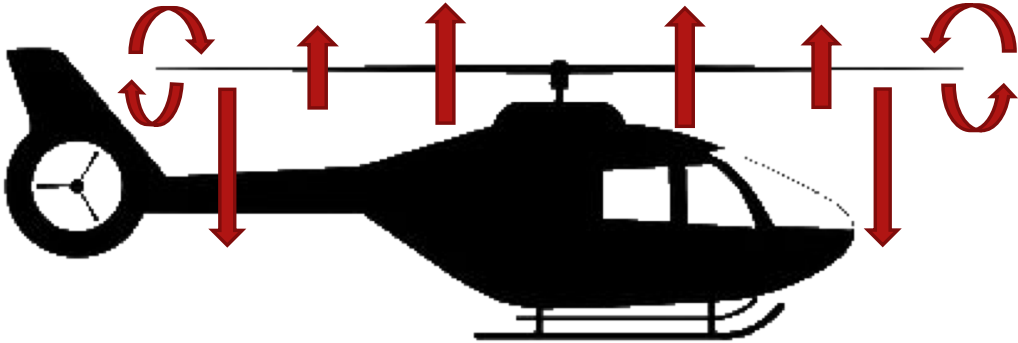


Phénomènes dangereux

Le vortex



Le vortex

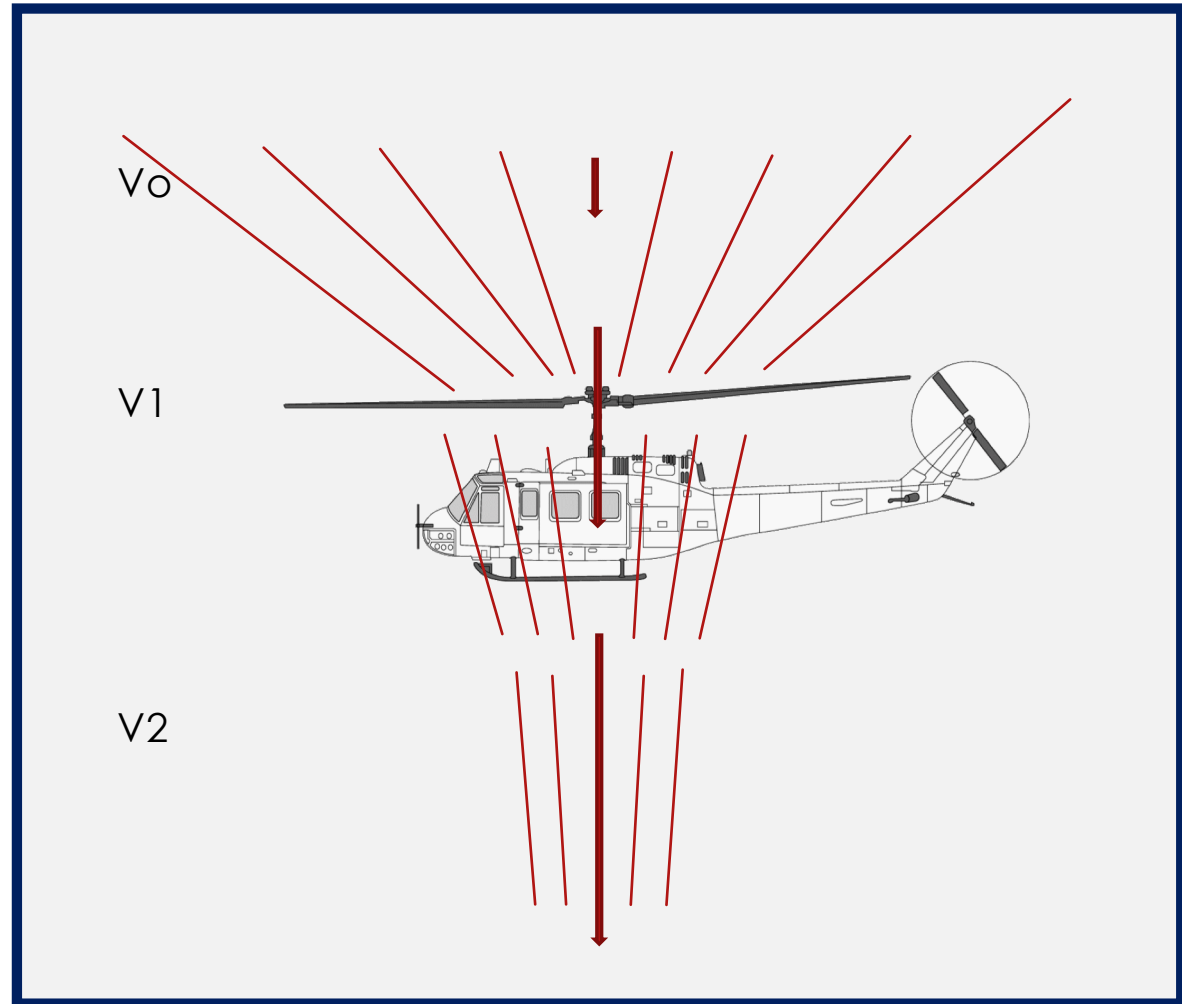
1. **Fonctionnement aérodynamique du rotor**
 1. Ecoulement de l'air au travers du rotor
 2. Vitesse induite
 3. Vol stationnaire
 4. Vol vertical ascendant
 5. Vol vertical descendant
 6. Le vortex

