

# Technique de vol d'un hélicoptère RC

Sylvain Marron

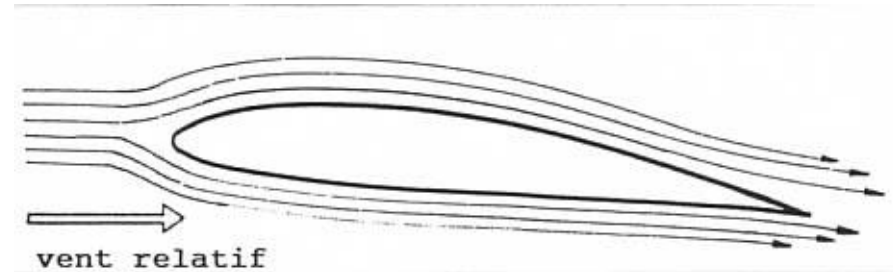
# 1<sup>ère</sup> Partie: Principe de vol

- Les pales
- Le plateau cyclique
- Le pas collectif
- Le pas cyclique
- L'anticouple
- La barre de Bell

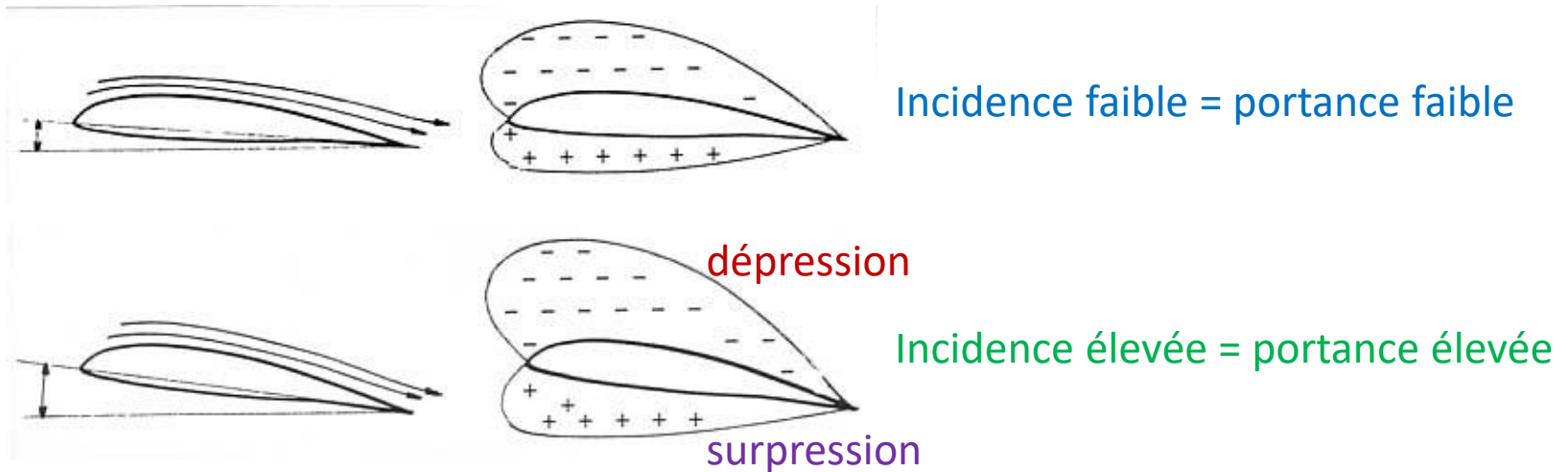


# Les pales

- Les pales ont un **profil symétrique**



- La portance est due à la **vitesse de rotation** des pales et à leur **incidence**



# Le plateau cyclique

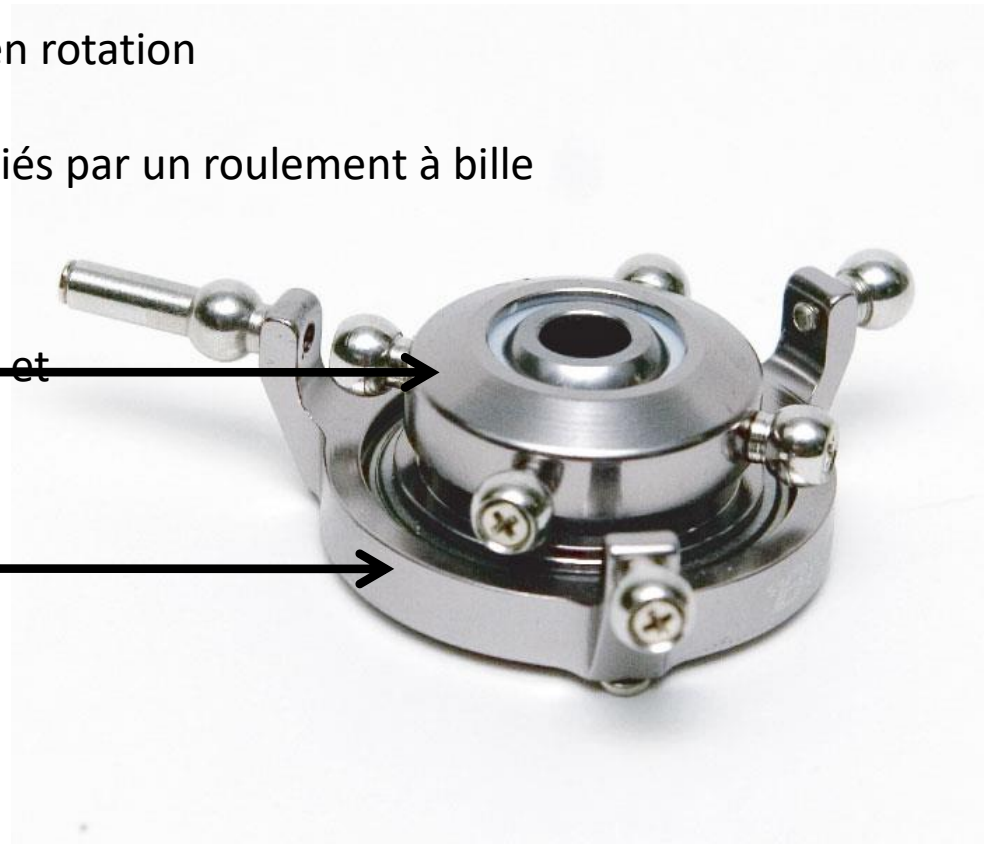
- Le plateau cyclique **transmet les commandes au rotor principal**
- Il est situé sur le mât rotor
- Il est composé de **2 plateaux** :
  - d'un plateau supérieur qui est en rotation
  - d'un plateau inférieur fixe→ Les deux plateaux sont reliés par un roulement à bille

