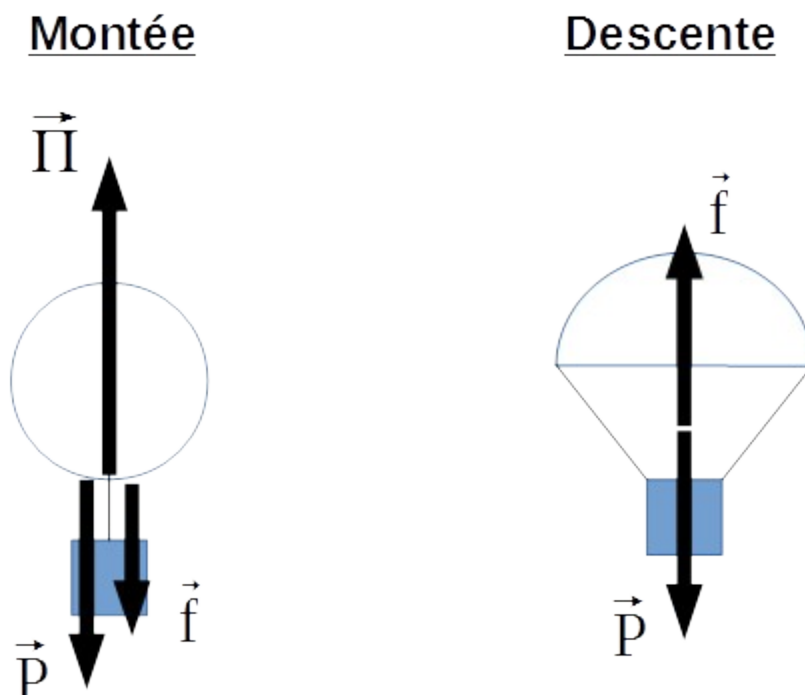


## Les forces agissant sur la chaîne de vol



### Le poids :

Il fait descendre la chaîne de vol vers le sol.

- poids à la montée :  $P_{\text{montée}} = (m_{\text{bal}} + m_{\text{hél}} + m_{\text{para}} + m_{\text{réfl}} + m_{\text{nacelle}}) \cdot g$

- poids à la descente :  $P_{\text{descente}} = (m_{\text{para}} + m_{\text{réfl}} + m_{\text{nacelle}}) \cdot g$  avec  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$  au sol

Les masses sont en kg. La constante de pesanteur  $g$  diminue avec l'altitude mais assez peu. Elle peut être considérée constante au cours du vol d'un ballon sonde. La masse d'hélium contenue dans le ballon à partir de son volume initial  $V_i$  en L est donnée par :

$$m_{\text{hél}} = \frac{V_i}{V_m} \times M_{\text{hél}} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \\ M_{\text{hél}} = 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \end{array}$$

### La poussée d'Archimède :

Elle fait monter le ballon vers la surface de l'atmosphère. Elle correspond à l'action des forces de pression de l'air sur le ballon.

$$\Pi = \rho_{\text{air}} \cdot V_{\text{bal}} \cdot g \quad \rho_{\text{air}} = 1,293 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{au sol à } 0^\circ\text{C} \quad \text{et} \quad V_{\text{bal}} = \frac{P_i}{P} \cdot V_i$$

$V_{\text{bal}}$  est le volume du ballon en  $\text{m}^3$  qui augmente au cours de la montée.  $\rho_{\text{air}}$  est la masse volumique de l'air en  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$  qui diminue avec l'altitude et qui dépend de la température.

### Les frottements de l'air :

Appelés traînée, ils s'opposent au mouvement de la chaîne de vol. Lors de la montée ils sont dirigées vers le bas et correspondent à la traînée du ballon qui est sphérique, mou et étiré vers le bas. A la descente c'est la traînée du parachute aussi considéré sphérique (62,5 cm de rayon pour les parachutes fournis par le CNES).

$$T = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{air}} \cdot S \cdot C_x \cdot v^2$$

S est le maître couple en m<sup>2</sup> et correspond à la surface exposée aux frottements. C<sub>x</sub> est le coefficient de traînée en N.m.kg<sup>-1</sup>. Il permet de tenir compte de l'état et de la nature de la surface de contact. v est la vitesse de la chaîne de vol en m.s<sup>-1</sup>.

	Ballon	Parachute
S	$\pi R_{\text{bal}}^2 = 1,209 V_{\text{bal}}^{\frac{2}{3}}$ car $V_{\text{bal}} = \frac{4}{3} \pi R_{\text{bal}}^3$	$\pi R_{\text{para}}^2$
C <sub>x</sub>	0,45	1,4

V est le volume du ballon en m<sup>3</sup> et R son rayon ou celui du parachute en m.

### La force des vents :

Elle est considérée horizontale. Sous l'action de l'air en mouvement, le ballon dérive dans la direction et à la vitesse des vents. Dans le plan horizontal il n'y a donc pas de force de frottements à considérer.