2. **Le vortex**
 1. Définition
 2. Circonstances d'une mise en vortex
 3. Conséquences
 4. Actions correctives

3. **Conclusion**

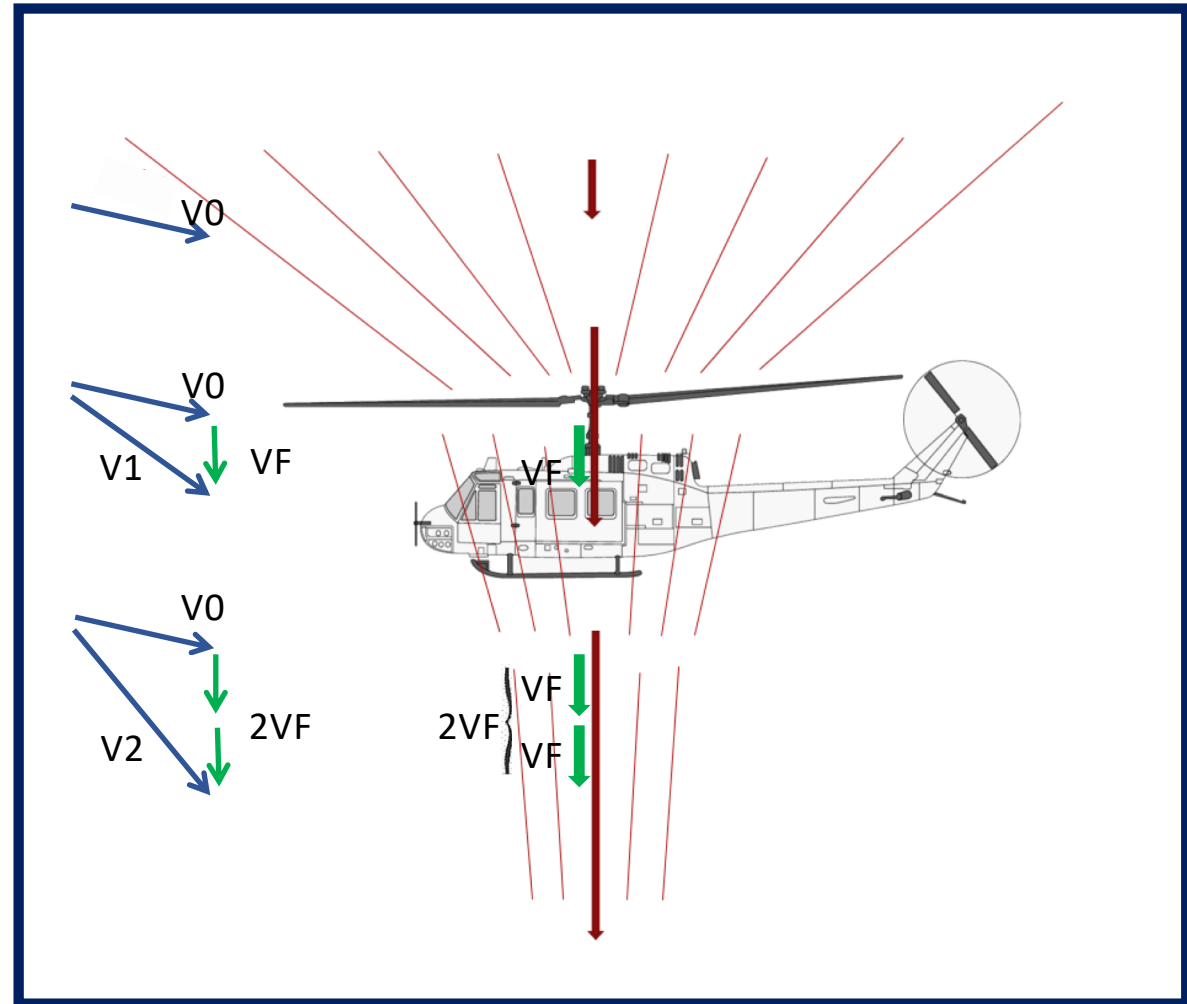
1. Ecoulement de l'air à travers le rotor

