

Calcul de la force exercée par un vérin

Site Internet :
www.gecif.net

Type de document :
Fiche pratique

Intercalaire :

Date :

I – La force fournie par un vérin

La force F [en Newton] que la tige d'un vérin peut exercer est donnée par la relation $F = p \cdot S$ avec :

- F la force que peut fournir le vérin en **newton** [N]
- p la pression de l'air comprimé en **pascal** [Pa]
- S la surface sur laquelle l'air comprimé agit en **mètre carré** [m²]

Remarque :

1 pascal représente une toute petite pression : dans la pratique on utilise souvent une pression de plusieurs centaines de kilo-pascal à l'entrée d'un vérin. De plus 1 mètre carré représente une surface beaucoup trop grande pour dimensionner la surface active d'un vérin soumise à la pression. Dans la pratique la surface active d'un vérin mesure quelques centimètres carrés.

En multipliant 1 pascal par 100 000 on obtient 1 bar : **100 000 Pa = 1bar** [= 100 kPa = 10⁵ Pa]

En divisant 1 mètre carré par 10 000 on obtient 1 centimètre carré : **10 000 cm² = 1m²** donc 1 cm² = 10⁻⁴ m²

Et en multipliant 1 newton par 10 on obtient 1 déca-newton : **10 N = 1 daN**

Conclusion : la relation $F = p \cdot S$ indique à la fois que **1 N = 1 Pa x 1 m²**, mais aussi que **1 daN = 1 bar x 1 cm²**

Exemple d'application :

Quelle est la force fournie par un vérin recevant une pression de 6 Pascal sur une surface active de 3 m² ?

Réponse instantanée : $F = p \cdot S$ donc $F = 6 \times 3 = 18$ Newton, mais ces valeurs ne sont pas très réalistes.

Autre exemple d'application avec des valeurs plus réalistes :

Quelle est la force fournie par un vérin recevant une pression p de 7 Bar sur une surface active S de 4 cm² ?

Convertissons la pression en Pascal : $p = 7 \text{ bar} = 7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Convertissons la surface en mètre carré : $S = 4 \text{ cm}^2 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Calculons la force : $F = p \cdot S$ donc $F = 7 \cdot 10^5 \times 4 \cdot 10^{-4} = 7 \times 4 \times 10 = 280 \text{ N} = 28 \text{ daN}$

A retenir :

Comme 1 bar = 10⁵ Pa et 1 cm² = 10⁻⁴ m² on remarque qu'en multipliant des bars par des cm² on n'obtient pas directement des Newton mais des dizaines de Newton.

Comme 10 N = 1 daN, pour éviter les calculs avec les puissances de 10 on retiendra que **des bars multipliés par des cm² donnent directement des décaNewton**.

Exemple :

Quelle est la force fournie par un vérin recevant une pression de 3 Bar sur une surface active de 2 cm² ?

Réponse instantanée : 6 daN car $F = p \cdot S$ avec F en daN, p en bar et S en cm².

II – La surface active soumise à la pression

La forme de la surface active soumise à la pression dépend du type de déplacement du piston :

- dans le cas d'un vérin à tige **sortante** la surface est en forme de **disque**
- dans le cas d'un vérin à tige **entrante** la surface est en forme d'**anneau** [en raison de la présence de la tige]

La valeur de la surface active soumise à la pression se calcule en fonction des dimensions du vérin :

- notons R le rayon du piston
- notons r le rayon de la tige

On rappelle que la surface d'un disque de rayon R est $\pi \cdot R^2$.

Dans le cas d'un vérin à tige sortante la surface active **S** soumise à la pression est en forme de **disque de rayon R** : elle vaut donc

$$S = \pi.R^2$$

Exemple d'application :

Un vérin simple effet à tige sortante a les caractéristiques suivantes :

- Rayon de la tige = 9 cm
- Rayon du piston = 17 cm
- Pression du fluide = 4 Bar

Combien vaut la force en poussant exercée par la tige du vérin ?

Commençons par calculer la valeur de la surface active **S** soumise à la pression. Comme il s'agit d'un vérin simple effet à **tige sortante**, la surface est en forme de **disque** de rayon **R** : elle est égale à la surface **S** vaut donc :

$$S = \pi.17^2 = 907.920277 \text{ cm}^2$$

Comme on connaît la pression **p** en **bar** et la surface **S** en **cm²** appliquons la relation produit **F = p.S** pour obtenir la force **F** directement en **daN** : $F = p.S = 4 \times 907.920277 = 3631.681108 \text{ daN}$



Surface active en poussant

Dans le cas d'un vérin à tige entrante la surface active **S** soumise à la pression est en forme **d'anneau en raison de la présence de la tige** : elle est égale à la différence de surface entre un disque de rayon **R** et un disque de rayon **r**. Elle vaut donc

$$S = \pi.R^2 - \pi.r^2 = \pi.(R^2 - r^2)$$



Surface active en tirant

Exemple d'application :

Un vérin simple effet à tige entrante a les caractéristiques suivantes :

- Rayon de la tige = 21 mm
- Rayon du piston = 110 mm
- Pression du fluide = 552 kPa

Combien vaut la force en tirant exercée par la tige du vérin ?

Commençons par convertir les unités données en **cm** pour les rayons et en **bar** pour la pression :

- Rayon de la tige = 2.1 cm
- Rayon du piston = 11.0 cm
- Pression du fluide = 5.52 Bar

Calculons ensuite la valeur de la surface active soumise à la pression en **cm²**. Comme le sens de déplacement est **tirant**, la surface est en forme d'**anneau** en raison de la présence de la tige.

La surface **S** vaut donc $\pi.(11^2 - 2.1^2) = 366.278287 \text{ cm}^2$ (soit 36627.8287 mm^2)

Connaissant la pression **p** en **bar** et la surface **S** en **cm²** appliquons la relation produit **F = p.S** pour obtenir la force **F** directement en **daN** : $F = p.S = 5.52 \times 366.278287 = 2021.856144 \text{ daN}$ (soit 20218.56144 N)

Autre exemple d'application :

Un vérin double effet a les caractéristiques suivantes :

- Rayon de la tige = 1 cm
- Rayon du piston = 6 cm
- Pression du fluide = 12 Bar

Combien vaut la force en poussant exercée par la tige du vérin ?

Commençons par calculer la valeur de la surface active soumise à la pression. Comme le sens de déplacement est **poussant**, la surface est en forme de **disque** de rayon 6 cm. La surface **S** vaut donc $\pi.6^2 = 113.0973355 \text{ cm}^2$

Connaissant la pression **p** [en bar] et la surface **S** [en cm²] appliquons la relation produit $F = p.S$ pour obtenir la force **F** directement en daN : $F = p.S = 12 \times 113.0973355 = 1357.168026 \text{ daN}$

Et combien vaut la force exercée par la tige de ce même vérin lorsque la tige rentre ? Cette fois la surface est en forme d'anneau et la force vaut : $F = p.S = 12.(\pi.6^2 - \pi.1^2) = 12.\pi.(6^2 - 1^2) = 1319.46891 \text{ daN}$