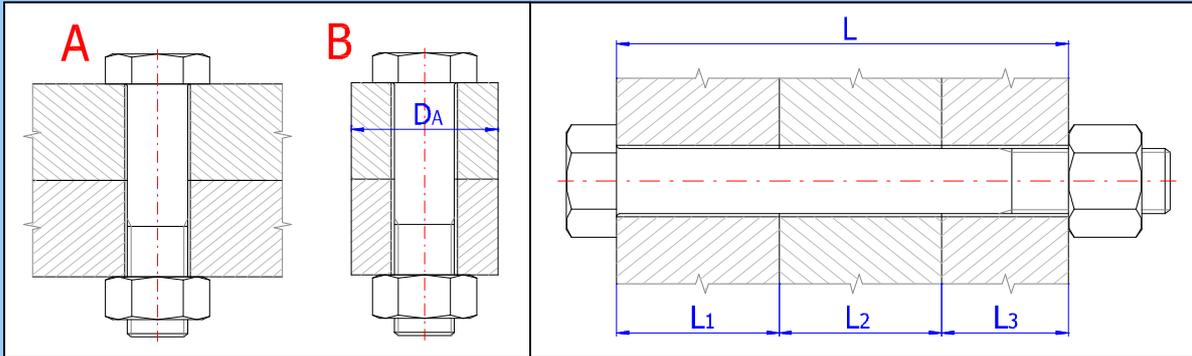
3.1 Conception des pièces reliées

3.2 Nombre de pièces fixées

3.5 Hauteur totale des pièces fixées

| | |
|------------|-------|
| A ... Plat | ▼ |
| i | 3 |
| L | 4.500 |

[in]



| | L_i | E | α | p_A | Matériel | AISI/SAE/ASTM |
|---------|-------|-------|----------|-------|--|---------------|
| Pièce 1 | 0.500 | 29000 | 8.9 | 91 | Acier inoxydable 304 | ▼ |
| Pièce 2 | 3.000 | 16000 | 5.9 | 109 | Fonte à graphite lamellaire A48-35 | ▼ |
| Pièce 3 | 1.000 | 29000 | 6.9 | 77 | Acier structural à haute résistance A1011 HSLAS Grade 45 Class 2 | ▼ |

4.0 Conception du boulon

4.1 Type de boulon, norme

Boulons en acier au carbone et en acier allié [SAE J429] ▼

4.2 Conception préliminaire des diamètres min. du fil

1/1

| | SAE 1 | SAE 2 | SAE 4 | SAE 5 | SAE 5.1 | SAE 7 | SAE 8 | SAE 8.1 |
|------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|
| MC | M14 | M12 | M8 | M10 | M10 | M8 | M8 | M8 |
| MF | M14 | M12 | M8 | M8 | M8 | M8 | M8 | M8 |
| UNC | 9/16 | 7/16 | 3/8 | 3/8 | 3/8 | 5/16 | 5/16 | 5/16 |
| UNF | 1/2 | 7/16 | 5/16 | 3/8 | 3/8 | 5/16 | 5/16 | 5/16 |
| UNEF | 1/2 | 7/16 | 5/16 | 5/16 | 5/16 | 5/16 | 5/16 | 5/16 |

4.3 Matériel du boulon

4.4 Classe de la résistance (Matériel) du boulon

SAE 5 ▼

4.5 Module d'élasticité sous tension

E 30000 [ksi]

4.6 Résistance limite à la traction

S_u 120 [ksi]

4.7 Résistance à la rupture

S_y 92 [ksi]

4.8 Coefficient de l'expansion thermique

α 6.2 [$10^{-6}/^{\circ}F$]

4.9 Densité

ρ 490 [lb/ft³]

4.11 Paramètres du fil

4.12 Type de fil

Fil de pouce unifiée - séries grossière ▼

4.13 Conception automatique du boulon

4.14 Taille de fil

1/2 ▼

4.15 Diamètre majeur de base

d 0.5000 [in]

4.16 Pas de vis

p 0.0769 [in]

4.17 Diamètre mineur

d_r 0.4001 [in]

4.18 Diamètre du pas

d_m 0.4500 [in]

