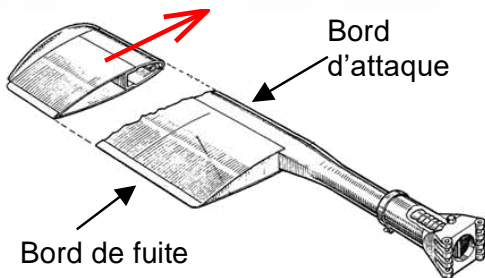


## Étude de la portance d'un hélicoptère.

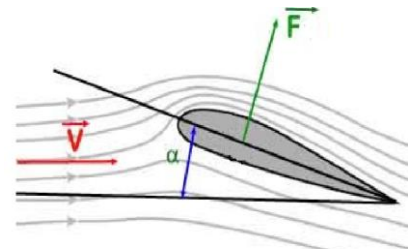
### 1. Présentation de la problématique



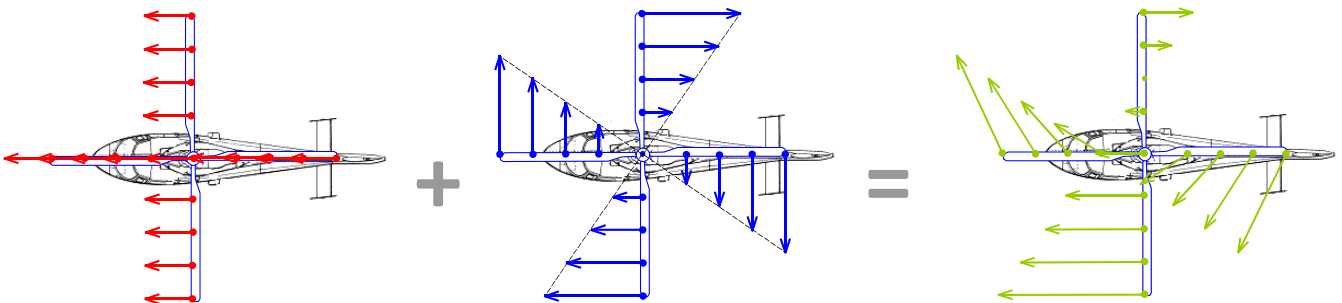
La force qui permet de maintenir l'hélicoptère en suspension dans l'air s'appelle la **portance**. Elle est générée par la rotation des pales :



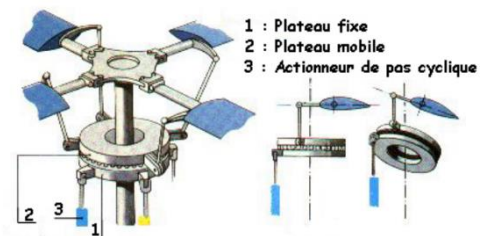
Les pales ayant un profil d'aile d'avion, leur déplacement dans l'air provoque la portance dont l'intensité est proportionnelle au vecteur vitesse  $\vec{V}$  et à leur angle d'incidence  $\alpha$ .



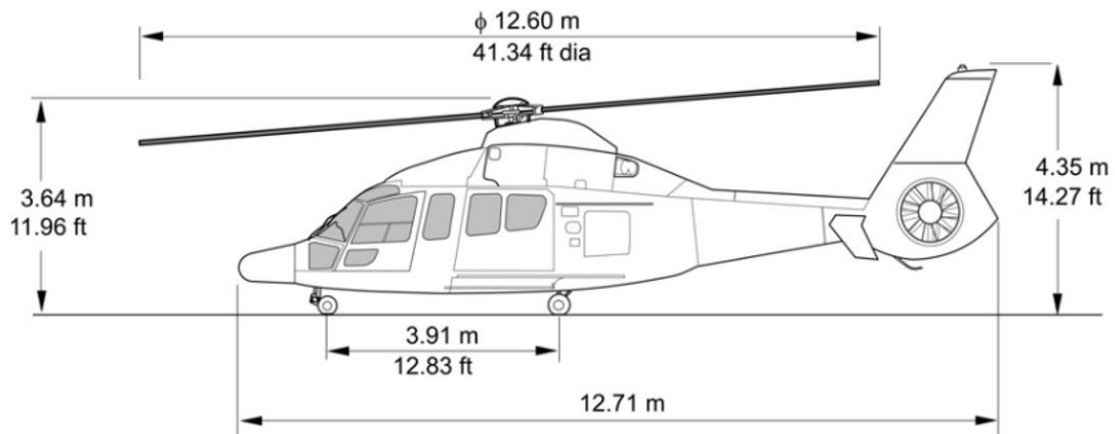
Lorsque l'hélicoptère avance à vitesse élevée, d'un côté du rotor la vitesse d'avance s'ajoute à celle due à la rotation des pales, de l'autre côté elle se soustrait :