L'air en amont du rotor (V_0) est aspiré par le rotor et est accéléré en traversant le rotor (V_1) ce qui refoule l'air vers le bas (V_2)



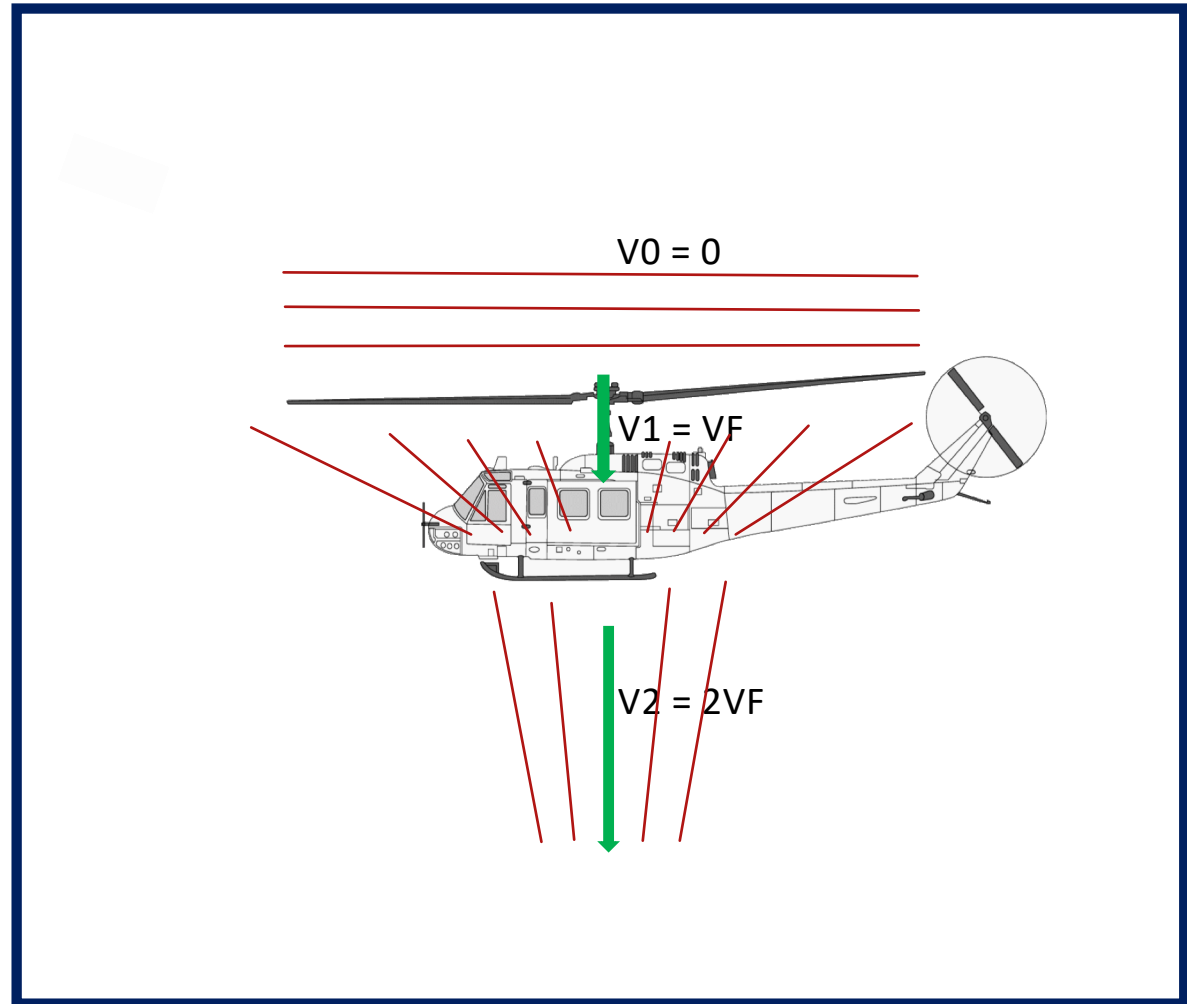
2. La vitesse induite

Le Flux d'air (V_0) est dirigé vers le bas à travers le Rotor et sa vitesse est augmentée au passage du Rotor (V_1), ce qui permet au rotor de développer une poussée verticale dans le sens opposé à l'écoulement. La vitesse de l'air, obtenue par l'accélération de l'air au passage du rotor est appelé la **Vitesse induite (V_F)**.



