

## L'Hélice d'un avion

L'avion ne peut s'élever dans l'air que s'il est soumis à une poussée de bas en haut supérieur à son poids. Pour créer cette poussée ou force ascensionnelle, il faut créer une réaction aérodynamique appliquée aux ailes de l'avion et pour cela, le faire de se déplacer dans l'air avec une certaine vitesse.

L'hélice utilisée comme propulseur transforme l'énergie mécanique fournie par le moteur en effort de traction qui communique à l'avion le mouvement de translation nécessaire au vol.  
(Notons que l'hélice peut restituer jusqu'à 85 % de l'énergie reçue ce qui constitue un rendement excellent.)



## Le nombre de pales

Pourquoi modifie t'on le nombre de pales sur une hélice ?

C'est très simple, plus notre avion est gros, plus nous avons besoin de force tractive pour le propulser.

Pour ceci les hélices de petites tailles ne sont pas assez puissantes ! Alors on en augmente leurs tailles, seulement le problème c'est que l'on ne peut pas augmenter leurs tailles indéfiniment nous sommes limités physiquement par la vitesse en bout de pales !

C'est à dire :

Au fur et a mesure que l'on augment la taille d'une hélice, la vitesse en bout de pales, pour un même nombre de trs/mn moteur, augmentent aussi, mais si l'on approche de trop près la vitesse du son : mach 1, le bang sonique risque de dégrader très fortement l'hélice ! Pour parer à ce problème, les hélices sont donc généralement constituée de 2 . 3 . ou 4 pales.

Ainsi on peut diminuer la taille des pales d'hélices tout en ne faisant pas trop baisser son rendement propulsif.

La forme des hélices vient aussi jouer sur leurs caractéristiques, on en trouve 2 grands types différents :

1. - forme arrondie, la plus classique est celle qui offre un bon rendement (P39)
2. - forme rectangulaire, un peu moins classique qui a un moins bon rendement du a sa forme qui engendre de la traînée mais qui favorise les performances de montées (P47)



## le fonctionnement d'une hélice

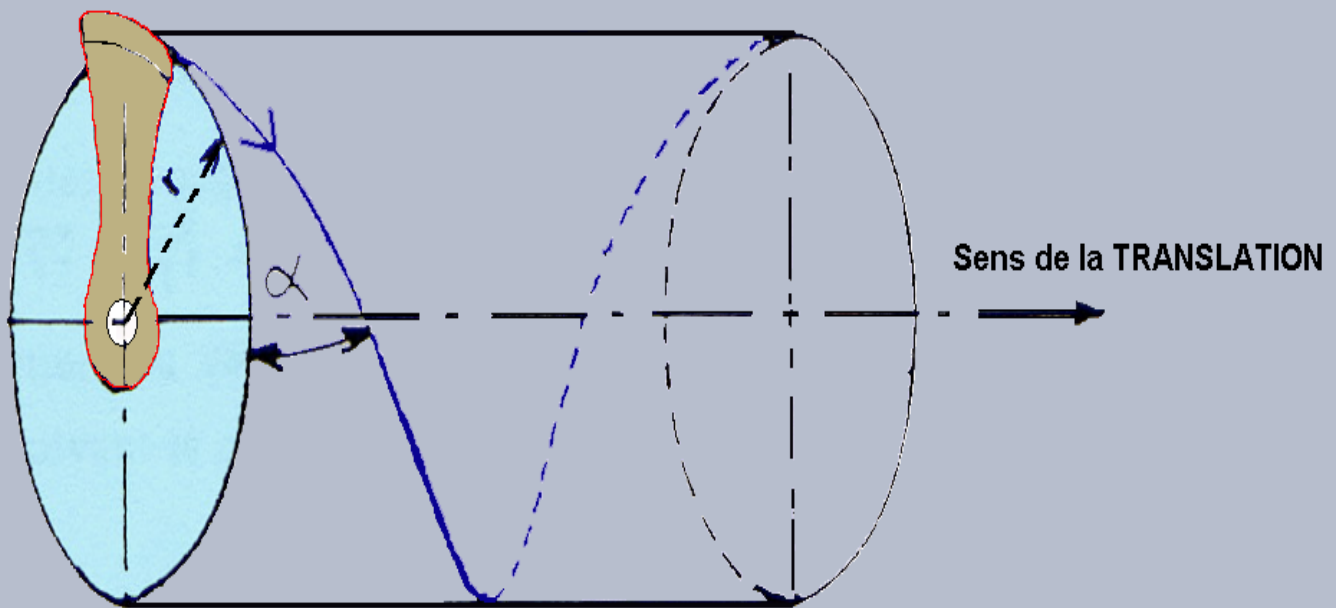
Comment marche une hélice ?