4.19 Conception et géométrie du boulon

4.20 Type de boulon

A ... Vis avec tête et écrou ▼

4.21 Conception de boulon

Vis plein ▼

4.22 Conception de la tête du boulon

Tête hexagonale ▼

4.23 Nombre de parties du boulon avec différentes sections transvers:

i 2 ▼

4.24 Hauteur totale des pièces fixées

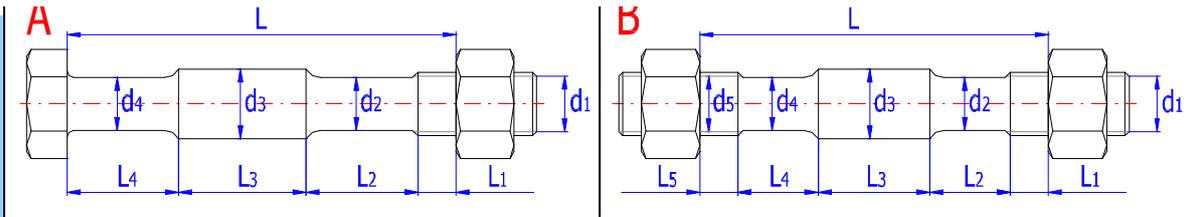
L 4.5 [in]

A

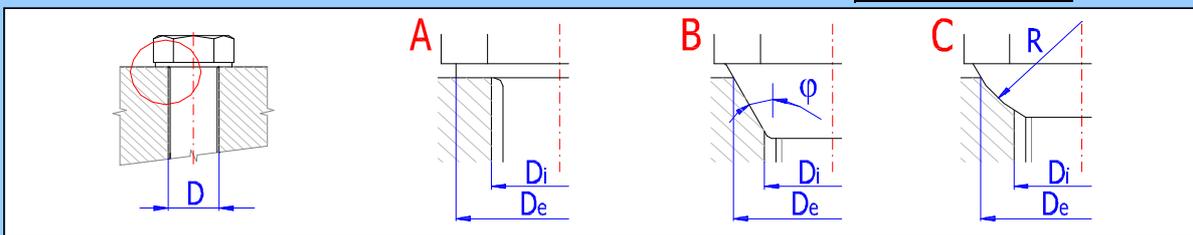
L

B

L



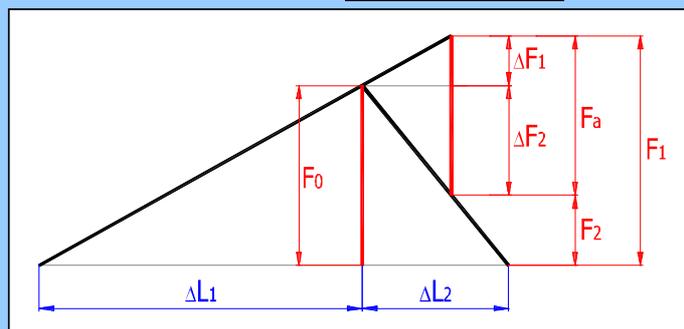
| | | | | | | | | | |
|------|--|-------|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|
| 4.25 | Section du boulon | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 4.26 | Longueur | L_i | 1.500 | 3.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | [in] |
| 4.27 | Diamètre | d_i | 0.400 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | [in] |
| 4.28 | Diamètre intérieur de vis creuse | | | | | | 0.000 | | [in] |
| 4.29 | Géométrie de l'assemblage | | | | | | | | |
| 4.30 | Conception des surfaces de contact sous les têtes (écrous) des b | | A ... Surface d'assise en anneau | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4.31 | Diamètre du trou | D | 0.516 | | | | | | [in] |
| 4.32 | Diamètre extérieur de la surface de contact | D_e | 0.750 | | | | | | [in] |
| 4.33 | Diamètre intérieur de la surface de contact | D_i | 0.516 | | | | | | [in] |