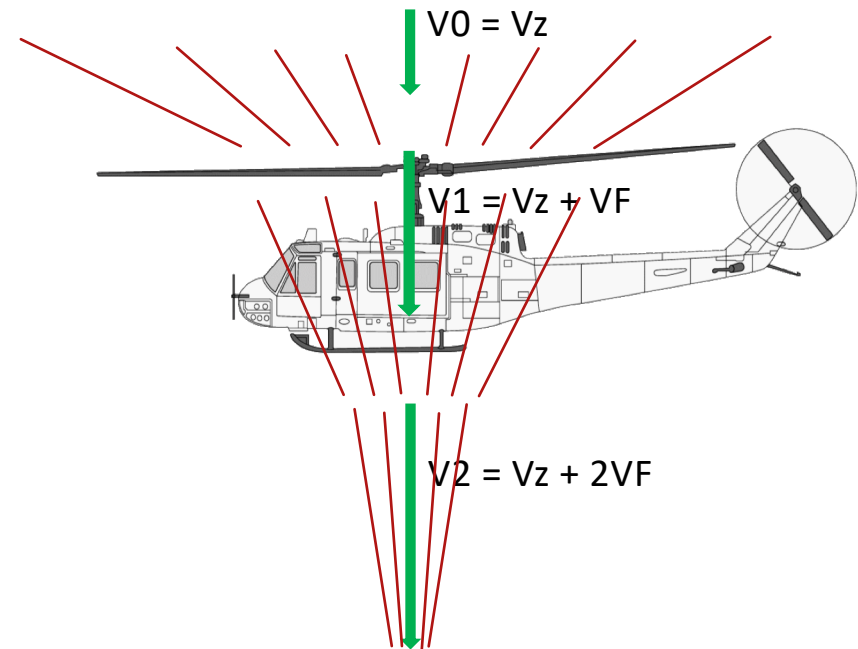
3. Le vol stationnaire

Le Flux d'air est équilibré entre l'amont et l'aval du disque Rotor,
La poussée et la masse sont équilibrées
→ l'hélicoptère est en vol stationnaire.



4. Le vol vertical ascendant

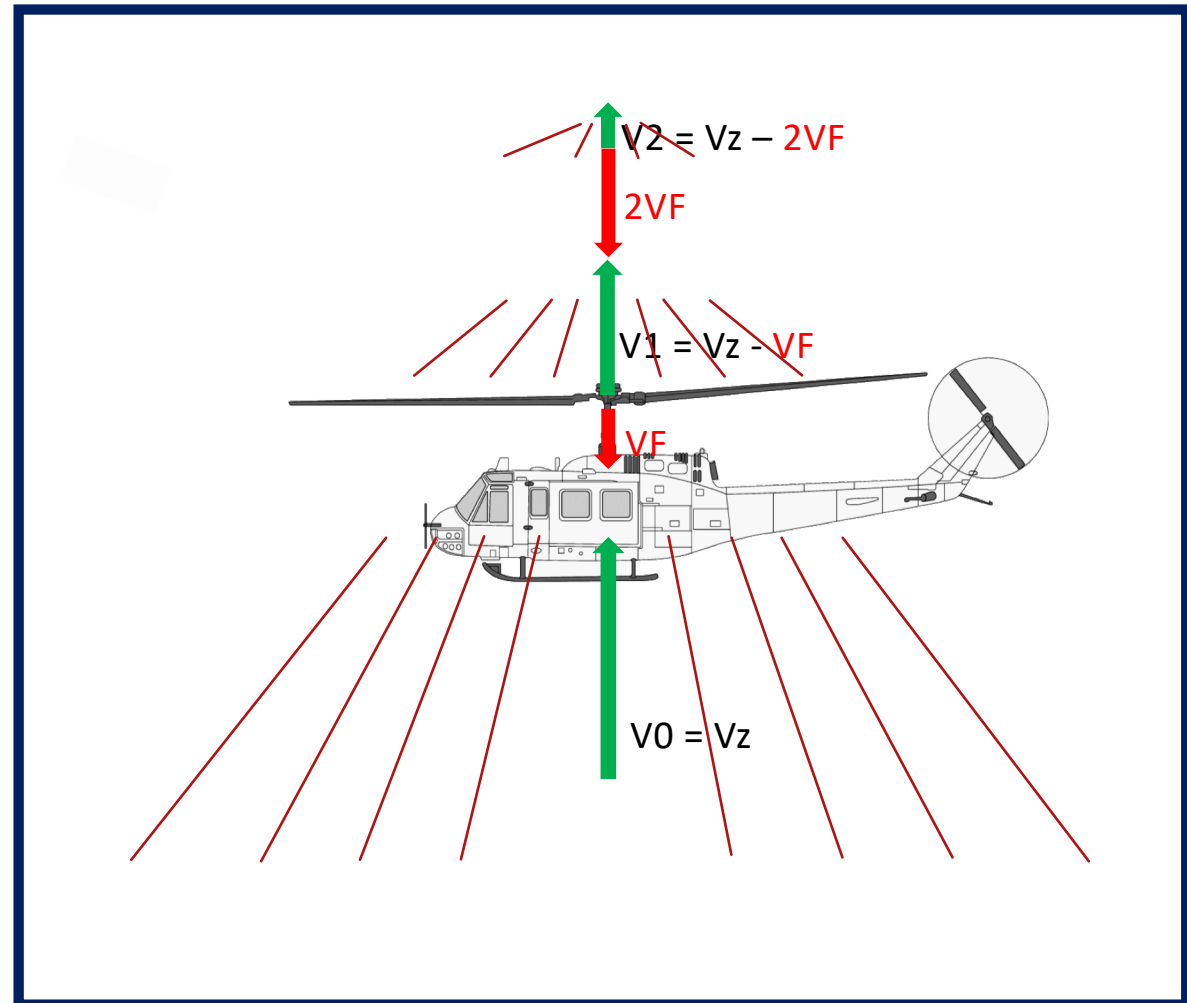
L'hélicoptère s'élève verticalement à la Vitesse ascensionnelle V_z . V_z et V_F sont dans le même sens. La vitesse ascensionnelle s'ajoute à la vitesse Induite (V_F).



