

- **Problématique** : Mettre en évidence le lien entre la force et la pression
- **Compétence** : Repérer les interactions élémentaires entre un profil et l'air (BO n° 11 du 12 mars 2015)
- **Savoirs associés** (BO n° 11 du 12 mars 2015) :
 - Écoulement de l'air sur un profil – notion de pression
 - Caractérisation des forces aérodynamiques : portance, traînée
 - Paramètres influençant les forces aérodynamiques – expression algébrique
- **Documents et matériels** :
 - Une pompe à vélo avec son manomètre
 - Un pèse-personne

La portance F_z est due à une dépression entre l'extrados et l'intrados de la voilure. Cette portance est exprimée par la relation :

$$F_z = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_z$$

F la portance, en N (Newton) – ρ la densité en kg/m^3 – V la vitesse, en m/s – S la surface en m^2 – C_z le coefficient de portance

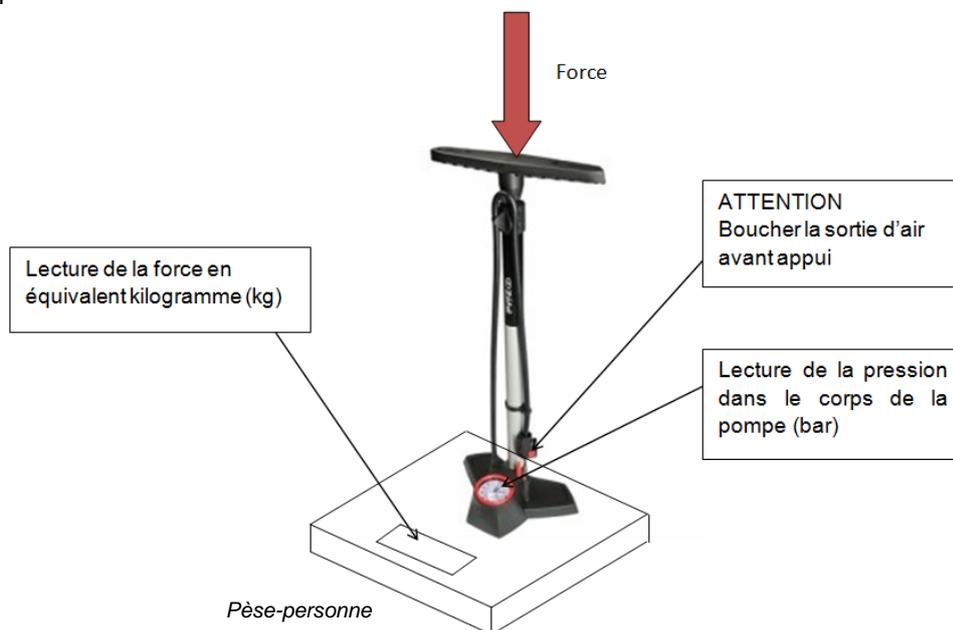
L'objectif de la manipulation est de trouver, à partir de l'expression de la composante verticale de la force aérodynamique (P ou F_z), l'expression mathématique de la différence de pression entre l'intrados et l'extrados d'une voilure.

Pour cela, nous allons, dans un premier temps, déterminer **la relation entre la force et la pression**

Banc de mesure :

Le banc de mesure est une pompe à vélo en guise de vérin. Il est instrumenté avec :

- Un manomètre qui mesure et indique la pression p à l'intérieur du vérin (l'unité de p est le bar),
- Un pèse-personne en guise de capteur de force. Nous relèverons l'équivalent kilogramme généré par la force et nous convertirons ensuite en Newton.