Section des résultats

5.0 Précontrainte, rapports de force et diagramme opérationnel de l'assemblage

| | | | | | | | | | |
|------|--|-----------------|------------|--|--|--|--|--|--|
| 5.1 | Constantes de rigidité de l'assemblage | | | | | | | | |
| 5.2 | Rigidité du boulon | C_b | 1047846.09 | | | | | | [lb/in] |
| 5.3 | Rigidité des pièces fixées | C_m | 8057436.85 | | | | | | [lb/in] |
| 5.4 | Rigidité résultante du groupe des pièces surchargées de l'assemblage | C_1 | 983871.3 | | | | | | [lb/in] |
| 5.5 | Rigidité résultante du groupe des pièces non chargées de l'assemblage | C_2 | 16114873.7 | | | | | | [lb/in] |
| 5.6 | Précontrainte de montage de l'assemblage | | | | | | | | |
| 5.7 | Composante axiale maximale de la force opérationnelle | F_a | 2000 | | | | | | [lb] |
| 5.8 | Composante radiale maximale de la force opérationnelle | F_r | 0 | | | | | | [lb] |
| 5.9 | Force de serrage minimale nécessaire pour le transfert de la force | F_{cmin} | 0 | | | | | | [lb] |
| 5.10 | Partie de la force opérationnelle agissant additionnellement sur le boulon | ΔF_1 | 115.08 | | | | | | [lb] |
| 5.11 | Partie de la force opérationnelle allégeant les pièces fixées | ΔF_2 | 1884.92 | | | | | | [lb] |
| 5.12 | Précontrainte de montage minimale nécessaire | F_{0min} | 3535 | | | | | | [lb] |
| 5.13 | Précontrainte de montage de l'assemblage | F_0 | 3535.0 | | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> [lb] |
| 5.14 | Couple de serrage | M | 27.65 | | | | | | [lb ft] |
| 5.15 | Conditions de force d'un assemblage chargé | | | | | | | | |
| 5.16 | Changement de la précontrainte due au chauffage de l'assemblage | ΔF_{OT} | 0.00 | | | | | | [lb] |
| 5.17 | Perte de la précontrainte due à la déformation de l'assemblage | ΔF_{OL} | -649.08 | | | | | | [lb] |
| 5.18 | Précontrainte de fonctionnement de l'assemblage | F_0' | 2885.92 | | | | | | [lb] |
| 5.19 | Précontrainte résiduelle des pièces fixées de l'assemblage | F_2 | 1001.00 | | | | | | [lb] |
| 5.20 | Résultante de la force axiale interne dans le boulon | F_1 | 3001.00 | | | | | | [lb] |
| 5.21 | Coefficient d'étanchéité (précontrainte) de l'assemblage | q_a | 0.500 | | | | | | |
| 5.22 | Sûreté contre le décalage latéral | q_r | 0.000 | | | | | | |



6.0 Contrôles de la résistance des assemblages par boulon statiquement chargés.

| | | | |
|--|--|----------------|--------------|
| 6.1 Contrôles de la résistance des assemblages à l'état de fonctionnement | | | |
| 6.2 | Force axiale interne dans le boulon | F_1 | 3001.00 [lb] |
| 6.3 | Effort de tension dans le noyau du boulon à partir de la force axi | σ | 21.15 [ksi] |
| 6.4 | Effort de torsion dans le noyau de vis à partir du moment de serr | τ | 10.87 [ksi] |
| 6.5 | Tension de flexion additionnelle | σ_b | 0.00 [ksi] |
| 6.6 | Tension résultante réduite dans le noyau du boulon | σ_{red} | 23.15 [ksi] |
| 6.7 | Limite élastique du matériel du boulon | S_y | 92 [ksi] |
| 6.8 | Sûreté à la limite élastique | n | 3.97 |
| 6.9 Contrôles de la résistance des assemblages à l'état de montage | | | |
| 6.10 | Précontrainte de montage de l'assemblage | F_0 | 3535.00 [lb] |
| 6.11 | Effort de tension dans le noyau du boulon à partir de la précontr. | σ | 24.91 [ksi] |
| 6.12 | Tension résultante réduite dans le noyau du boulon | σ_{red} | 31.23 [ksi] |
| 6.13 | Tension admissible (90% S_y) | σ_A | 83 [ksi] |
| 6.14 Contrôle de la pression sur la surface de contact de la tête du boulon | | | |
| 6.15 | Pression sur la surface de contact de la tête du boulon (écrou) | p | 12.90 [ksi] |
| 6.16 | Pression permise sur la pièce marginale fixée | p_A | 77 [ksi] |
| 6.17 Contrôles de la résistance des assemblages pour une précontrainte | | | |
| 6.18 | Précontrainte de fonctionnement maximale de l'assemblage | $F_{0' max}$ | 3535.00 [lb] |
| 6.19 | Force axiale interne maximale dans le boulon | $F_{1 max}$ | 3650.08 [lb] |
| 6.20 | Effort de tension dans le noyau du boulon à partir de la force axi | σ_{max} | 25.72 [ksi] |
| 6.21 | Tension résultante réduite dans le noyau du boulon | σ_{red} | 27.39 [ksi] |
| 6.22 | Pression maximale sur la surface de contact de la tête du boulon | p_{max} | 15.69 [ksi] |