5. Le vol vertical descendant rapide:

L'hélicoptère descend, donc le flux d'air est inversé et traverse le Rotor de bas en haut.

Dans ce régime d'écoulement ce sont les filets d'air qui fournissent la puissance au Rotor et l'entraînent en moulinet.

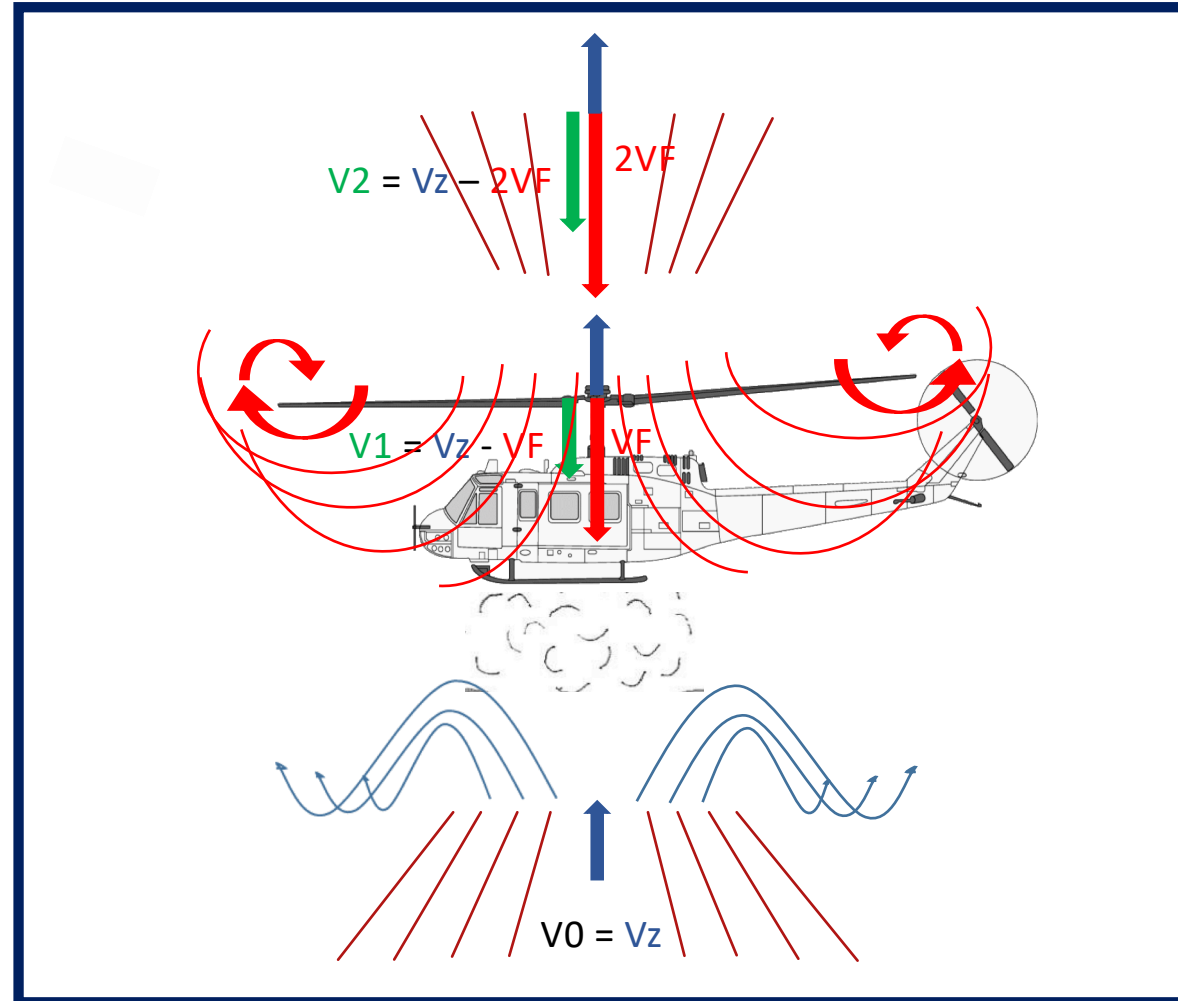


6. L'état de vortex

Lors d'une descente à vitesse verticale $>$ à 500ft/mn en augmentation et une vitesse air $<$ ou $=$ à 30Kt, la vitesse des filets d'air en aval étant $<$ à la vitesse des filets d'air en amont, une inversion du flux d'air se produit sous le rotor qui rabat le flux vers le bas.