➤ Le plateau **supérieur** est relié aux pales et tourne avec le rotor

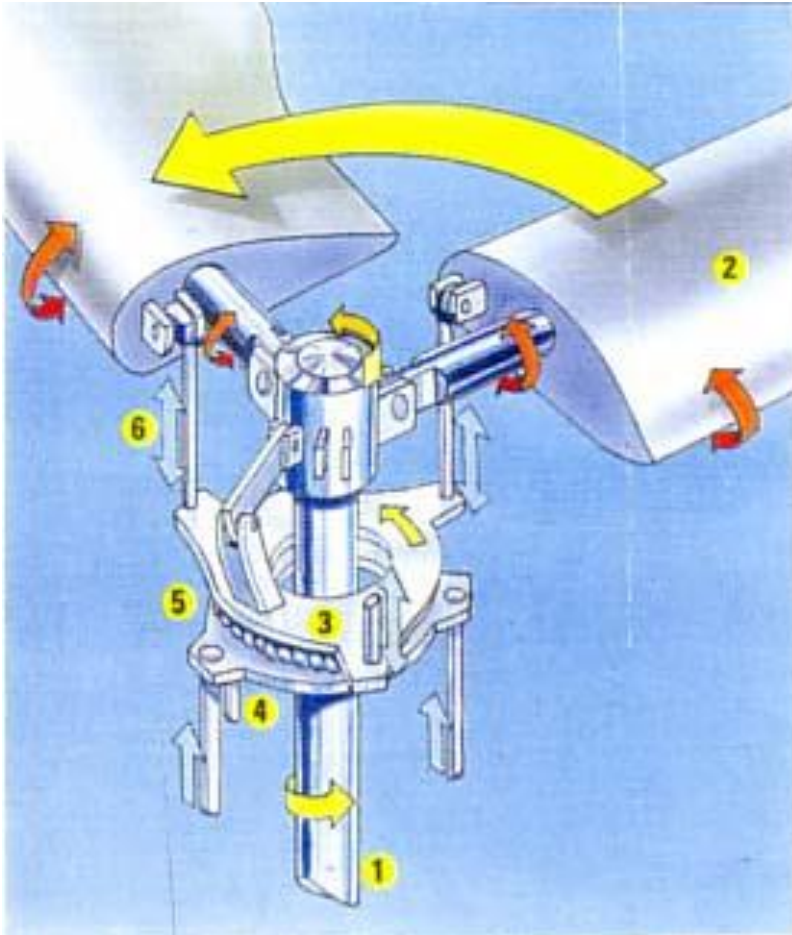
*plateau supérieur  
en rotation*

➤ Le plateau **inférieur** est relié aux commandes de cyclique et de collectif contrôlées par les servos

*plateau inférieur  
fixe*



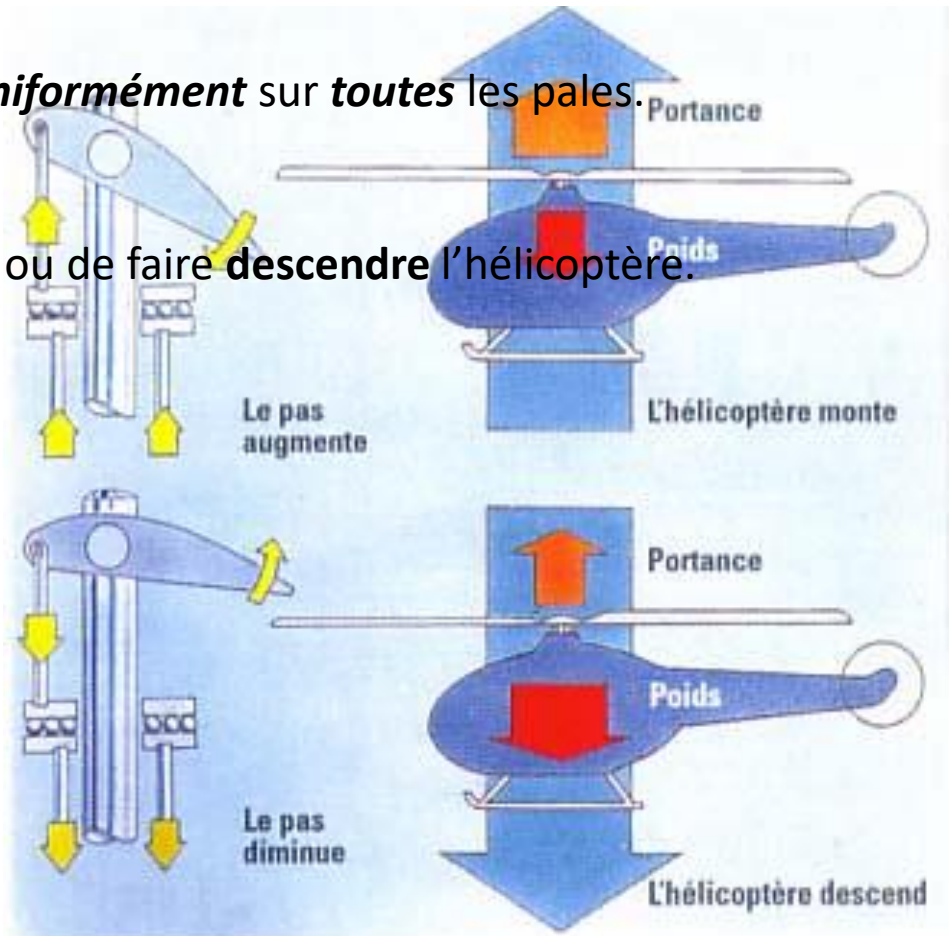
# Fonctionnement du plateau cyclique



- Le moyeu (1), les pales (2) et le plateau cyclique supérieur (3) sont solidaires et sont en rotation
- Les commandes inclinent ou soulèvent le plateau cyclique inférieur (4) qui transmet son mouvement au plateau supérieur via un roulement à bille (5)
- Du coup, les biellettes (6) se lèvent ou s'abaissent modifiant l'incidence de chaque pale.

