**Simulateur fonctionnel d’un hélicoptère**

Avec UNITY

(Merci à ChatGPT, sans qui, ce projet n’aurait pas eu lieu)

Simulateur fonctionnel d’un hélicoptère :

[Fonctionnement d’un hélicoptère : 1](#_Toc130160762)

[Physique : 1](#_Toc130160763)

[Propulsion et formules : 1](#_Toc130160764)

[Partie technique : 3](#_Toc130160765)

[Code : 3](#_Toc130160766)

# Fonctionnement d’un hélicoptère :

(Voir [Hélicoptère Wikipédia](https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9licopt%C3%A8re))

## Physique :

### Propulsion et formules :

Pour comprendre comment un hélicoptère arrive à voler, il faut d'abord comprendre le principe de la **portance** et la **force** de la **gravité**.

La **portance** est la force qui s'oppose à la **gravité** et permet à un objet de voler. Elle est générée par l'écoulement de l'air autour de l'objet. Pour qu'un hélicoptère vole, **il faut que la portance générée par ses rotors soit supérieure à la force de gravité qui agit sur lui.**

La force de gravité est la force qui attire tous les objets vers le centre de la Terre. Elle est déterminée par la masse de l'objet et l'accélération due à la gravité.

Pour générer de la portance, les rotors de l'hélicoptère tournent à grande vitesse. Cette rotation crée une force vers le bas qui pousse l'air vers le bas et crée une réaction vers le haut appelée portance. Plus les rotors tournent vite, plus la portance est importante.

Pour contrôler le vol de l'hélicoptère, les rotors peuvent être inclinés. Cette inclinaison permet de changer la direction de la force de portance et ainsi diriger l'hélicoptère dans la direction souhaitée.

En ce qui concerne les formules de physique, voici les principales équations impliquées dans le vol de l'hélicoptère :

1. La force de portance (L) est égale au produit de la masse volumique de l'air (ρ), de la surface balayée par les rotors (A), de la vitesse de l'air soufflé vers le bas par les rotors (v) et d'un coefficient de portance (C𝑙) qui dépend de la forme des pales des rotors et de l'angle d'attaque :

L = 1/2 \* ρ \* A \* v^2 \* C𝑙

1. La force de gravité (Fg) est égale au produit de la masse de l'hélicoptère (m) et de l'accélération due à la gravité (g) :

Fg = m \* g

Pour que l'hélicoptère reste en vol stationnaire, la force de portance doit être égale à la force de gravité :

L = Fg

En résumé, pour qu'un hélicoptère vole, il faut que la force de portance générée par les rotors soit supérieure à la force de gravité qui agit sur lui. La portance est générée par la rotation rapide des rotors, qui crée un flux d'air vers le bas et une réaction vers le haut appelée portance. Les équations principales impliquées dans le vol de l'hélicoptère sont celles de la portance et de la gravité.

**Note :** Dans l’équation de la portance, La présence du coefficient 1/2 dans l'équation de la force de portance est due à l'effet de l'écoulement de l'air autour des pales du rotor de l'hélicoptère.

Lorsque l'air s'écoule autour des pales, une partie de l'air est déviée vers le haut et une autre partie vers le bas. La force de portance est générée par la différence de pression entre la surface supérieure et la surface inférieure des pales du rotor.

La pression est une force qui s'exerce par unité de surface. Ainsi, la force de portance est proportionnelle à la surface balayée par les pales (A) et à la différence de pression entre la surface supérieure et la surface inférieure des pales.

Cependant, la différence de pression est en réalité proportionnelle au carré de la vitesse de l'air (v) soufflé vers le bas par les pales du rotor. C'est pour cette raison qu'on utilise v² dans la formule de la force de portance.

La formule de la force de portance devient donc :

L = ρ \* A \* v² \* C𝑙

Cependant, cette formule ne prend pas en compte l'effet de l'écoulement de l'air sur les pales du rotor. Pour prendre en compte cet effet, on multiplie la formule par un coefficient 1/2, ce qui donne :

L = 1/2 \* ρ \* A \* v² \* C𝑙

Ce coefficient 1/2 a été déterminé empiriquement et correspond à une moyenne de la contribution de la différence de pression sur les deux surfaces de la pale du rotor. C'est pourquoi il est présent dans la formule de la force de portance.

