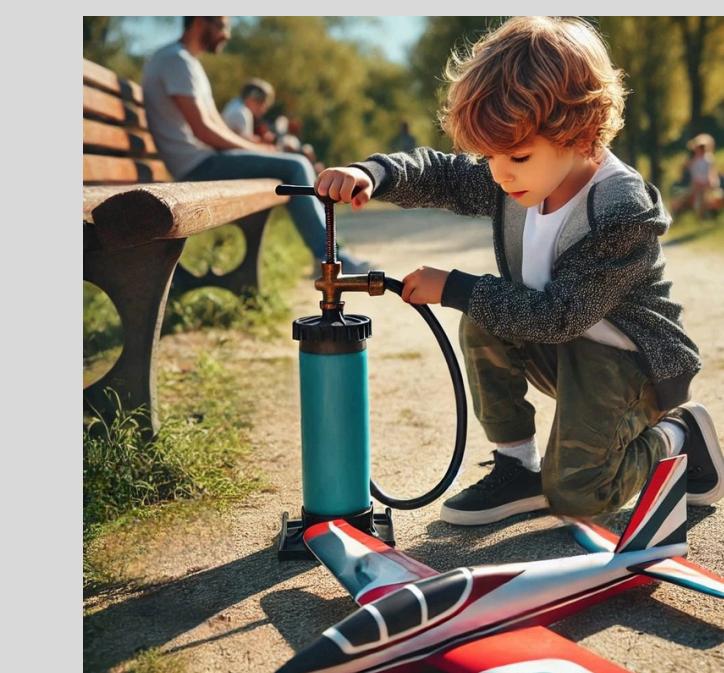


Prototypage d'un moteur pneumatique : Application sur un avion de modélisme

Contexte

Motorisation pneumatique : un enjeux écologique actuel et technique,
Un moteur prometteur pour plusieurs de nos appareils (outillage, jouets, etc.)
En moyenne de 2,28kg de CO₂ pour une combustion de 1L de carburant
Recherche d'une alternative énergétique à la combustion du carburant
Une des solutions sont les moteurs pneumatiques : Une approche "low-tech".



Généré par IA (Dall-e)

Objectif

Motoriser un avion de modélisme avec une énergie pneumatique.

I/ Analyse

Veille informationnelle :

Science ouverte : Moteur pneumatique à échelle d'avion de modélisme fonctionnant avec un piston.

Avantages :

- Pas de rejet polluant lors de l'utilisation.
- Pas de combustion.
- Stockabilité très longue durée.

Inconvénients :

- Faible rendement.
- Instabilité des performances.

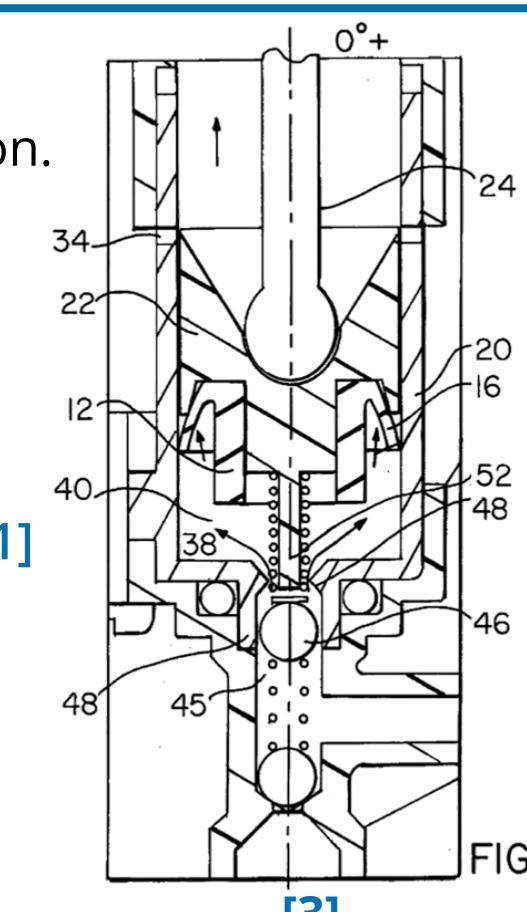


FIG.5 [3]

- Étanchéité piston unidirectionnelle → Joint simple effet sur piston tirée veille bibliographique [1]
- Type d'hélice → Hélice à 2 pales généralisée sur le marché d'avion modélisme
- Ajout d'un ressort pour améliorer le renvoi de force