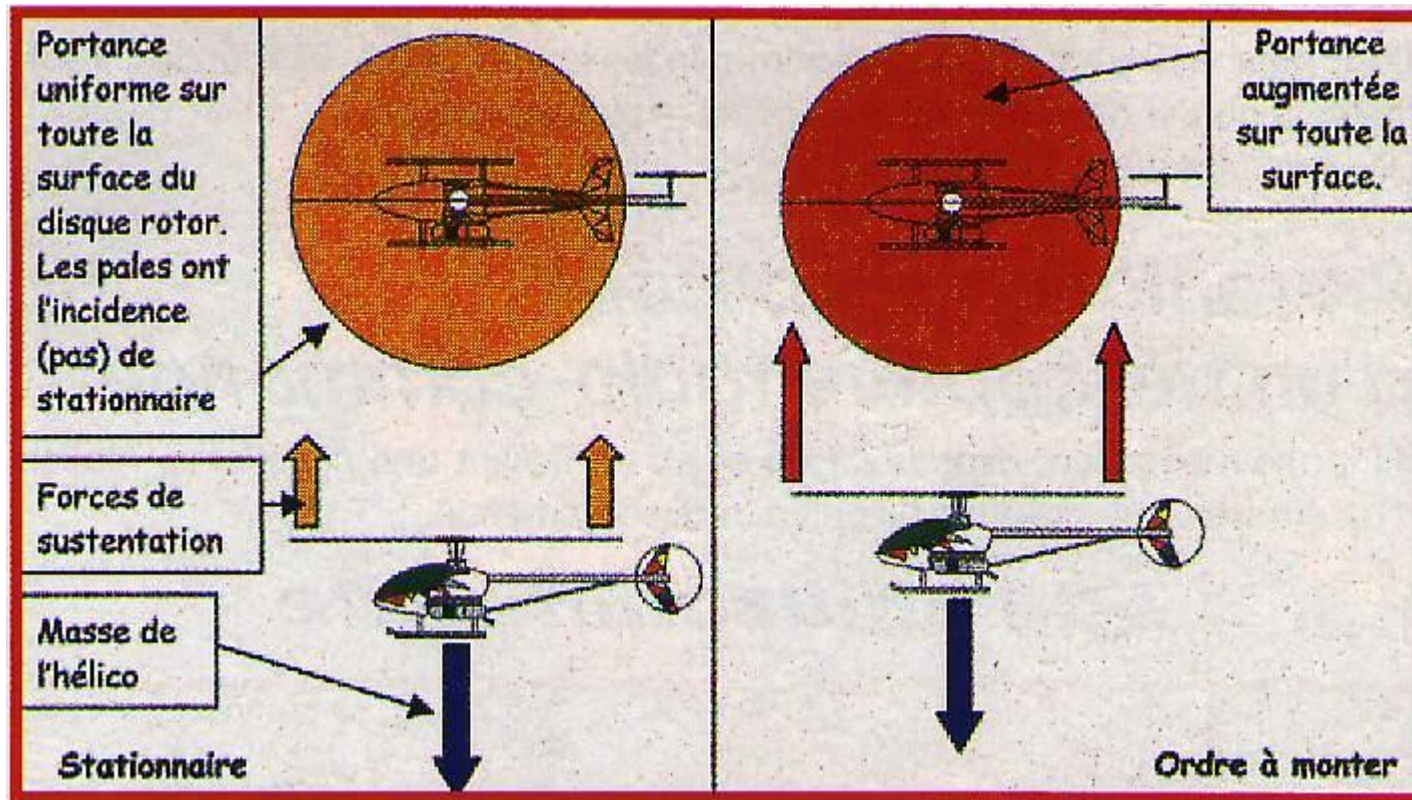
# Commande de pas collectif

- ✓ La commande de **pas collectif** agit **uniformément** sur **toutes** les pales.
- Lorsque le plateau cyclique se lève
  - l'incidence de **TOUTES** les pales **augmente** = portance augmente
  - Cette commande permet de **monter** ou de faire **descendre** l'hélicoptère.



- Lorsque le plateau cyclique s'abaisse
  - l'incidence de **TOUTES** les pales **diminue** = portance diminue

# Action du pas collectif



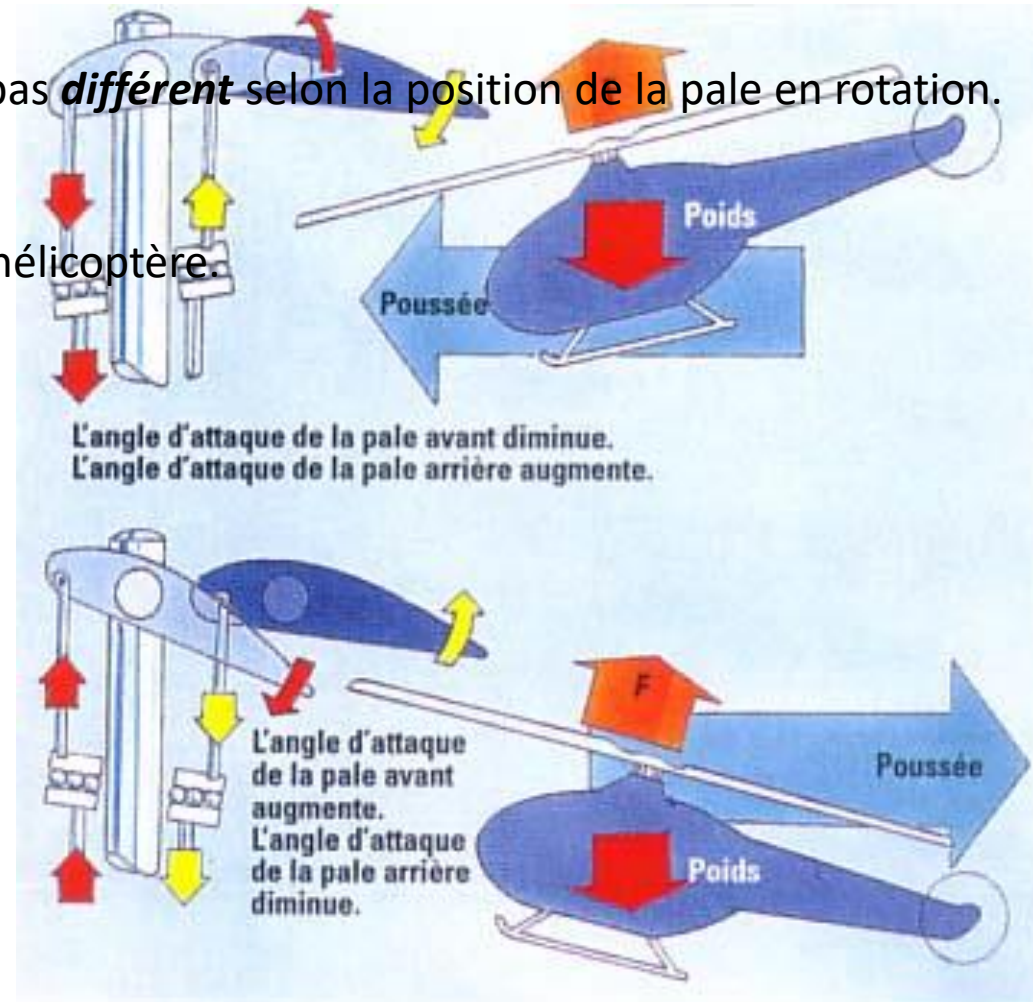
# Commande de cyclique

- Lorsque le plateau cyclique est incliné vers l'avant
- ✓ La commande de **cyclique** donne un pas **différent** selon la position de la pale en rotation.

→ l'incidence de la pale **avant** **diminue**

✓ Cette commande permet **d'incliner** l'hélicoptère.