7.0 Contrôles de la résistance des assemblages par boulon dynamiquement chargés.

| | | | |
|--|--|-----------------|---|
| 7.1 Contrôle de la résistance dans le noyau du fil | | | |
| 7.2 | Force axiale moyenne du cycle | F_m | 2943.46 [lb] |
| 7.3 | Amplitude de la force axiale du cycle | F_a | 57.54 [lb] |
| 7.4 | Tension moyenne du cycle dans le noyau du fil | σ_m | 20.74 [ksi] |
| 7.5 | Amplitude de la tension du cycle dans le noyau du fil | σ_a | 0.41 [ksi] |
| 7.6 | Limite de fatigue / pour N cycles | σ_e' / N | 54 1.0E+06 [ksi] |
| 7.7 | Limite de fatigue dans la tension pour une durée de vie désirée | σ_f' | 54 [ksi] |
| 7.8 | Limite de fatigue corrigée du boulon donné dans la tension | σ_f | 9.1 <input checked="" type="checkbox"/> [ksi] |
| 7.9 | Résistance maximale du boulon à la fatigue pour le cours de la c | σ_A | 7.02 [ksi] |
| 7.10 | Sûreté dynamique à la tension | n_σ | 17.32 |
| 7.11 Contrôle de la résistance dans la tige réduite | | | |
| 7.12 | Tension moyenne du cycle dans la tige réduite | σ_m | 14.99 [ksi] |
| 7.13 | Amplitude de la tension du cycle dans la tige réduite | σ_a | 0.29 [ksi] |
| 7.14 | Limite de fatigue corrigée du boulon donné dans la tension | σ_f | 54 <input checked="" type="checkbox"/> [ksi] |
| 7.15 | Résistance maximale du boulon à la fatigue pour le cours de la c | σ_A | 32.68 [ksi] |
| 7.16 | Sûreté dynamique à la tension | n_σ | --- |

Section de suppléments

8.0 Paramètres de montage de l'assemblage

| | | | |
|--|--|----------------|---|
| 8.1 Précontrainte de montage de l'assemblage | | | |
| 8.2 | Précontrainte minimale de montage | F_{0min} | 3535.0 [lb] <input checked="" type="checkbox"/> |
| 8.3 | Facteur de serrage | α_A | 1.70 |
| 8.4 | Précontrainte maximale de montage | F_{0max} | 6009.5 [lb] |
| 8.5 Couple de serrage | | | |
| 8.6 | Coefficient de frottement dans les fils (min/max) | | 0.120 0.180 |
| 8.7 | Coefficient de frottements sous la tête (écrou) de vis (min/max) | | 0.100 0.200 |
| 8.8 | Couple de serrage minimum | M_{min} | 20.96 [lb ft] |
| 8.9 | Couple de serrage maximum | M_{max} | 58.38 [lb ft] |
| 8.10 Contrôles de la résistance des assemblages à l'état de montage | | | |
| 8.11 | Effort de tension dans le noyau du boulon à partir de la précontr. | σ_{max} | 42.35 [ksi] |
| 8.12 | Effort de torsion dans le noyau de vis à partir du moment de serr | τ_{max} | 21.23 [ksi] |
| 8.13 | Tension résultante réduite dans le noyau du boulon | σ_{red} | 56.09 [ksi] |
| 8.14 | Tension admissible (90% S_y) | σ_A | 83 [ksi] |