Peu d'articles (7) trouvables et sont souvent que des recherches théoriques, peu de brevets (8) n'étant concrets que dans le loisir, une technologie seulement naissante. [2]

Diagramme pieuvre :

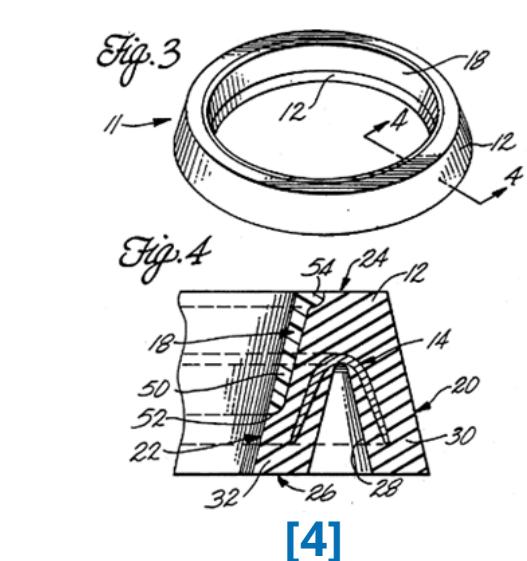
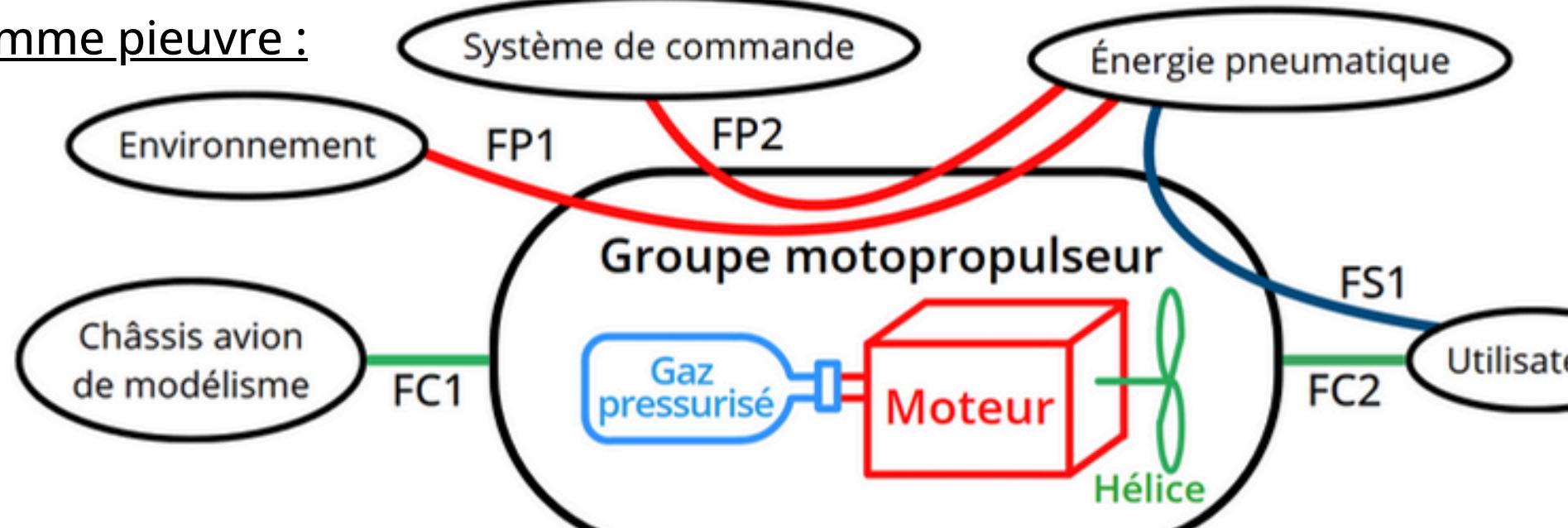