→ l'incidence de la pale **arrière** **augmente**



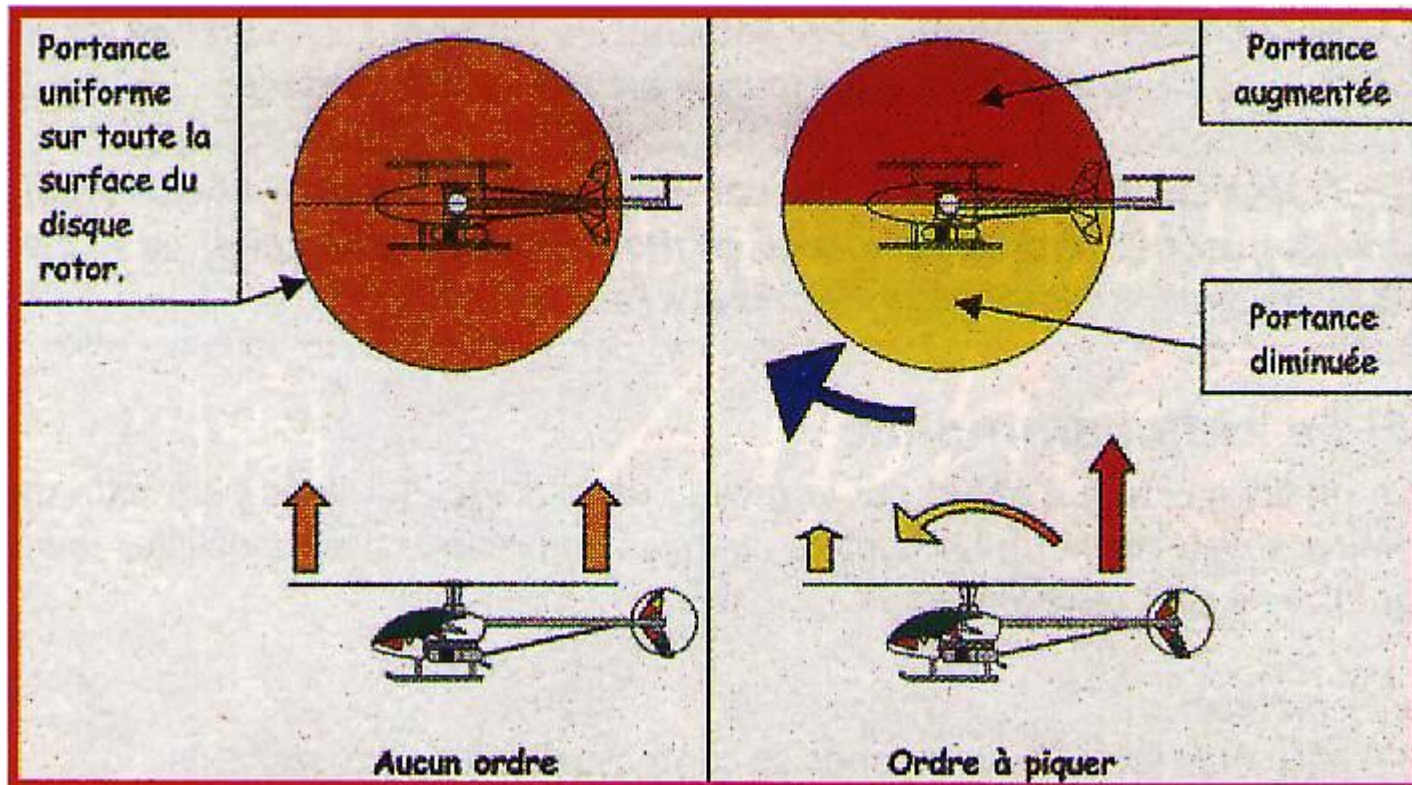
- Lorsque le plateau cyclique est incliné vers l'arrière