8.15 Contrôles de la résistance des assemblages à l'état de fonctionnem

| | | | | |
|--|--|----------------|--------|-------|
| 8.16 | Précontrainte de fonctionnement de l'assemblage | F_0' | 5360.4 | [lb] |
| 8.17 | Force axiale interne dans le boulon | F_{1max} | 5475.5 | [lb] |
| 8.18 | Effort de tension dans le noyau du boulon à partir de la force axi | σ_{max} | 38.59 | [ksi] |
| 8.19 | Tension résultante réduite dans le noyau du boulon | σ_{red} | 42.74 | [ksi] |
| 8.20 | Limite élastique du matériel du boulon | S_y | 92 | [ksi] |
| 8.21 | Sûreté à la limite élastique | n | 2.15 | |
| 8.22 Contrôle de la pression sur la surface de contact de la tête du boulou | | | | |
| 8.23 | Pression sur la surface de contact de la tête du boulon (écrou) | p_{max} | 23.53 | [ksi] |
| 8.24 | Pression permise sur la pièce marginale fixée | p_A | 77 | [ksi] |
| 8.25 Contrôle de la fatigue de l'assemblage | | | | |
| 8.26 | Tension moyenne du cycle dans le noyau du fil | σ_m | 38.18 | [ksi] |
| 8.27 | Amplitude de la tension du cycle dans le noyau du fil | σ_a | 0.41 | [ksi] |
| 8.28 | Résistance maximale du boulon à la fatigue pour le cours de la c | σ_A | 5.80 | [ksi] |
| 8.29 | Sûreté dynamique à la tension | n_σ | 14.29 | |

9.0 Paramètres de l'assemblage à la température spécifique de fonctionnement.

9.1 Température de l'assemblage

| | | | | | |
|-----|--|-------|-------|-------|---|
| 9.2 | Température de montage | T_0 | 68.0 | [° F] | Températures différentes <input type="checkbox"/> |
| 9.3 | Température de fonctionnement du boulon | T_b | 500.0 | [° F] | |
| 9.4 | Température de fonctionnement des pièces | T_m | 500.0 | [° F] | |

9.5 Matériel du boulon

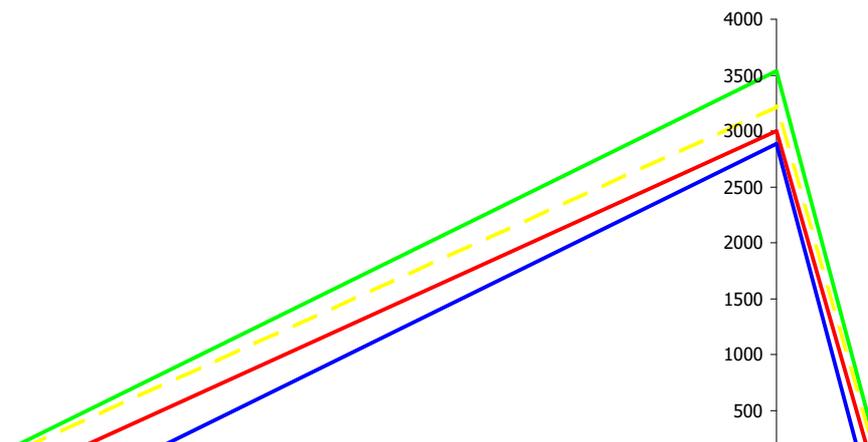
| | | | | | | | |
|-----|--------------------------------------|-------------------|-------|-----------------|-------|------------------------|-------------------------------------|
| 9.6 | Module d'élasticité sous tension | E_{20} | 30000 | E_T | 27700 | [ksi] | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9.7 | Coefficient de l'expansion thermique | α_{20-100} | 6.2 | α_{T0-T} | 7.1 | [10 ⁻⁶ /°F] | |
| 9.8 | Résistance à la rupture | S_{y20} | 92 | S_{yT} | 72 | [ksi] | |