Les filets d'air supérieurs créent une zone tourbillonnaire. LES PALES TOURNENT DANS LEUR PROPRE REMOUS. Le rotor n'est plus traversé par le flux d'air,

Nous sommes dans l'état de VORTEX.



1. Définition

Phénomène DANGEREUX s'apparentant à un décrochage aérodynamique des pales du rotor principal se traduisant par un effondrement verticale avec une perte de hauteur rapide.

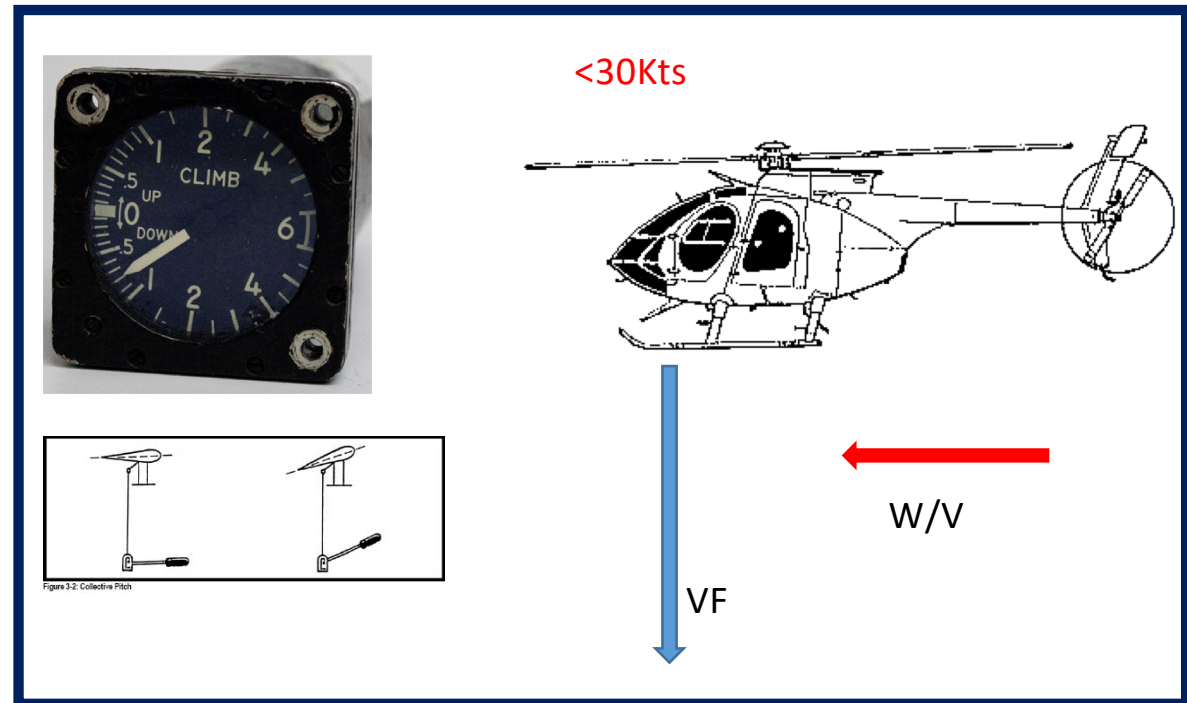
2. Les circonstances de mise en vortex

Conditions:

- Faible vitesse air (<30Kts)
- Vario négatif >500ft/min en augmentation,
- Vol en puissance (PG levé)