→ l'incidence de la pale **avant** **augmente**

→ l'incidence de la pale **arrière** **diminue**



# Action du pas cyclique

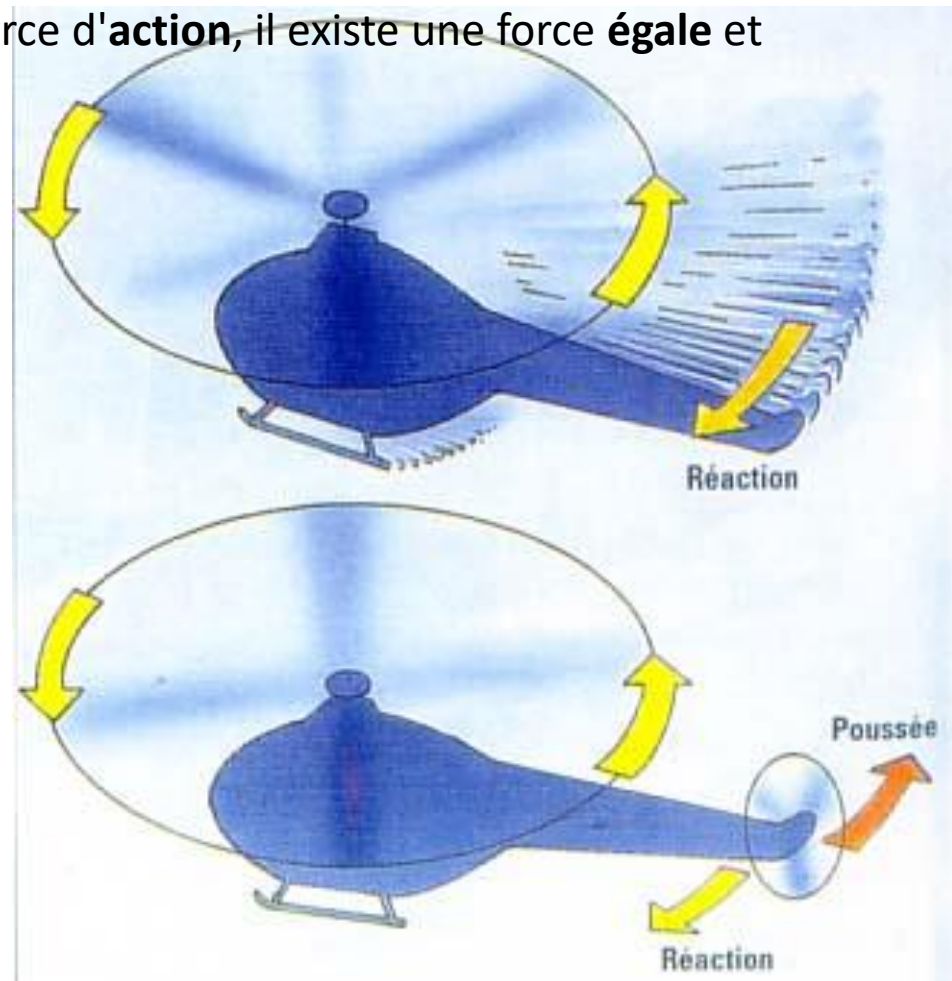


# L'anticouple

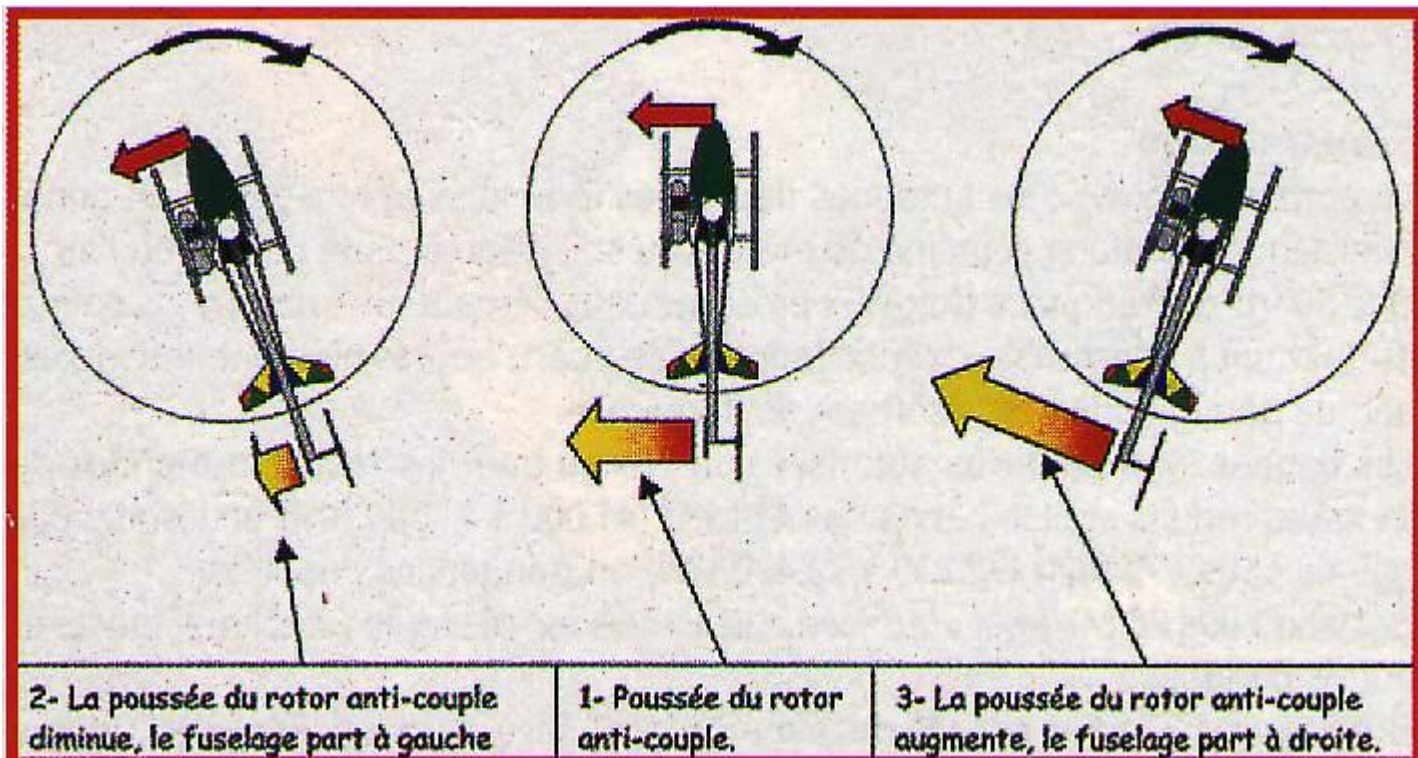
✓ Principe de Newton: pour chaque force d'**action**, il existe une force **égale et inverse de réaction**

=> La **rotation du rotor** tend à faire tourner le fuselage en **sens inverse**.

=> pour contrer ce couple un **rotor de queue (anticouple)** est placé à l'arrière pour empêcher l'hélicoptère de tourner sur lui-même.



# Action de l'anticouple



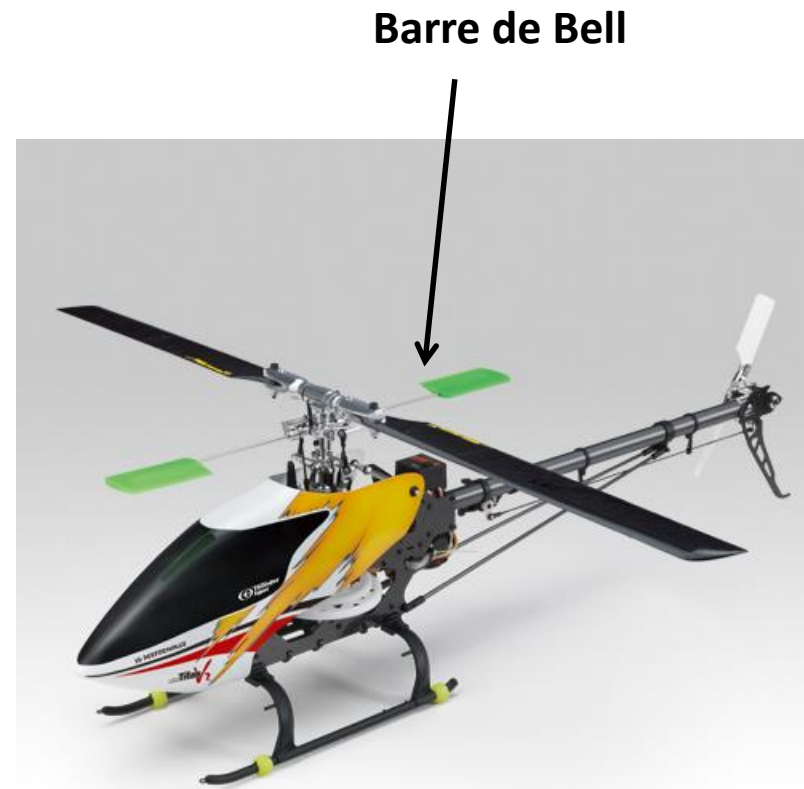
**Note:** la flèche rouge représente le couple de rotation subit par le fuselage.

# La barre de Bell-Hiller

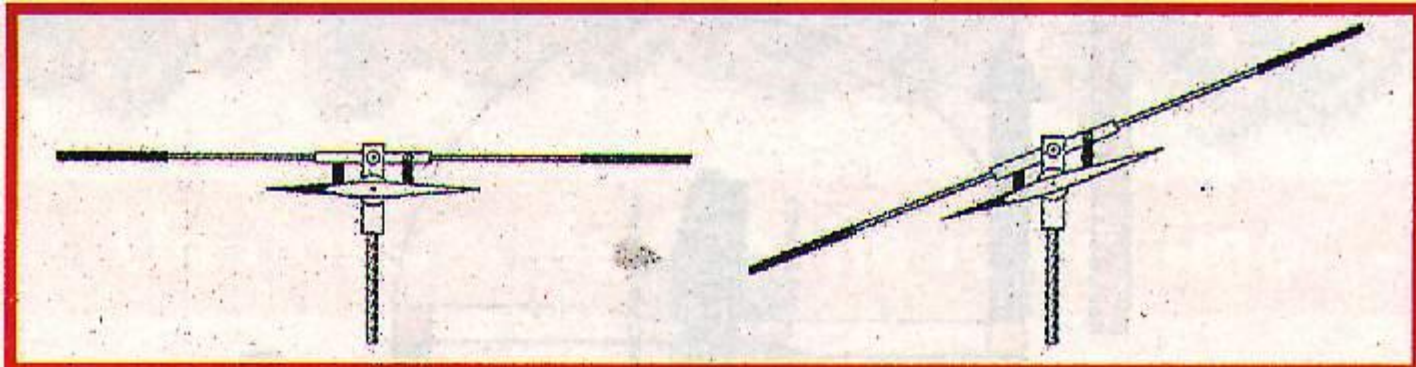
- ✓ La barre de Bell tourne dans un plan **parallèle** à celui du rotor
- ✓ Elle est munie de palettes **profilées** et **lestées**

## Les effets de la barre de Bell:

- **stabilisation gyroscopique** : tend à stabiliser le plan de rotation du rotor  
→ meilleure résistance au vent
- **soulage l'effort fourni par les servos**:  
les servos commandent la barre de Bell, plus légère que les pales.