La portance ne sera donc pas identique de chaque côté du rotor, rendant l'hélicoptère instable. Pour compenser ce phénomène on utilise le dispositif d'orientation des pales qui permet aussi de diriger l'appareil.



## 2. Données et hypothèses



- Vitesse maximale en charge de l'hélicoptère :  $V_M = 277 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$
- Vu de dessus, le rotor tourne dans le sens horaire.
- Notations :
  - 0 : sol
  - 1 : fuselage de l'hélicoptère
  - 2 : rotor de l'hélicoptère
  - C : centre du rotor
  - B : extrémité d'une pale à sa vitesse minimale.

## 3. Travail demandé

### 3.1. Vitesse de l'extrémité de la pale en B

On considère la vitesse de rotation du rotor à  $N_{2/1} = 350 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ .

$N_{2/1}$  est la vitesse de rotation du rotor par rapport au fuselage de l'hélicoptère

**Q1 :** Après avoir exprimé  $\omega_{2/1}$  (en  $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ), en déduire la vitesse tangentielle  $\overrightarrow{V_{B\in 2/1}}$ , donner son intensité en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  et construire le vecteur  $\overrightarrow{V_{B\in 2/1}}$  sur la figure 1 avec l'échelle conseillée.

$\overrightarrow{V_{B\in 2/1}}$  est le vecteur vitesse du point B de la pale dû à sa rotation par rapport au fuselage.

L'hélicoptère avance en ligne droite à sa vitesse maximum  $V_M = 277 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  par rapport au sol.

**Q2 :** Déterminer  $\overrightarrow{V_{B\in 1/0}}$ , donner son intensité en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  et construire le vecteur  $\overrightarrow{V_{B\in 1/0}}$  sur la figure 1 avec l'échelle conseillée.

$\overrightarrow{V_{B\in 1/0}}$  est le vecteur vitesse du point B dû au déplacement de l'hélicoptère par rapport au sol

**Q3 :** Ecrire la loi de composition des vitesses au point B et déterminer  $\overrightarrow{V_{B\in 2/0}}$ . Construire sur la figure 1 le vecteur  $\overrightarrow{V_{B\in 2/0}}$  et donner son intensité  $\|\overrightarrow{V_{B\in 2/0}}\|$  en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

$\overrightarrow{V_{B\in 2/0}}$  est le vecteur vitesse du point B dû au déplacement de l'hélicoptère par rapport au sol et à la rotation de la pale par rapport au fuselage

**Q4** : Dédire du travail précédent la construction du vecteur  $\overrightarrow{V_{B' \in 2/0}}$  et donner son intensité. Quel sera le comportement de l'hélicoptère si l'on considère que les pales ont la même inclinaison en B et en B' ?

**Q5** : Calculer la vitesse de rotation maximale  $N_{2/1 \max}$  du rotor de l'hélicoptère permettant d'éviter le phénomène de franchissement du mur du son en B'.

**Q6** : Construire avec précision sur la figure 1 le vecteur  $\overrightarrow{V_{M \in 2/0}}$  et donner son intensité en  $m \cdot s^{-1}$ .

**Q7** : Retracer tous les vecteurs vitesses précédents au 1/3 puis au 2/3 de la longueur des pales. Observer le principe de proportionnalité.

– Figure 1 – Document réponse

