Conséquence sur l'ailette ?

On se souvient de la *<u>loi vectorielle de composition des vitesses :</u>*

$\boxed{\vec{V}\,(absolue) = \vec{V}\,(relative) + \vec{V}\,(entraînement)}$

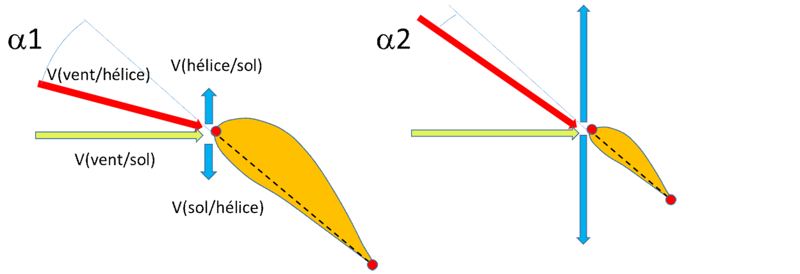
Ainsi :

$\vec{V}\,(relative) = \vec{V}\,(absolue) - \vec{V}\,(entraînement)$

Ou encore :

$\vec{V}\,(vent/section) = \overbrace{\vec{V}\,(vent/sol)}^{\text{constant}} - \overbrace{\vec{V}\,(section/sol)...}^{\text{variable}} \Rightarrow \vec{V}_{M\in S_1/S_0} = \dot{\theta}.r.\vec{y_1}$

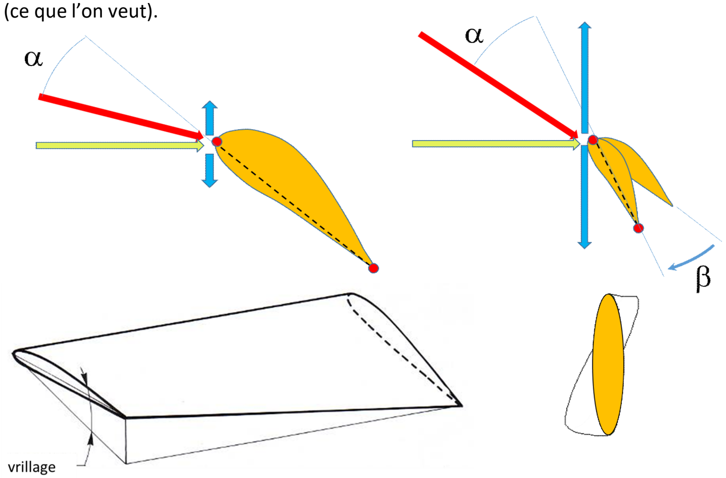
<u>On observe que si rien n'est fait, $\vec{V}$ (vent/section) n'est pas constante en direction !</u>



A la base de l'ailette (r faible) la vitesse d'entrainement est faible → angle α1

Au bout de l'ailette (r grand) la vitesse d'entrainement est grande → angle α2

Dans cette configuration le fonctionnement de l'ailette n'est absolument pas optimisé !
Il faut donc compenser les angles en faisant tourner la section d'un angle β (qui est fonction de r) afin de conserver α (ce que l'on veut).



Au final l'ailette optimisée présente ainsi une allure « vrillée ».
Le vrillage n'étant valable que pour une vitesse absolue donnée, on réalise des hélices à pas variable qui adaptent l'angle automatiquement en fonction de la vitesse de l'avion…
Il est à noter que la rotation de l'hélice crée un couple de renversement qui tend à faire tourner la carlingue sur elle-même. On peut compenser ce couple avec deux hélices qui tournent en sens contraire ou bien par dissymétrie des ailes…

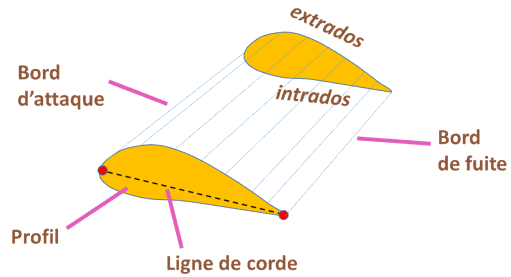
Mécanique du Solide
Dossier 1 - Cinématique