# Principe de la barre de Bell



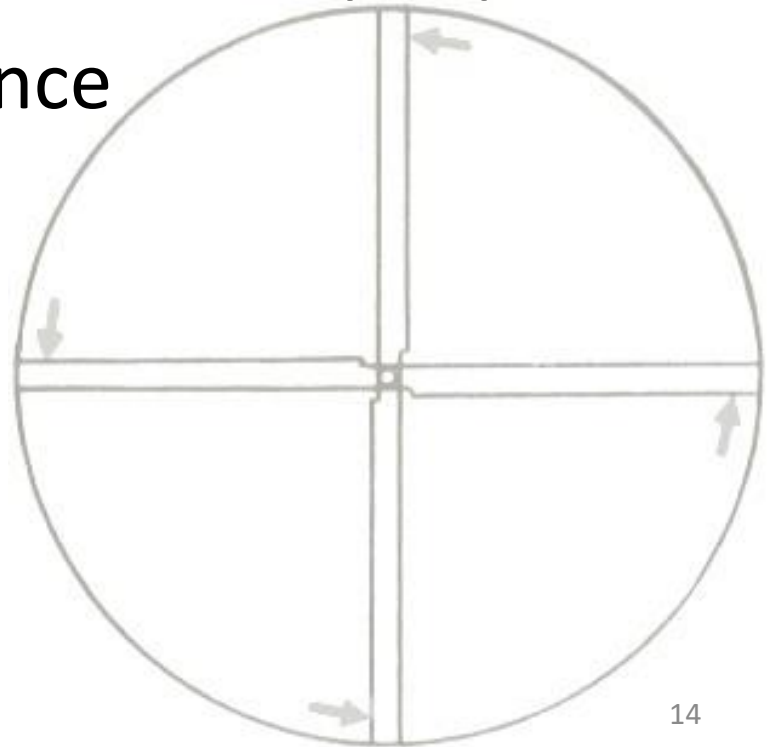
- La barre de Bell est "liée" aux pales du rotor principal.
- En s'inclinant elle fait varier l'incidence des pales, en l'augmentant pour l'une d'elles, et en la diminuant pour l'autre.

=>

- Lorsque le plateau cyclique s'incline, il commande une variation d'incidence des palettes de la barre de Bell.
- La barre de Bell finit par s'incliner, ce qui modifie l'incidence des pales du rotor principal qui s'incline à son tour.

# 2<sup>nde</sup> Partie: Phénomènes induits

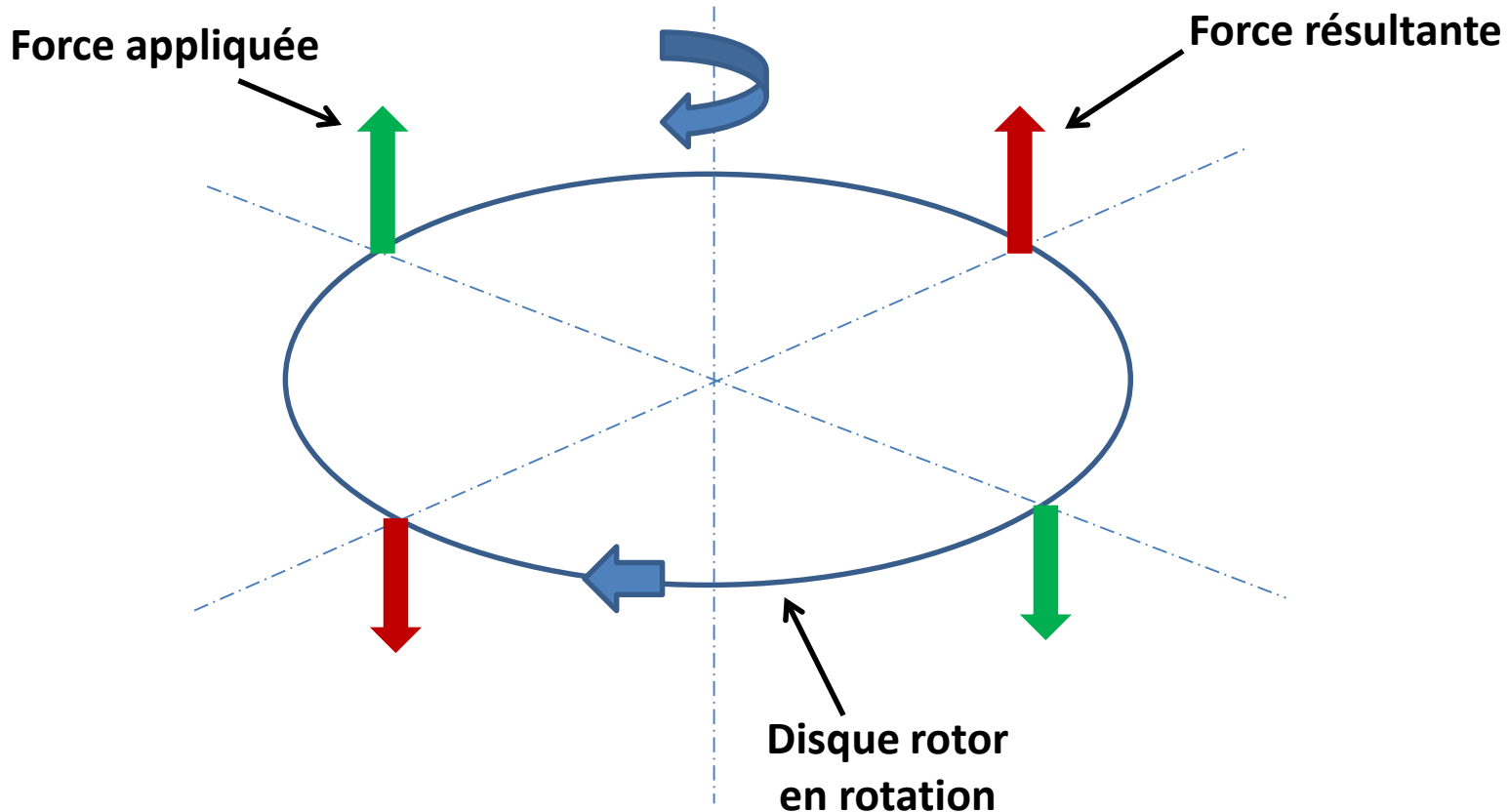
- La précession gyroscopique
- Décomposition d'un ordre au cyclique
- Dissymétrie de portance