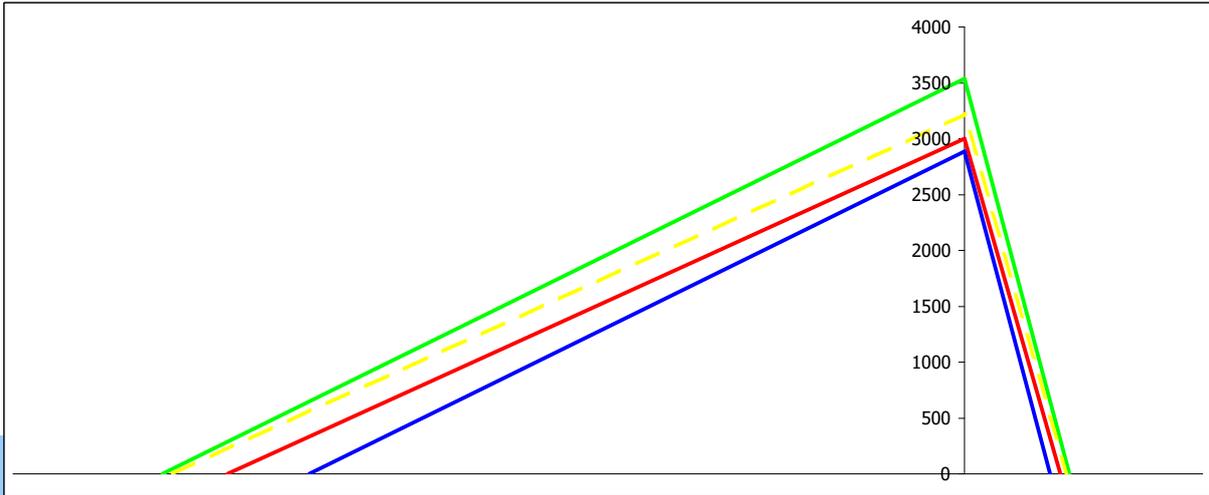
9.9 Matériel des pièces reliées

| | E_{20} | E_T | α_{20-100} | α_{T0-T} | <input checked="" type="checkbox"/> |
|---|----------|-------|-------------------|-----------------|-------------------------------------|
| 9.10 Acier inoxydable 304 | 29000 | 26600 | 8.9 | 9.3 | |
| 9.11 Fonte à graphite lamellaire A48-35 | 16000 | 15000 | 5.9 | 6.8 | |
| 9.12 Acier structurel à haute résistance A1011 HSLAS Grade 45 Class | 29000 | 26900 | 6.9 | 7.8 | |

9.15 Paramètres de l'assemblage

| | | | | | |
|---|--|------------------|--------|-------|-------------------------------------|
| 9.16 | Précontrainte de montage de l'assemblage | F_0 | 3535.0 | [lb] | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 9.17 | Précontrainte de fonctionnement à la température T0 | F_0' | 2885.9 | [lb] | |
| 9.18 Changement de la précontrainte due au chauffage de l'assemblage | | | | | |
| 9.19 | - en raison de la dilatation thermique | ΔF_{0Ta} | 333.1 | [lb] | |
| 9.20 | - en raison de changements dans la rigidité | ΔF_{0Tc} | -219.4 | [lb] | |
| 9.21 | Précontrainte à la température de fonctionnement | F_{0T} | 2999.6 | [lb] | |
| 9.22 | Précontrainte résiduelle des pièces fixées de l'assemblage | F_{2T} | 1114.1 | [lb] | |
| 9.23 | Coefficient d'étanchéité (précontrainte) de l'assemblage | q_{aT} | 0.557 | | |
| 9.24 | Sûreté contre le décalage latéral | q_{rT} | 0.000 | | |
| 9.25 | Résultante de la force axiale interne dans le boulon | F_{1T} | 3114.1 | [lb] | |
| 9.26 | Effort de tension dans le noyau du boulon à partir de la force axi | σ_T | 21.9 | [ksi] | |
| 9.27 | Tension résultante réduite dans le noyau du boulon | σ_{redT} | 23.9 | [ksi] | |
| 9.28 | Sûreté à la limite élastique | n_T | 3.02 | | |





10.0 Produit graphique, systèmes de DAO

10.1 Sortie du dessin 2D vers:

Fichier de format DXF

10.2 Conception de la tête du boulon

Tête hexagonale

10.3 Conception de l'écrou

Écrou hexagonal

10.4 Nombre de rondelles sous la tête du boulon

0

10.5 Nombre de rondelles sous l'écrou

1

10.6 Calcul de la hauteur de serrage

L

4.5

[in]

10.7 Hauteur réelle des pièces fixées

L_c

4.500

[in]