Ce document est une synthèse du cours présenté

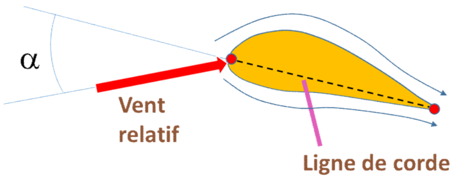
<u>Problématique</u>

Concevoir une hélice pour un avion.
Elle devra être conçue afin que chaque section transversale le long de son bord d'attaque permette d'obtenir les meilleures performances.
Le profil de la section de l'hélice est imposé et son étude n'est pas requise.

<u>Profil et fonctionnement sommaire de l'hélice</u>



Les profils NACA sont des profils aérodynamiques développés par le comité consultatif national pour l'aéronautique (NACA, États-Unis). Il s'agit de la série de profils la plus connue et utilisée dans la construction aéronautique.
La forme des profils NACA est décrite à l'aide d'une série de chiffres qui suit le mot « NACA ». Les chiffres de cette série peuvent alors être saisis dans des équations pour générer précisément la section de l'aile (son profil) et déterminer ses propriétés. Toutes les dimensions en % sont entendues en % de longueur de la corde…



L'ailette (hélice ou aile) pénètre dans l'air par le bord d'attaque.
A partir de là, des molécules d'air passent par le chemin supérieur de l'ailette (l'extrados) et d'autres par le chemin inférieur (l'intrados).
Comme ces deux chemins sont parcourus dans le même temps et que celui de l'extrados est plus long, les molécules sur ce dernier ont une vitesse plus grande.
On sait que si la vitesse augmente, la pression diminue. Un différentiel de pression apparaît donc et pousse l'ailette à se déplacer horizontalement dans la direction intrados → extrados.
L'avion avance.

On retrouve le même principe au niveau des ailes de l'avion sauf que le différentiel de pression est ici vertical et il permet ainsi à un avion de décoller.

Le filet d'air doit toujours se présenter devant le bord d'attaque avec le même angle d'incidence « α » relativement à la ligne de corde, et ceci, quelle que soit la section.
Comme ce profil de section a été conçu pour fonctionner de cette façon, c'est la condition à respecter absolument car elle permet d'optimiser son efficacité.
C'est le point de fonctionnement que l'on cherche à atteindre.

Le solide est un corps indéformable

L'hélice est un solide S.

C' est un ensemble de points vérifiant : $\forall M \text{ et } N \in S, \ \forall t$

$$\boxed{\left\{\frac{d\overrightarrow{MN}}{dt}\right\}_{R\in S} = \vec{0}}$$

Physiquement, la distance MN est donc constante.

R, repère attaché à S, est le repère d'observation, c'est aussi le repère de dérivation.

⇒ c'est l'INDERFORMABILITE qui caractérise le solide.

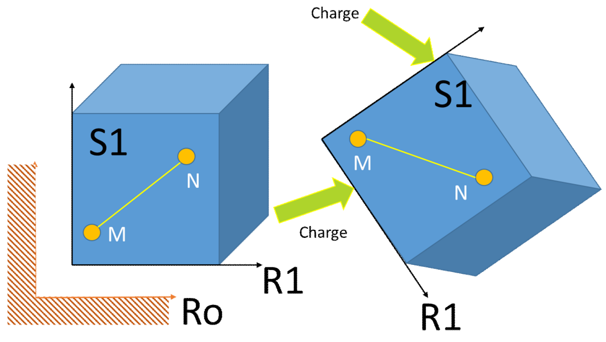


Illustration de l'indéformabilité sous charge

La mécanique du solide est finalement un cas particulier de la mécanique du point.