# Précession gyroscopique

Phénomène apparaissant sur un objet en rotation:

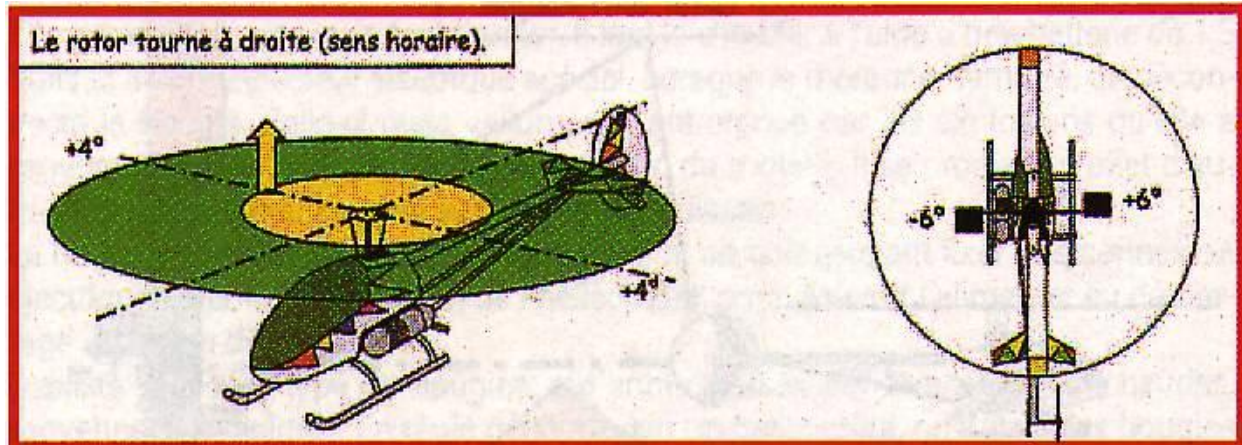
Lorsqu'une **action** est appliquée, la **réaction** est décalée de  $90^\circ$  plus loin dans la **direction de rotation**.



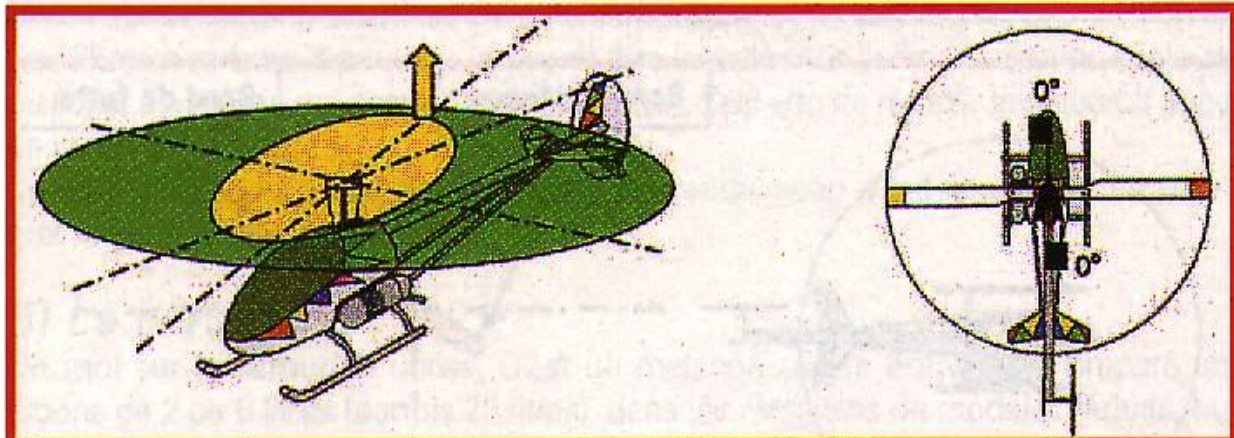
# Décomposition d'un ordre au cyclique

Exemple: depuis une position stationnaire on applique un ordre à **piquer**

- la barre de Bell reçoit l'ordre → son pas est modifié ( $+6^\circ$ ,  $-6^\circ$ )



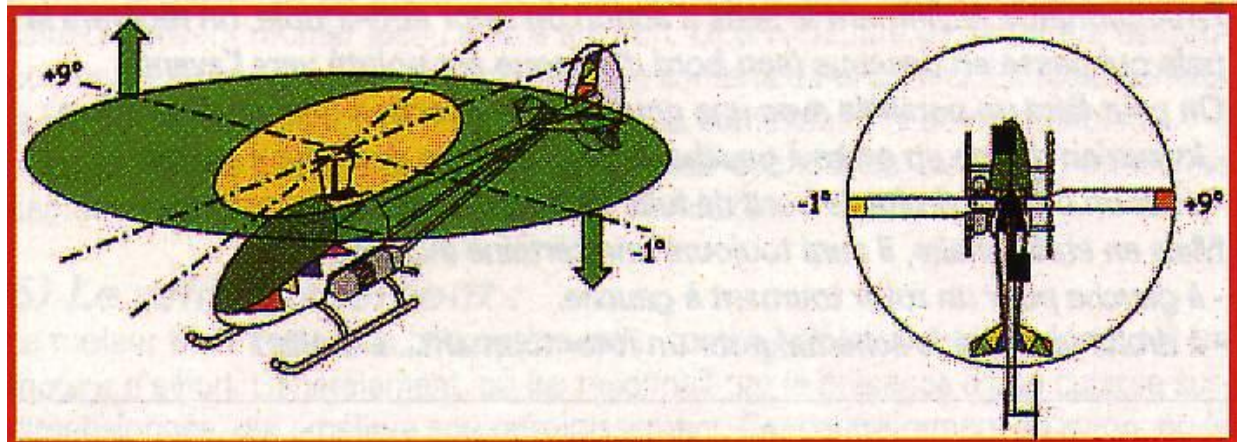
- **précession gyroscopique** → elle s'incline un quart de tour plus loin