Conditions contribuant au risque du vortex:

- Vent arrière
- Descente verticale



3. Conséquences

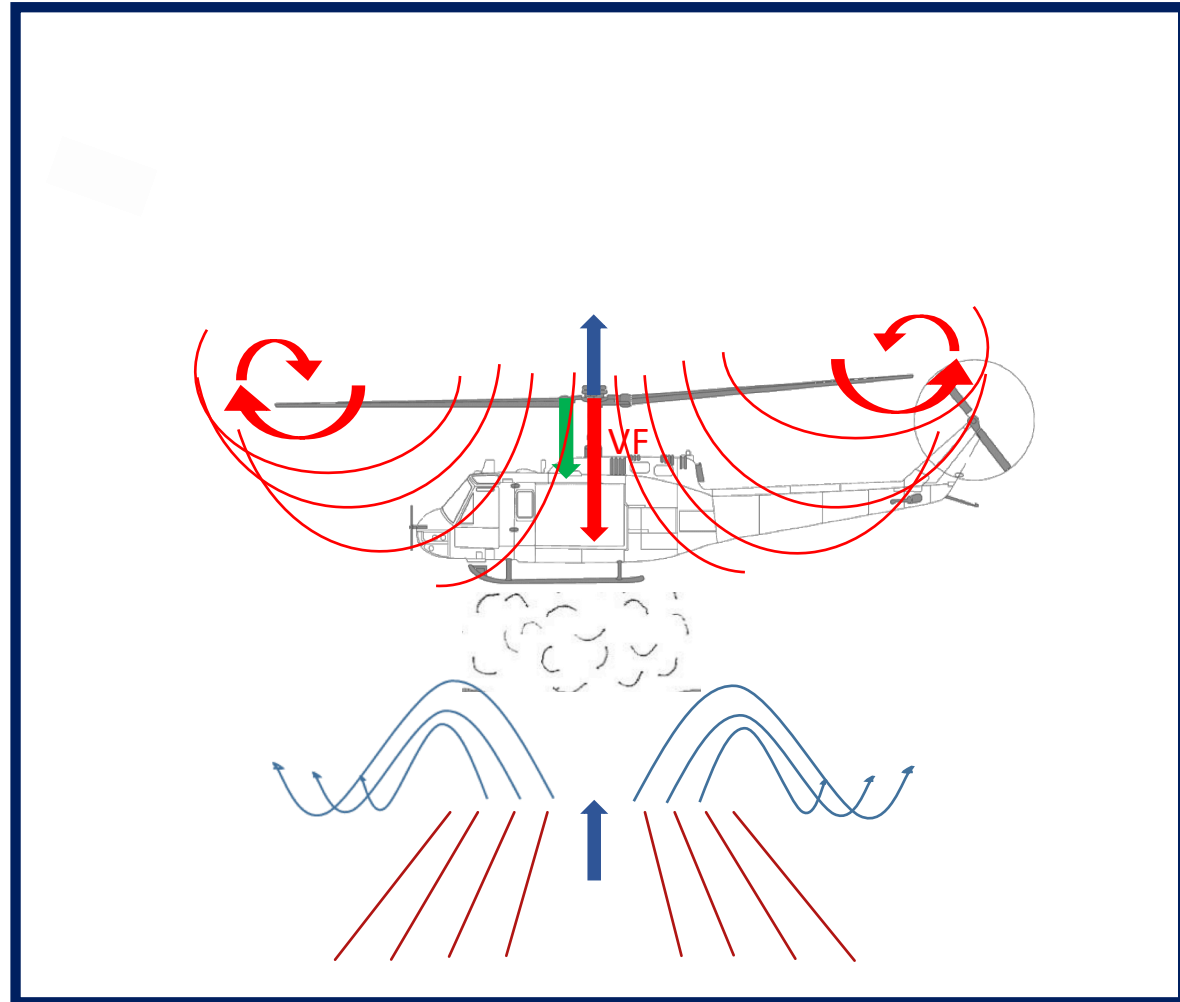
- Apparition de vibrations
- Les commandes de vols perdent leurs efficacités.
- Augmentation brusque et importante du taux de chute
- Le fait de tirer sur le pas général amplifie le phénomène

4. Actions correctives

a) Méthode traditionnelle :

- Baisser le P.G.
- Pousser le Cyclique en avant
- Diminuer l'assiette
- S'éloigner de la veine d'air turbulente

L'inconvénient de cette méthode est de concéder une perte d'altitude très importante (de 1500 à 2000 ft), entre le début de l'action et le retour au vol normal.