A partir de l'hypothèse, dite d'indéformabilité, il s'agit de reconstruire les relations de mécanique du point en contournant, à postériori, le calcul intégral fastidieux sur un système comprenant une infinité de points.

Donc, toutes les relations de mécanique du point restent valables.

Champ des vitesses d'un solide

$M \text{ et } N \in S_1 \ - \ observateur \ situ\acute{e} \ en \ O \ sur \ S_0$

Raccourci utilisé en méca. sol. *R0 = S0*
R1 = S1…

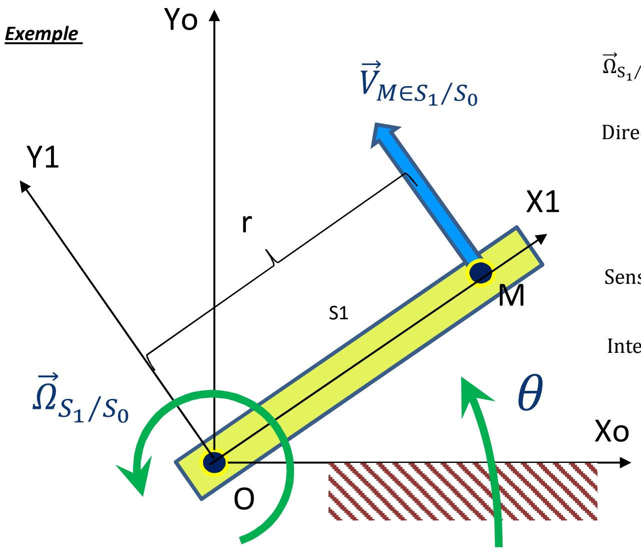
$$\left\{\frac{d\overrightarrow{MN}}{dt}\right\}_{S_1} = \vec{0} \ \Leftrightarrow \ \left\{\frac{d\overrightarrow{MN}}{dt}\right\}_{S_0} + \vec{\Omega}_{S_0/S_1} \wedge \overrightarrow{MN} = \vec{0}$$ (relation de BOUR)

$$\Leftrightarrow \left\{\frac{d}{dt}\overrightarrow{MO} + \overrightarrow{ON}\right\} + \vec{\Omega}_{S_0/S_1} \wedge \overrightarrow{MN} = \vec{0}$$ (relation de CHASLES)

$$\Leftrightarrow -\vec{V}_{M\in S_1/S_0} + \vec{V}_{N\in S_1/S_0} + \vec{\Omega}_{S_0/S_1} \wedge \overrightarrow{MN} = \vec{0}$$

$$\Leftrightarrow \ \boxed{\vec{V}_{M\in S_1/S_0} = \vec{V}_{N\in S_1/S_0} + \vec{\Omega}_{S_1/S_0} \wedge \overrightarrow{NM}}$$ Champs des vitesses d'un solide

Exemple



$\vec{\Omega}_{S_1/S_0} = +\dot{\theta}.\vec{z_0}$ car :

Direction = axe de rotation, donc ici $\vec{z}$
en observant le sens de la rotation
$\vec{z}$ est sortant aussi → c'est donc +

Sens = on compare avec le vecteur de la base

Intensité = $\frac{d\theta}{dt}$ ou θ' ou $\dot{\theta}$

$M \text{ et } O \in S_1$

Hypothèse obligatoire sinon pas de champ des vitesses.

$$\vec{V}_{M\in S_1/S_0} = \vec{V}_{O\in S_1/S_0} + \vec{\Omega}_{S_1/S_0} \wedge \overrightarrow{OM}$$

$$= \underbrace{\vec{0}}_{O\,\in axe} + \dot{\theta}\,\vec{z_0} \wedge r\,\vec{x_1}$$

$$= \dot{\theta} r\,.\vec{y_1}.\sin\frac{\pi}{2}$$

On constate donc que la vitesse obtenue est tangentielle (elle tangente la trajectoire circulaire de M dans So) et proportionnelle au rayon de rotation r.

$\vec{\Omega}_{S_1/S_0} = +\dot{\theta}.\vec{z_0}$