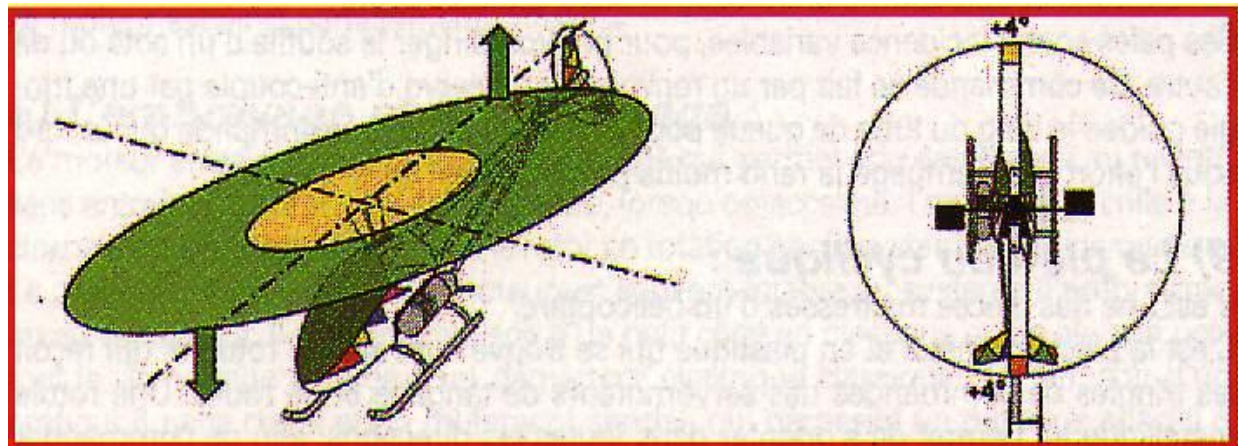


# Décomposition d'un ordre au cyclique

- l'inclinaison de la barre de Bell modifie l'incidence des pales principales  
→ l'incidence passe de  $(+4^\circ, +4^\circ)$  à  $(+9^\circ, -1^\circ)$



- **précession gyroscopique** → le rotor est soulevé un quart de tour plus loin



# Dissymétrie de portance

- ✓ Le vol en translation génère une **dissymétrie de portance**
- ✓ Le **vent relatif s'ajoute** à la pale **avançant**, et il se **soustrait** à la pale **reculant** => portance dissymétrique

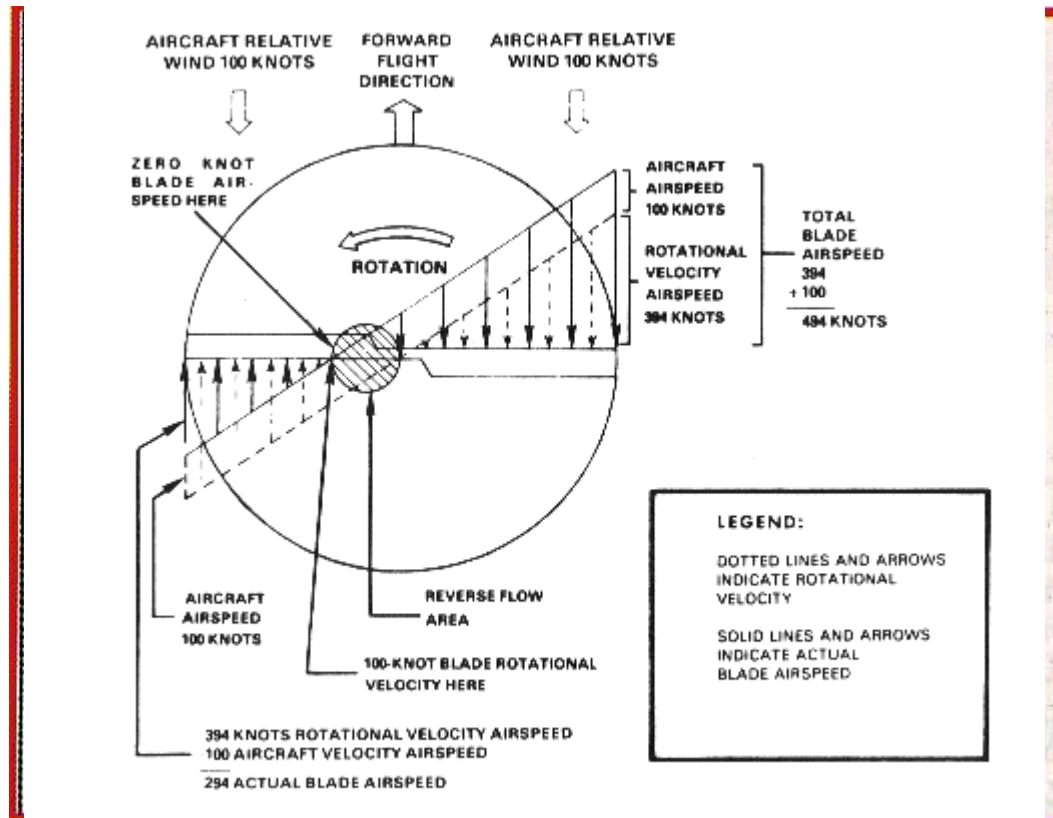
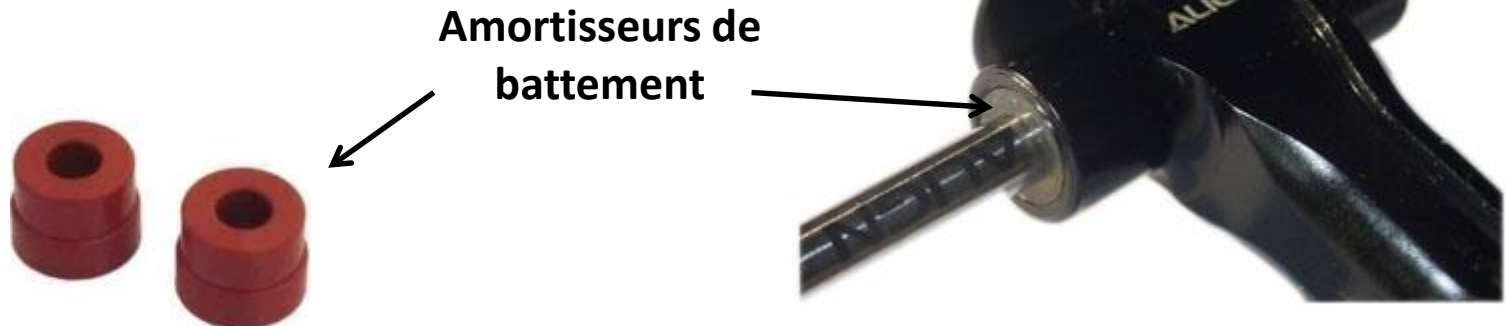


FIGURE 2-49. DISSYMMETRY OF LIFT.

# Dissymétrie de portance

	Pale avançant	Pale reculant
Vitesse relative	+	-
Portance	+	-
Mouvement	Monte	Descend

- ✓ Des **amortisseurs de battement** sont placés autour de l'axe supportant les pales afin d'offrir un degré de liberté
- ✓ Les pales peuvent alors « battre » légèrement sans incliner l'hélicoptère.



# Sources

- Okapi
- Article “Débuter en Hélico” de Stéphane Postigo:  
<http://thunderdarkdevil.modelisme.com/debuterenhelico.htm>
- Helicopter Aviation:  
[http://www.copters.com/helo\\_aero.html](http://www.copters.com/helo_aero.html)