Tout d'abord il existe deux types de pas :

1. - Le pas Théorique
2. - Le pas aérodynamique (réel)

## Le pas Théorique

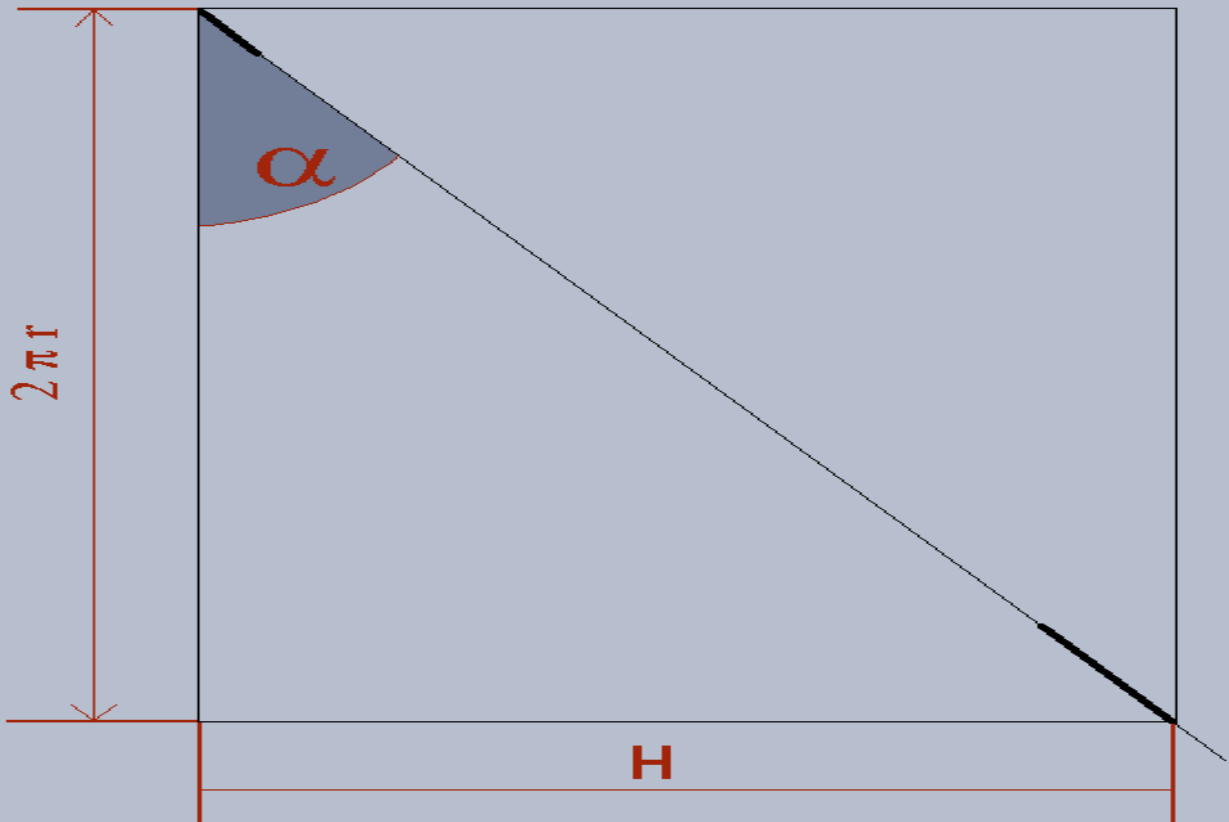
En effet théoriquement une hélice fonctionne comme une vis qui se vise dans le bois ,  
au fur et a mesure que l'hélice tourne , elle avance .



- R** → correspond au rayon de l'hélice, si l'on augmente la taille de l'hélice c'est ce paramètre qui va se retrouver influencer.
- $\alpha$**  → correspond à l'angle de calage de la pale

## Le pas Théorique (suite)

Si l'on met à plat cette avance on obtient.



**$2 \pi R$**  → correspond au rayon de l'hélice, si l'on augmente la taille de l'hélice c'est ce paramètre qui va se retrouver influencer.

**$\alpha$**  → correspond à l'angle de calage de la pale

**H** → correspond quand à lui au pas théorique de l'hélice, c'est à dire la distance parcourue par l'hélice horizontalement en un tour d'hélice. Seulement tout ceci n'est correct que dans la théorie, car à toutes ces données vient s'ajouter le fait que l'air soit compressible !!!

## Le pas Aérodynamique (réel)

Reprenons l'exemple de la vis à bois.

Le bois est dur et incompressible donc lorsque l'on visse d'un tout une vis elle rentre **TOUJOURS** de la même distance dans le bois.

