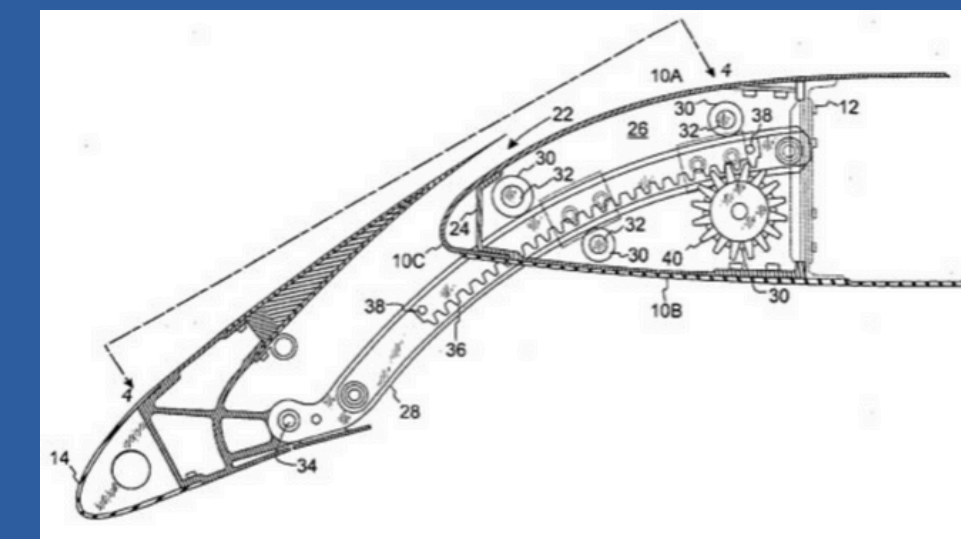




# Mécanisme de déploiement de volet d'avion :

Problématique : Comment déployer un volet d'avion afin de modifier la portance d'un avion ?



Mots-clés : Portance, Aile, Bec, Prototype, Liaisons Mécaniques

**CONTEXTE**

- Angle d'attaque élevé (air/avion) + basse vitesse => **DÉCROCHAGE**
- Voler dans ces conditions est souvent nécessaire notamment pendant les phases d'atterrissage et de décollage.
- Cela afin de permettre aux avions d'utiliser des pistes plus courtes, de réduire la consommation de carburant et d'augmenter l'efficacité opérationnelle.
- Dans le domaine militaire, une augmentation de portance permet une meilleure manœuvrabilité de l'avion.

*https://aerodynamismetpe-15.websself.net/les-differentes-ameliorations*

**OBJECTIFS**

- Déploiement automatique d'un mécanisme à l'avant de l'aile en fonction des données acquises par les capteurs de vol => capteur d'angle d'attaque.
- Volet à déploiement progressif, réglé en fonction de l'angle d'attaque.

**ÉTAT DE L'ART**

Bord d'attaque actionné par biellette	Volets Kruger	Smart droop nose
Avantages : -Augmentation de Portance -Augmentation de Surface -Plusieurs positions possibles	Avantages : -Augmentation de Portance -Augmentation de Surface -Augmentation de Courbure	Avantages : -Réduction des pertes de performances
Inconvénient : -Peut se replier sous l'effet de la pression	Inconvénient : -Une seule position	Inconvénient : -Pas d'augmentation de la surface

**Conclusion:**  
 Pour le choix du système on prend le mécanisme pignon-crémaillère car il ressemble beaucoup au système de bielle mais avec en plus, une capacité d'irréversibilité. Il est aussi plus compacte.

**Schéma brevet déposés par:**  
 T, Bliesner Wayne. Leading Edge Slat/wing Combination. US 5839699  
 A, 12 août 1996

**ANALYSE FONCTIONNELLE**

FP : Fonction principale  
 FC : Fonction de contrainte

Fonction	Caractéristiques	Contraintes
FP1 : Déployer le bec de bord d'attaque	FP1.1 Rapidité FP1.2 Mouvement FP1.3 Réactivité	FC1 : Avoir de bonnes caractéristiques aérodynamiques FC2 : Résister et compenser les efforts internes et externes FC3 : Assurer la MIP et la MAP sur l'aile FC4 : Automatiser le déploiement du bec de bord d'attaque
FC1.1 Profil biconvexe de l'aile	FC1.1-1 Temps de déploiement position max <5s FC1.1-2 Temps de rétractation <5s FC1.2-1 Inclinaison +30° FC1.2-2 Distance de déplacement linéaire 1m FC1.3-1 Temps de latence <1s	FC2.1 Charge admissible <1000N/m FC2.2 Résistance de l'air +100N/m FC2.3 Vent relatif
FC3.1 Eléments de fixation et éléments structurels FC3.2 Connexion au système de transmission de puissance	FC3.1-1 Forme du bec adaptée au vol et à l'aile FC3.1-1 Eléments simples et peu coûteux FC3.2-1 Connexion à un arbre motorisé	FC4.1 Changements de caractéristiques de vol FC4.1-1 Intégration de capteurs d'angle d'attaque et de vitesse FC4.1-2 Automatisation garanti par l'ordinateur de contrôle de vol

Le cahier des charges s'applique à un système à l'échelle réelle, conçu pour être intégré sur des avions de grande envergure, tels que les gros porteurs comme le Boeing 747. Pour notre prototype, nous avons opté pour une échelle réduite de 1:10.