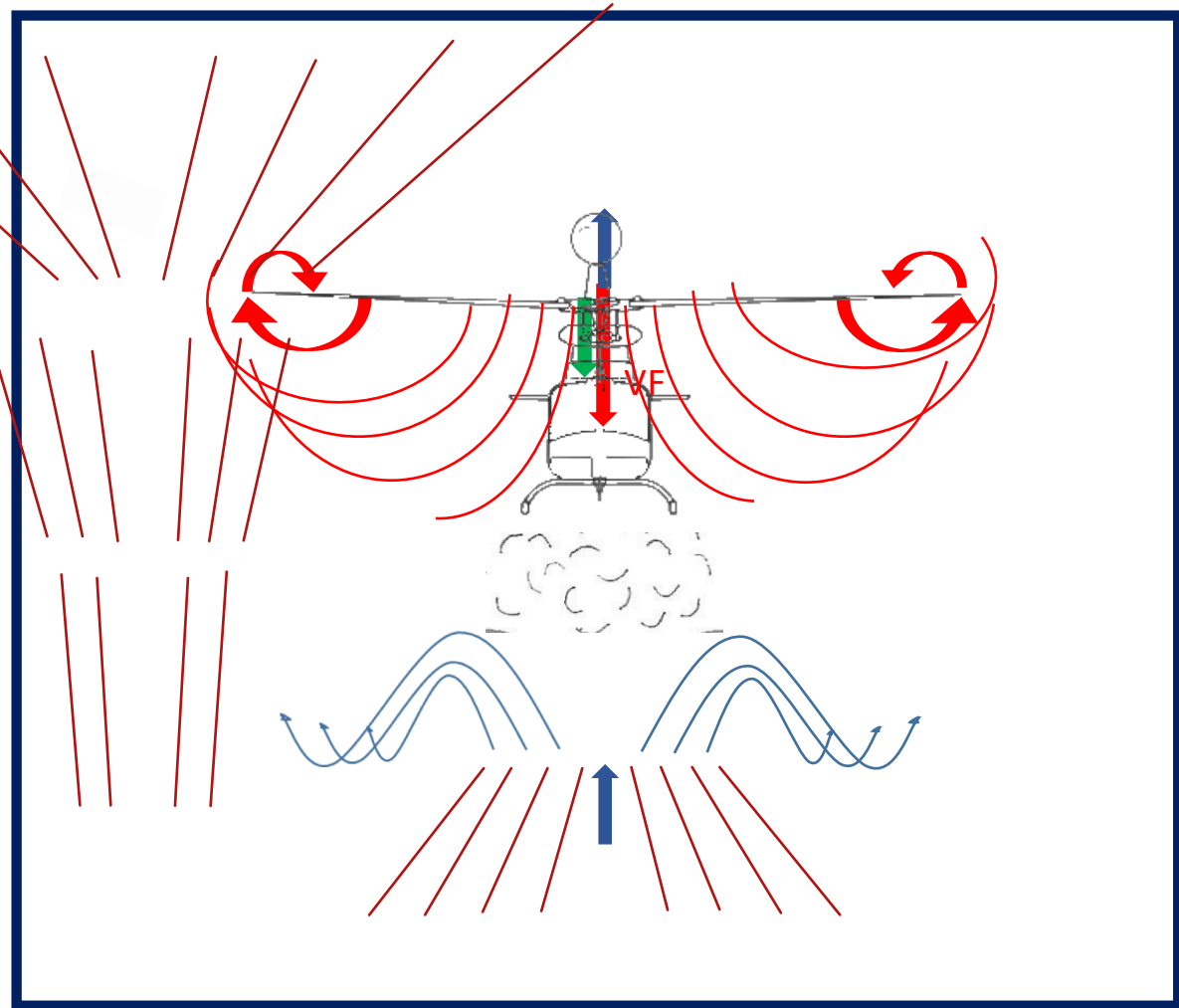


4. Actions correctives

b) Méthode de « VUICHARD » :

Pour les Hélicoptères avec un rotor à rotation antihoraire:

- 1) Augmenter le PG en contrôlant l'AON avec le Palonnier gauche.
- 2) Simultanément, appliquer du Cyclique à Droite (10° à 20° d'inclinaison) pour initier un mouvement latéral.
- 3) Dès que le rotor retrouve son flux en dehors du VORTEX, le vol normal est retrouvé avec une perte de hauteur moyenne de maximum 50 ft.



- Un pilote doit toujours être conscient des conditions dans lesquelles il risque de rentrer en Vortex. Donc il doit éviter les phases de vol qui sont propices à l'apparition du phénomène.
- Ces phases de vol sont :
 - Faible vitesse d'avancement
 - Vario négatif
 - Vent arrière
 - Vol en puissance
 - Descente verticale