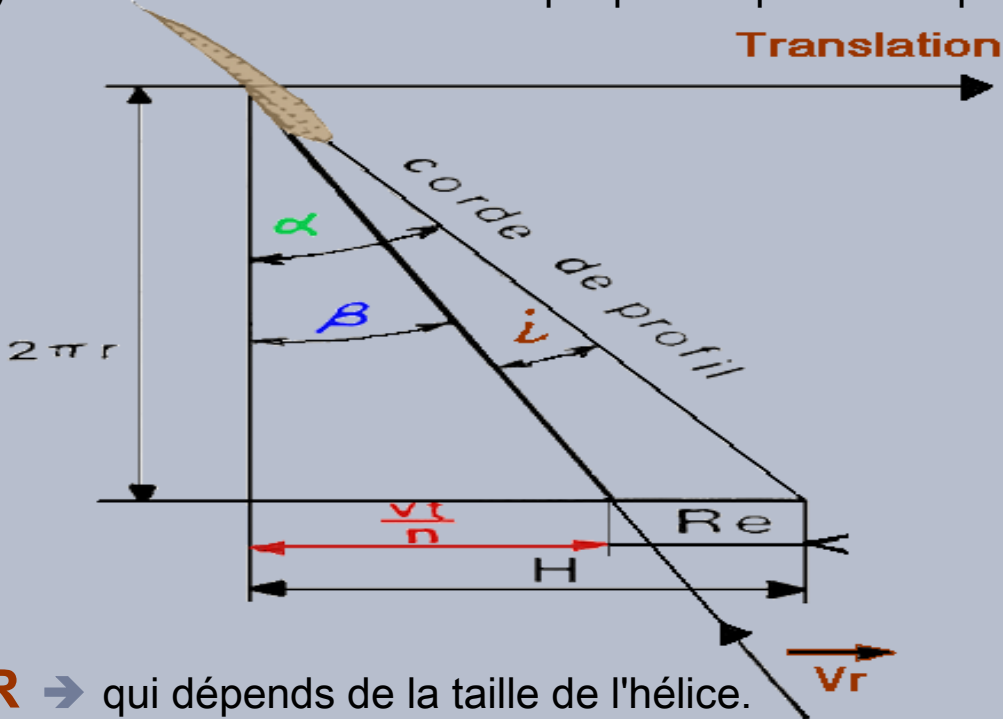
Dans le cas d'hélice ce n'est pas le cas, car l'air est compressible et donc lorsque l'on fait tourner l'hélice d'un tour on avancera pas toujours de la même distance horizontalement. (Ça aurait été trop simple !) Et l'air est même de plus en plus compressible à mesure que la vitesse augmente.

Cette compressibilité de l'air fait donc que l'avance réelle par tour ne peut être égale à l'avance théorique

## Le pas Aérodynamique (suite)

C'est donc sur le schéma ci contre que l'on peut voir réellement ce qui se passe sur une hélice :

On y retrouve le même schéma que pour le pas théorique :



- $2\pi R$**  → qui dépend de la taille de l'hélice.
- $H$**  → pas théorique
- $\alpha$**  → angle de calage de la pale. Le pas théorique se retrouve donc décomposé :
- $V t/N$**  → correspond au pas aérodynamique (pas réel) qui est en fait la vitesse divisée par le nombre de tours de l'hélice .
- $Re$**  → le recul qui correspond tout simplement à la différence des 2 pas
- $i$**  → qui correspond à l'angle d'incidence de la pale

Maintenant on peut voir qu'il existe une différence réelle entre le pas aérodynamique (le pas réel) et le pas théorique ! En effet le pas réel d'une hélice est inférieur à ce que l'on aurait cru avoir en réalité.



## Pourquoi change t'on le pas ?

Et bien si l'on étudie un peu le comportement d'un avion durant ses phases de vol, on voit vite la nécessité d'une variation du pas d'hélice :

### L'hélice en montée

Dès qu'un avion est mis en montée, son poids vient s'ajouter à la traînée qu'il produit aérodynamiquement habituellement, donc la vitesse de l'avion diminue pour une même puissance de gaz moteur.

Sur notre schéma, le paramètre influé est donc  $V_t$  (la vitesse) et comme nous disions précédemment en montée, il se retrouve diminué ! Par suite le pas réel  $V_t/N$  diminue et donc l'angle d'incidence de la pale  $i$  augmente ce qui produit une charge supplémentaire sur les pales. On se retrouve alors avec un déséquilibre entre la puissance moteur et le poids de l'avion à tirer, pour maintenir le régime, il faut augmenter la puissance moteur

### L'hélice en piquée

Lorsque l'avion est en piqué c'est l'effet inverse de la montée qui se produit, cette fois le poids de l'avion vient s'ajouter à la force de traction de l'hélice et donc la vitesse de l'avion augmente rapidement.