**ÉTUDES ET DÉVELOPPEMENTS**

**Étude cinématique :**

**Loi entrée-sortie :**  
 Coordonnées du bec en fonction de l'angle de rotation du pignon.

**Calcul de réduction :**

$$\frac{N_{ps}}{N_1} = \frac{\omega_{ps}}{\omega_1} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} = \frac{-C_1}{C_{ps}}$$

$$\alpha_{ps} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} \times \alpha_1$$

- Zi : Nombre de dents par pignon i
- N, ω : Vitesse de rotation (tr/min et rad/s)
- C : Couple (N.m)
- Angle α1 : Angle de rotation en entrée (moteur)
- Angle αps : Angle de rotation en sortie (porte-satellite)

**Note :** Le système de réducteurs dans le système réel se situe dans le fuselage et non dans l'aile.

**À partir de l'équation de cercle :**

$$(x - x_c)^2 + (z - z_c)^2 = R^2$$

- Angle α : Angle de rotation effectué par le pignon
- Angle β : Angle de rotation effectué par la crémaillère
- R : Rayon de la crémaillère courbée
- r : Rayon du pignon

**Réduction 1:10 réalisée par un train épicycloïdal**

Dimensionnement train épicycloïdale (utilisation du calcul de réduction) :

- Couronne : 90 dents, diamètre = 180 mm
- Pignon satellites : 40 dents, diamètre = 80mm
- Pignon planétaire : 10 dents, diamètre = 20mm

**CONCLUSION**  
 Le dispositif d'augmentation de portance conçu repose sur un mécanisme de **pignon et crémaillère courbée**, permettant à la fois le déploiement longitudinal du bec de bord d'attaque et l'ajustement de son inclinaison. Ce mécanisme réalise l'objectif de déploiement progressif, où, pour un angle d'attaque donné, une distance spécifique de déploiement est obtenue.

**PERSPECTIVES**

- Choix du moteur - Vitesse de rotation très faible => 1 seul tour de pignon - le déploiement maximal. => **Moteur pas à pas**
- Automatisation du système grâce au codage en Arduino et par l'installation de capteur d'angle et de vitesse ou système équivalent
- Réalisations de tests pour la découpe laser afin de maîtriser le jeu et la déformation de la pièce du à la température

**Dimensionnement :**  
 À partir de la loi entrée-sortie, on peut déterminer les dimensions des composants :

**On pose deux conditions de départ :**

- La rotation à effectuer par le pignon de la crémaillère.
- La longueur linéaire de la crémaillère courbée c = Rayon R de la crémaillère.

**Nous avons ensuite deux critères à respecter du Cahier Des Charges :**

- La longueur de déploiement maximale du bec selon l'axe x (100±5mm).
- L'inclinaison du bec (30±5°).

Après étude géométrique et algébrique, on en déduit un **coefficient k** qui valide la condition n°2.

**En reprenant la loi E/S avec les critères posés (sur x) :**

$$-\frac{c}{2} - 100 = \cos\left(\frac{360 \cdot c \cdot k}{c} + 120\right) \cdot c$$

**On trouve c = 209mm et r = 28mm**

**Vérification du critère d'inclinaison 30±5° :**

$$\theta = \arctan\left(\frac{138,366}{204,5}\right) = 34^\circ$$

(209/2 + 100 = 204,5mm)

**CONCLUSION**  
 Le dispositif d'augmentation de portance conçu repose sur un mécanisme de **pignon et crémaillère courbée**, permettant à la fois le déploiement longitudinal du bec de bord d'attaque et l'ajustement de son inclinaison. Ce mécanisme réalise l'objectif de déploiement progressif, où, pour un angle d'attaque donné, une distance spécifique de déploiement est obtenue.

**PERSPECTIVES**

- Choix du moteur - Vitesse de rotation très faible => 1 seul tour de pignon - le déploiement maximal. => **Moteur pas à pas**
- Automatisation du système grâce au codage en Arduino et par l'installation de capteur d'angle et de vitesse ou système équivalent
- Réalisations de tests pour la découpe laser afin de maîtriser le jeu et la déformation de la pièce du à la température

**Planning du projet :**

**Références scannez le QR code**