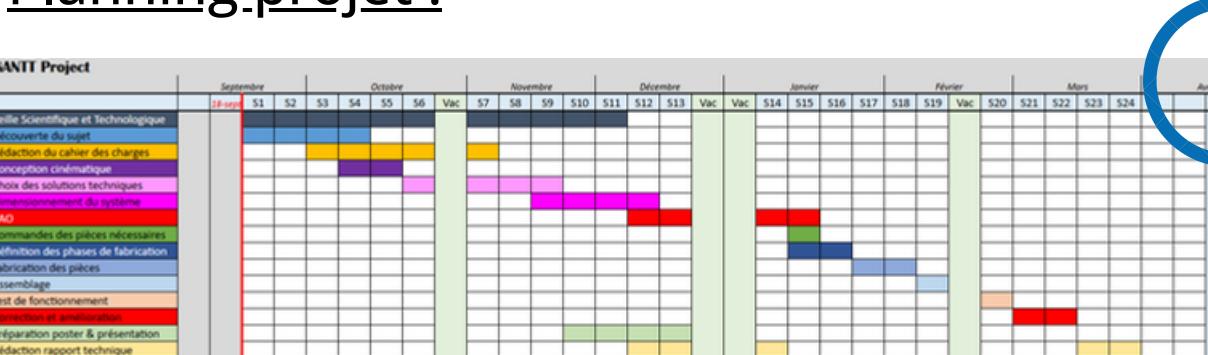
FIG.3 [4]

Cahier des charges :

La case valeur est un niveau sur trois étoiles, la valeur maximale correspond à trois étoiles.

N°	Fonction	Valeur	Critère	Niveau	Flexibilité	Contrôle
FP1	Générer le mouvement de l'avion dans l'atmosphère	★★★	Amélioration de la finesse d'un avion de modélisme	Coefficient finesse = 40	- 10	Comparaison des distances parcourues avec/sans moteur
FP2	Réguler la vitesse de fonctionnement	★	Contrôle de la vitesse de rotation	1000 à 2000 tr/min	± 20%	Tachymètre
FS1	Remplir le réservoir à une pression suffisante	★★★	Remplir le réservoir à la pression cible de manière sûre et efficace	6 bars	± 2 bars	Manomètre
FC1	S'adapter au châssis d'avion de modélisme (MIP+MAP)	★★★	Support de fixation	Fixe au châssis	Aucune	Visuel
FC2	Permettre la maintenance avec des outils simples.	★★	Démontabilité maximale	Démontage/remontage du groupe motopropulseur en < 5 min	± 20%	Démontage et remontant

Planning projet :



Bibliographie :

- [1] B. Dick "Seal construction"
- [2] D. Kownacki "Toy vehicle having an integral pump assembly"
- [3] D. Kownacki "Piston-to-cylinder seal for a pneumatic engine"
- [4] P. Schofield "One-piece composite lip seal"