C'est toujours le paramètre de la vitesse avion  $V_t$  qui est influé mais cette fois il augmente fortement ! Donc l'angle d'incidence  $i$  de la pale diminue, la charge sur les pales diminue. Pour maintenir le régime, il faut diminuer la puissance moteur.

### Le pourquoi !

C'est la question fatidique ! on a constaté qu'en piqué comme en montée, la variation de vitesse modifie l'angle d'incidence de notre pale qui modifie le régime moteur.

Pour éviter ses modifications de régime, il faut agir soit sur le régime, soit sur le pas pour conserver un angle d'incidence optimum. C'est la deuxième solution qui est adoptée et réalisé en dotant l'hélice d'un système de changement de pas



## Les cas particuliers

### le piqué à très grande vitesse

Lors de piqué à très grande vitesse, il arrive que le pas réel dépasse le pas théorique ( $V \uparrow t$  augmente bcp) dans ce cas on assiste à un emballement du moteur, le pilote doit réduire la puissance moteur à sa valeur minimale. Ce qui peut s'avérer insuffisant : on voit donc tout l'intérêt qu'il y a de pouvoir augmenter le pas d'hélice.

### Panne moteur sur avion multimoteur

Si un avion multimoteur vient à perdre un moteur, que va t'il se passer ? Le vent relatif attaque la pale sur le dessus et entraîne une réaction aérodynamique qui entraîne l'hélice en rotation et s'oppose à la trajectoire de l'avion. La conséquence de la force T qui s'oppose à la trajectoire de l'avion et qui crée un moment qui tend à faire pivoter l'avion sur la gauche, ce mouvement de pivotement étant très difficile à contrer par le pilote.

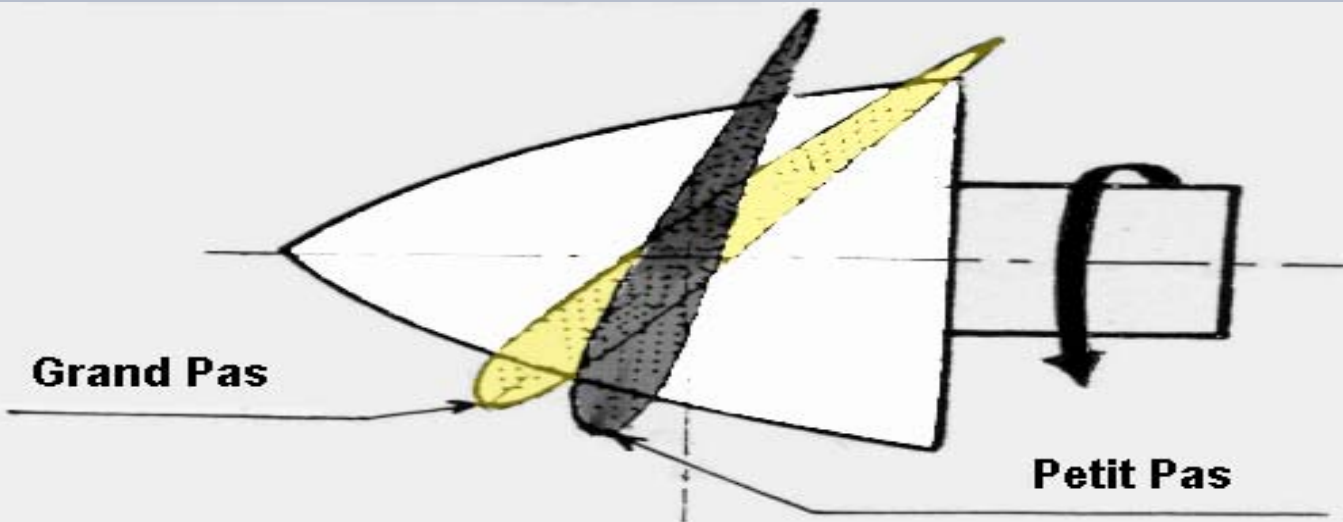
Afin d'éviter les conséquences de ce fonctionnement anormal de l'avion, les hélices des avions multimoteurs peuvent être amenées dans la configuration telles que l'hélice ne tourne plus, cette configuration de l'hélice s'appelle : Mise en **DRAPEAU**.



## Les cas particuliers

### Panne moteur sur avion multimoteur (suite)

les différents pas de l'hélice :



Sur ces deux schémas on peut voir les différents types de pas d'hélice