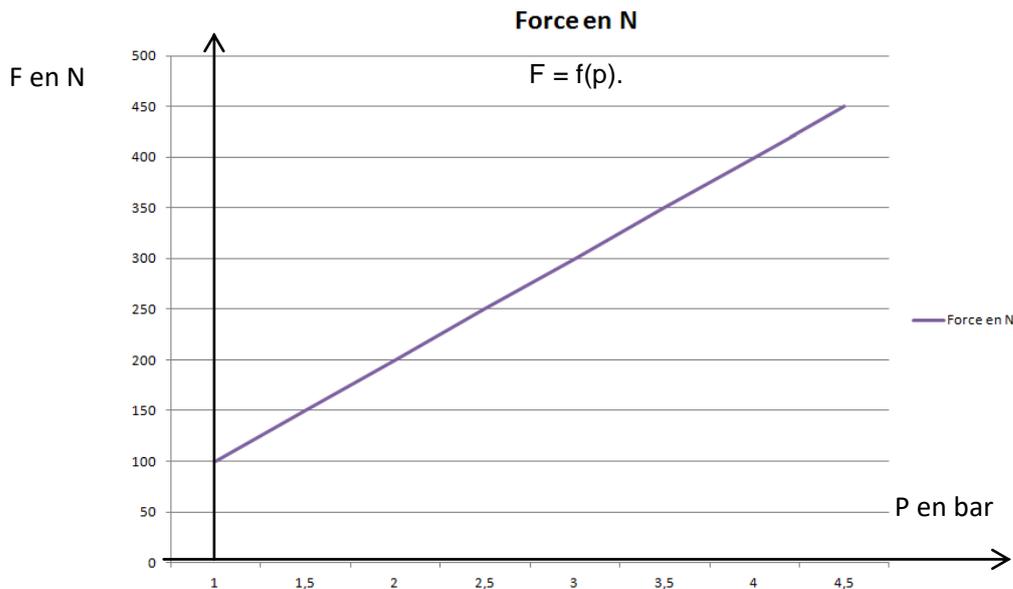
1-Procédure à suivre pour effectuer les mesures :

- . Bouchez la sortie d'air avec votre pouce,
- . Placez la pompe sur le pèse personne,
- . Réglez la pression p à la valeur indiquée dans le tableau proposé,
- . Provoquez (si cela n'a pas lieu la sortie de la tige),
- . Relevez la valeur en kg sur l'afficheur,
- . Convertissez la valeur en N (Newton) en utilisant la formule $P = M \cdot g$ (prendre $g = 10 \text{ m/s}^2$)
- . Complétez le tableau ci-dessous.

Pression en bar	Pression en Pa	Force en Kg	Force en N	a en m2	a en mm2	r _{th} en mm	d _{th} en mm
1	100000	10	100	0,001	1000	17,84	35,7
1,5	150000	15	150	0,001	1000	17,84	35,7
2	200000	20	200	0,001	1000	17,84	35,7
2,5	250000	25	250	0,001	1000	17,84	35,7
3	300000	30	300	0,001	1000	17,84	35,7
3,5	350000	35	350	0,001	1000	17,84	35,7
4	400000	40	400	0,001	1000	17,84	35,7
4,5	450000	45	450	0,001	1000	17,84	35,7
Relevés	conversion	Relevés	conversion	calcul	calcul	calcul	calcul

2-Analyse des mesures :

. Réalisez le tableau ci-dessus sur un tableau et affichez le graphe de la force en fonction de la pression : $F = f(p)$. Dessinez la courbe de la valeur de l'effort F en fonction de la pression p,



On remarque que cette courbe a l'allure d'une droite d'équation : $F = a \cdot p$

. Déterminez la valeur du coefficient directeur a de cette droite,

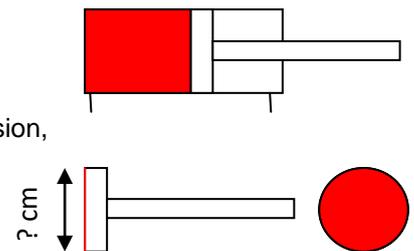
$$a = F/p \text{ (F en N et p en Pa)}$$

Attention : ne pas oublier de convertir p en Pascal

$$a = 0,001$$

. Repérez sur le schéma du vérin ci-contre la chambre sous pression,

. A partir des indications ci-contre, déterminez l'aire S (en cm²) de la surface du piston sur laquelle s'exerce la pression.



$$S = \Pi \cdot r^2$$

. Nous faisons l'hypothèse que $a = S$, déterminez le rayon théorique r_{th} du piston,

$$r_{th} = \sqrt{a/\Pi} = \sqrt{1000/\Pi} = 17,84 \text{ mm}$$

. Calculez le diamètre théorique d_{th} du piston.

$$d_{th} = 2 \times r_{th} = 2 \times 17,84 = 35,7 \text{ mm}$$

. Mesurez sur la pompe le diamètre du piston réel $d_{réel}$ (qui est celui de la tige),

$$d_{réel} = 38 \text{ mm}$$

. Comparez les valeurs d_{th} et $d_{réel}$,

Presque identique

. L'hypothèse $a = S$ est-elle vraie ou fausse ? Pourquoi ?

Vraie car $d_{th} = d_{réel}$,

. En déduire la relation entre F, p et S

$$F = p \times a \text{ et comme } a = S \text{ vraie alors } F = p \times S$$

. En déduire l'expression de la pression (différence de pression entre l'intrados et l'extrados) autour de la voilure. $F_z = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_z$ alors $p = F/S$ donc $p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_z$