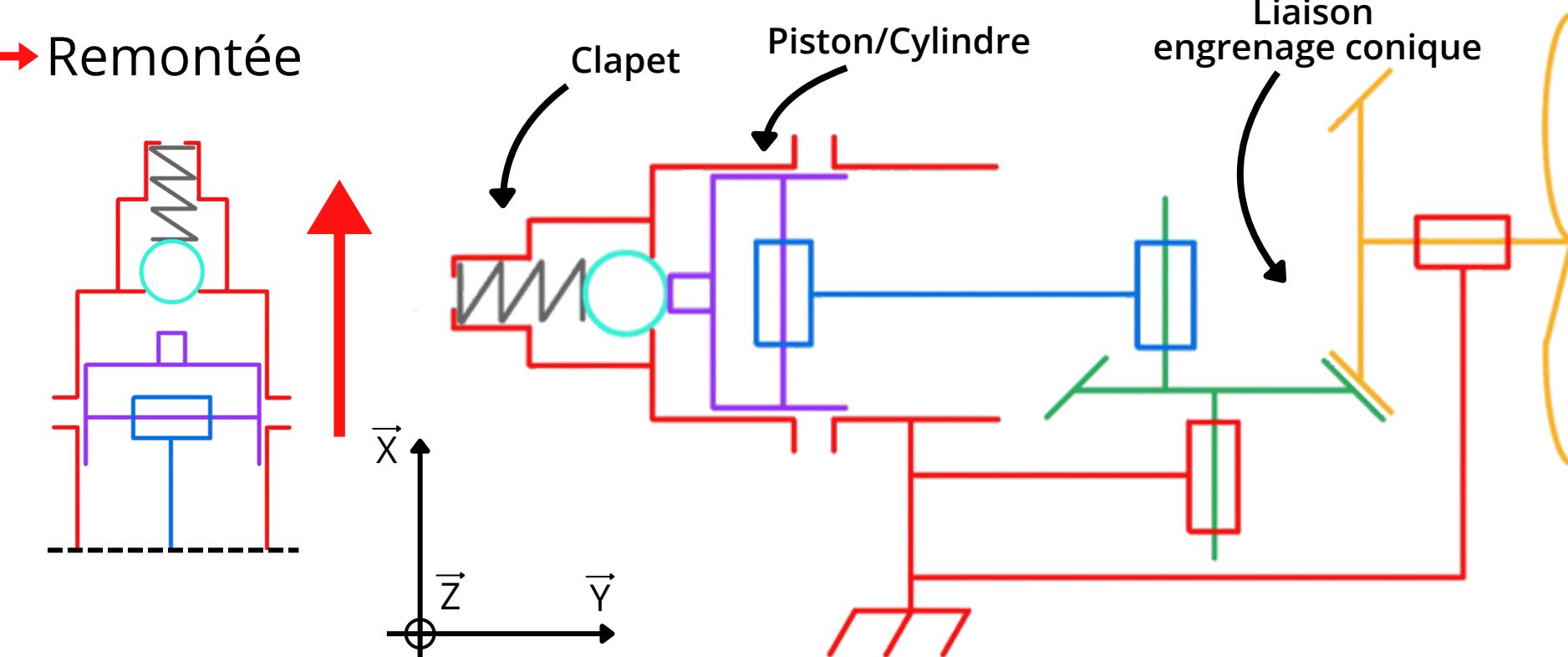
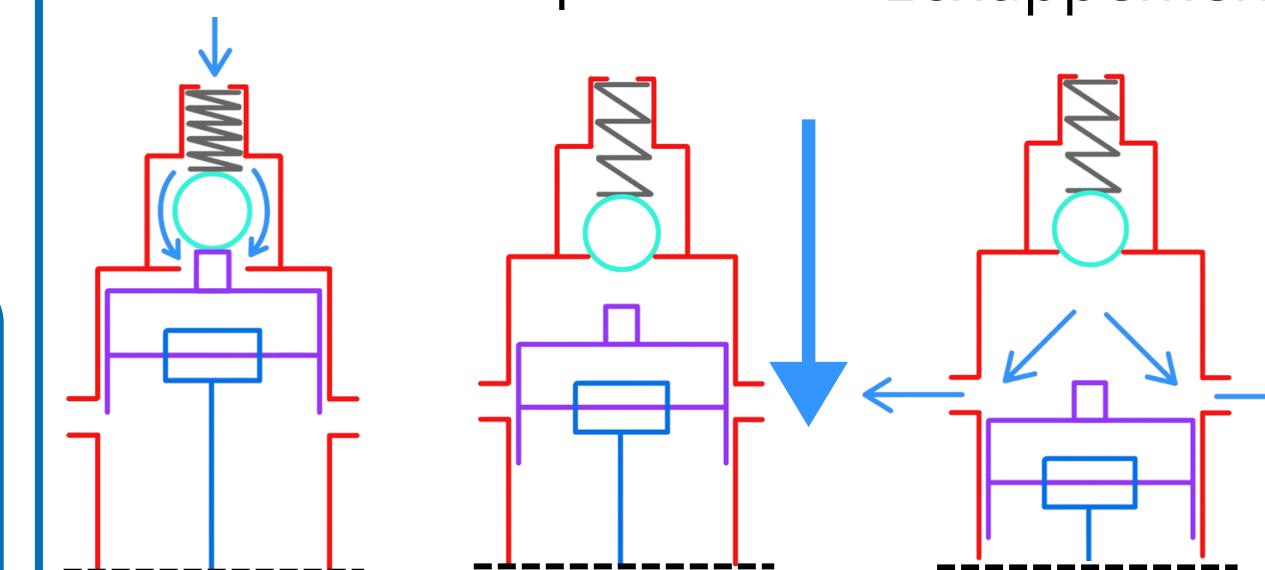
II/ Conception

Schéma cinématique :

- Démarrage : Inertie du moteur entraînée par l'utilisateur à l'aide de l'hélice.
- Fonctionnement :

La rotation de l'hélice entraîne le mouvement linéaire du piston activant l'ouverture du clapet ce qui déclenche le cycle :