**Note 2 :** Dans la première version du simulateur la vitesse de l’air(le vent) sera égale à la vitesse de l’hélicoptère, ainsi, vous volerez dans un environnement sans vent (plus vraiment réaliste le simulateur ;-;)

## Partie technique :

### Code :

#### Portance et gravité:

C’est parti ! Tout d’abord on va s’occuper de la gravité, c’est le plus simple ! Attendez… Ah mais oui ! Unity prends tout en charge, pas besoin de calculer la gravité, on ajoutera seulement une variable de type float qui permettra de changer la masse du rigidbody de l’hélicoptère ! Ainsi le joueur pourra changer la masse de son hélicoptère directement in game (un peu plus réaliste maintenant, effectivement un Robinson R22 (370 kg) n’a pas le même poids qu’un Sikorsky CH-53E Super Stallion (15 000 kg) !)

Alors là, çà ce complique, car maintenant nous allons calculer la force de portance, pour y arriver on va calculer comme dit plus haut cette équation :

L = 1/2 \* ρ \* A \* v^2 \* C𝑙

Soit, une variable liftForce de type float ou double, qui représentera la portance, alors on prendra pour masse volumique de l’air, celle au niveau de la mer à 20°, soir 1.2 kilogramme/mètre cube, celle- ci sera stocké dans une variable float, qui s’appellera airDensity, qui pourra être potentiellement changée dynamiquement, mais plus simplement au début, par le joueur du simulateur, dans le même menu de paramètre que la masse de l’hélicoptère :

L = 0.5 \* 1.2 \* A \* v^2 \* C𝑙

Ici, A, déclaré comme une variable float ou double, sera égale à une autre équation :

A = π \* r² \* cos(angle)

On prendra une variable float radius, pour la longueur de la pale, et une variable float angle, qui désignera l’angle de la pale par rapport à la verticale. Elle est calculée via de nombreux facteurs, mais à l’arrêt l’angle est d’environ 4°. Enfin il faut multiplier cette area par le nombre de pale qu’a l’hélicoptère, ainsi on aura une nouvelle variable int nbPale qui viendra se multiplier à l’area.

Maintenant qu’on a notre area, il nous reste à avoir la vitesse de l’hélicoptère facilement obtenable avec le rigidbody.magnitude, et il nous faut le coefficient de portance, qui dépends de la forme, son profil, son angle d'attaque, etc… de la pale. Ici le coefficient sera de 0.8, pour choisir le coefficient de portance, référencez-vous auprès de l’hélicoptère que vous avez choisi de simuler. Voici le code en entier :

**using UnityEngine;**

**public class HelicopterBlades : MonoBehaviour**

**{**

**public float radius; // rayon de la pale**

**public float angle; // angle de la pale**

**public float correctionFactor; // facteur de correction pour l'angle d'attaque**

**private void Update()**

**{**

**float area = Mathf.PI \* radius \* radius;**

**float liftCoefficient = 0.8f; // coefficient de portance pour la pale**

**float speed = GetComponent<Rigidbody>().velocity.magnitude; // vitesse de l'hélicoptère**

**float airDensity = 1.225f; // densité de l'air**

**float liftForce = 0.5f \* airDensity \* area \* speed \* speed \* liftCoefficient; // calcul de la force de portance**

**float bladeAngle = Mathf.Acos(liftForce / (0.5f \* airDensity \* area \* speed \* speed)); // calcul de l'angle de la pale**

**bladeAngle \*= Mathf.Rad2Deg; // conversion de l'angle en degrés**

**bladeAngle \*= correctionFactor; // correction de l'angle pour tenir compte de l'angle d'attaque**

**angle = bladeAngle; // assignation de l'angle de la pale**

**}**

**}**

Pfffiou voilà une bonne chose de fait, ici j’ai mis le code « approximatif » de ce que j’aurai fait sur unity, vous pourrez vérifier sur github !