Admission → Expansion → Échappement → Remontée

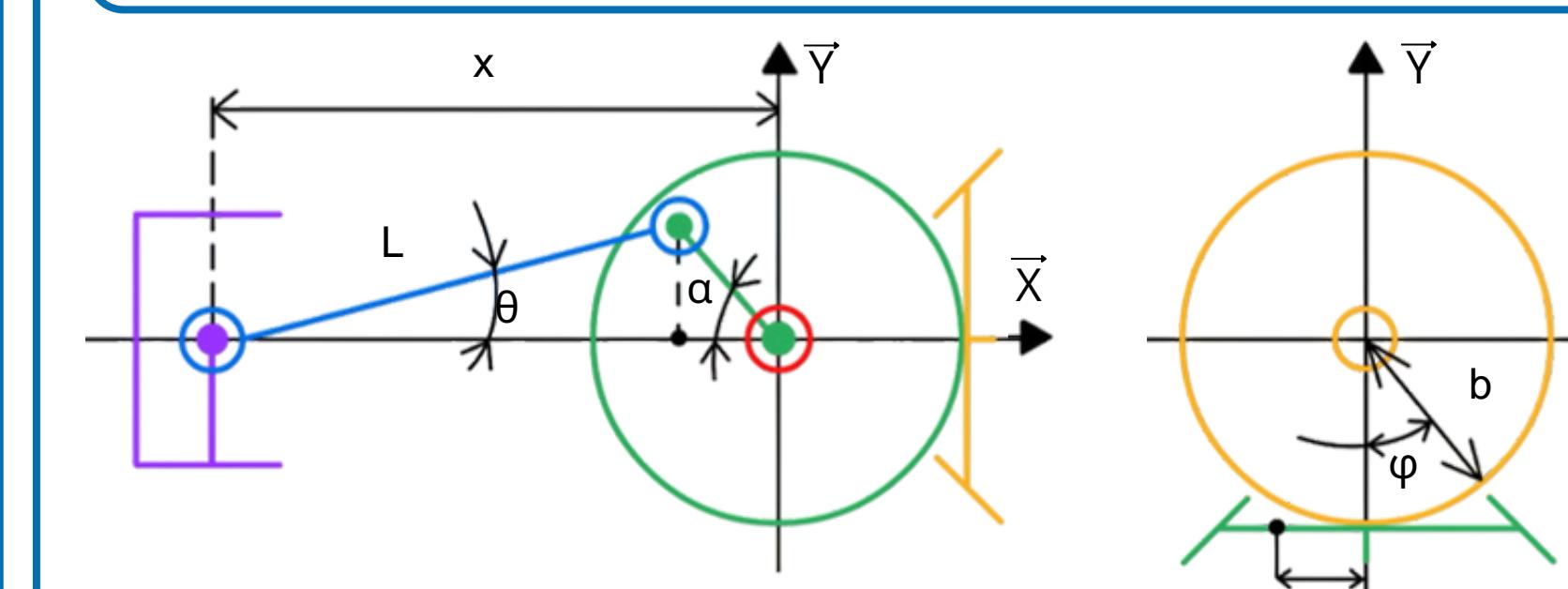


Choix technologiques :

- Choix d'engrenages coniques droits → mouvements avec changement d'axe et efficacité de changement de direction de couple

Analyse algébrique :

- Loi entrée-sortie :
- $$x = L \times \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L}\right)^2 \times \sin^2\left(\frac{b}{a} \times \varphi\right)} + b \times \cos\left(\frac{b}{a} \times \varphi\right)$$



a : Rayon manivelle-bielle

b : Rayon hélice

L : Longueur bielle

φ : Angle non constant du rayon de l'hélice

a : Angle non constant du rayon manivelle-bielle

θ : Angle non constant du rayon de la bielle

Bielle courte : L = 1,5 x a

Bielle moyenne : L = 4 x a

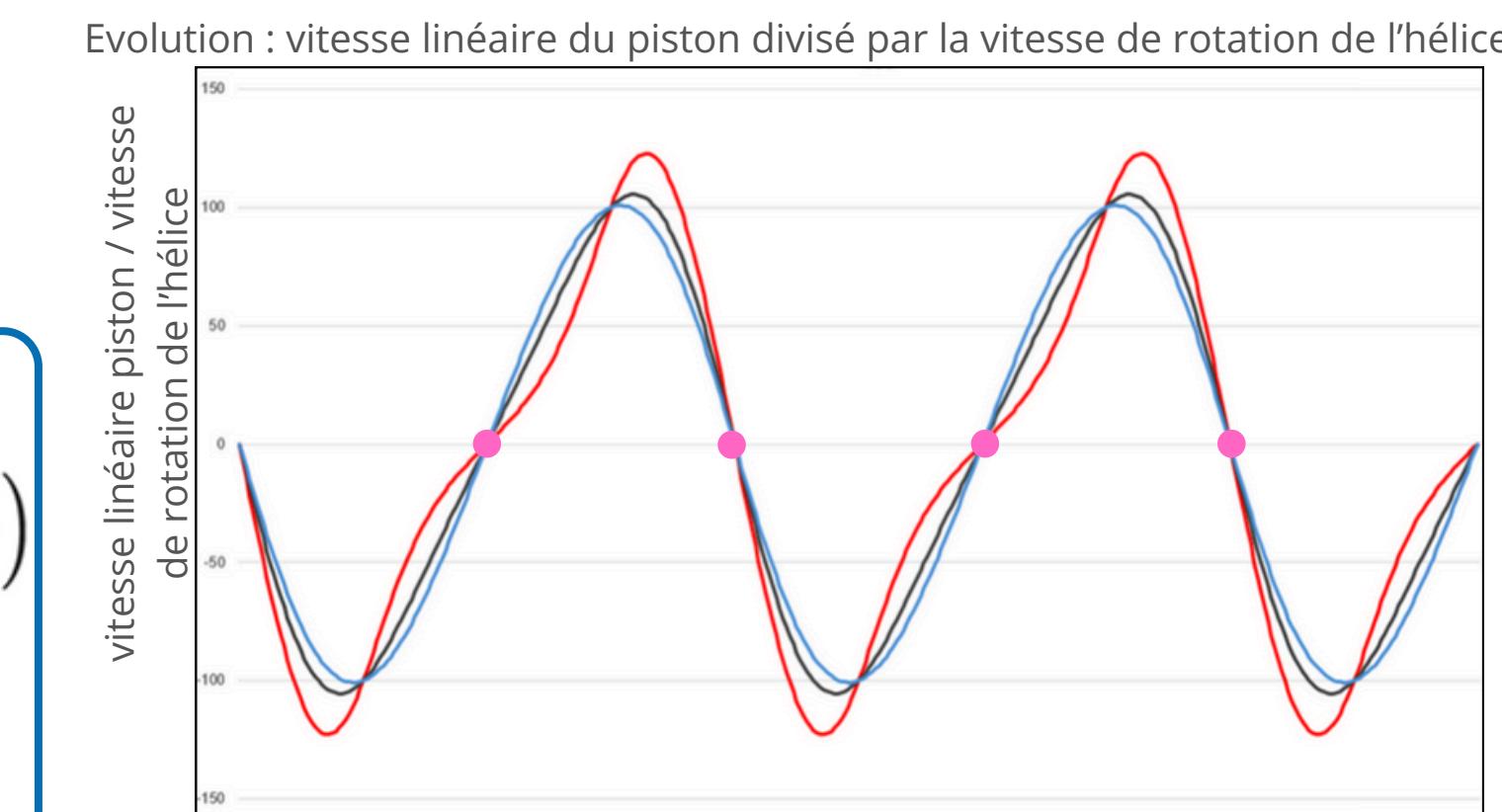
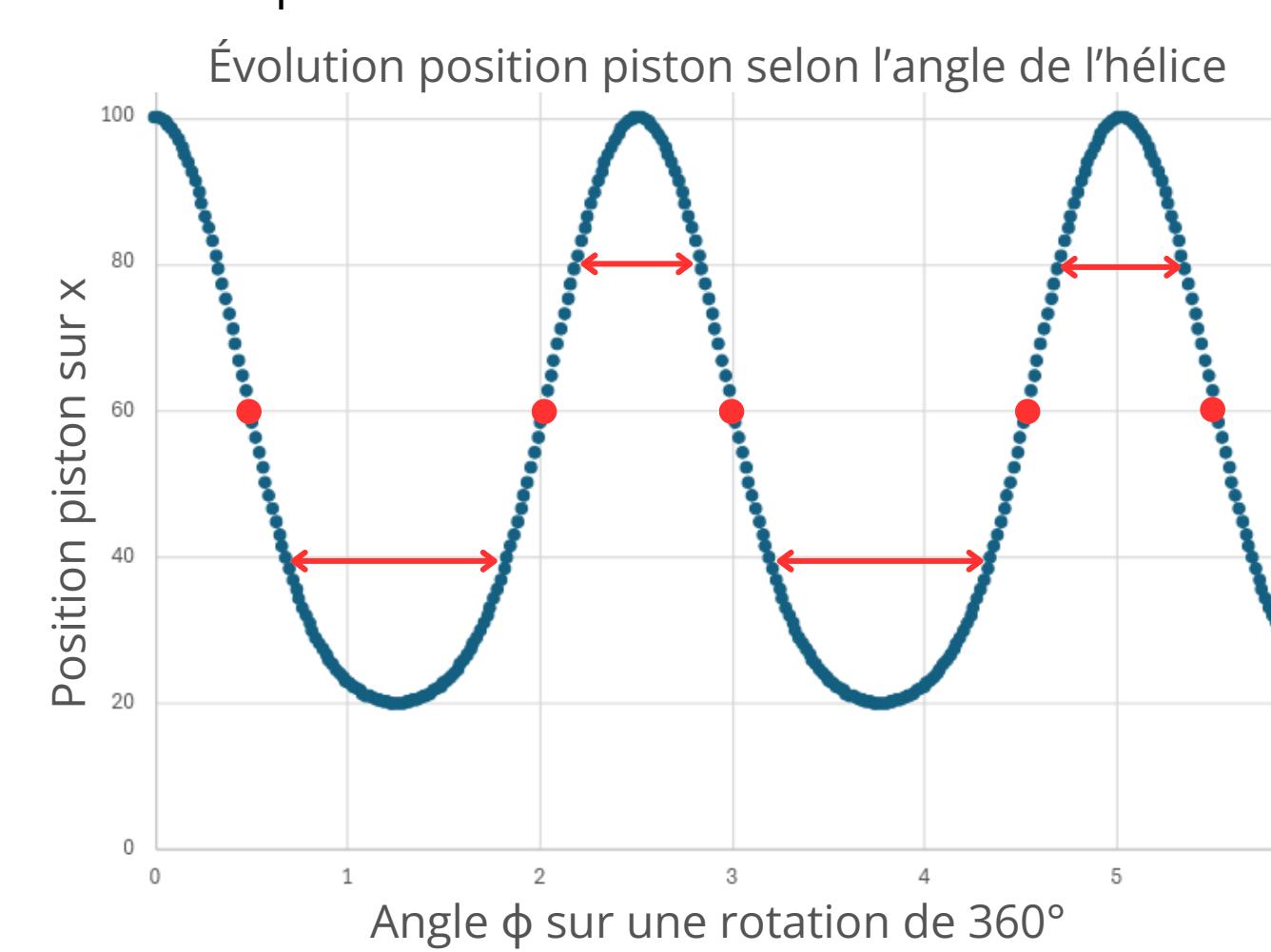
Bielle longue : L = 8 x a

Type bielle : **courte**, **moyenne**, **longue** ?

$$f(\varphi) = \frac{\dot{x}}{\dot{\varphi}} = \frac{-a \times \sin\left(\frac{b}{a} \times \varphi\right) \times b \times \cos\left(\frac{b}{a} \times \varphi\right)}{L \times \sqrt{1 - \left(\frac{a}{L}\right)^2 \times \sin^2\left(\frac{b}{a} \times \varphi\right)}} - b \times \sin\left(\frac{b}{a} \times \varphi\right)$$

- Choix bielle courte assurant un meilleur échappement de gaz.
- Configuration plus propice au moteur bas régime.

Nous avons réalisé un tableau contenant notre fonction pour une rotation d'hélice de 360° :



Conclusion et perspectives futures :

L'analyse du système a conduit à des choix essentiels pour un fonctionnement optimal.

Nous réaliserons la CAO à partir de notre dimensionnement, puis fabriquerons un premier prototype en impression additive pour des tests en atelier.

Les ajustements nécessaires seront effectués afin de respecter le cahier des charges.

Une fois prêt, le prototype sera testé en extérieur avec un lancement depuis la Sainte-Victoire.

