



Phénomènes dangereux

Résonance sol

La **résonance-sol (RS)** est un phénomène typique des hélicoptères dont le rotor comporte plus de deux pales.

C'est une instabilité violente, toujours très énergétique, qui lui a valu une réputation redoutable, et la destruction de nombreux hélicoptères.



La résonance sol est un **mouvement oscillatoire divergent dû à la mise en résonance de la cellule de l'hélicoptère avec le sol sous l'excitation des vibrations des pales en traînée**. Les différents systèmes d'amortissements permettent d'éviter ce phénomène.

La RS se traduit par un couplage dynamique entre le mouvement des pales dans le plan du rotor (oscillation de traînée), et les mouvements du fuselage. Dans la plupart des cas, les plus dangereux, c'est le mouvement de roulis. Dans la RS, le mouvement des pales crée un balourd tournant, qui excite le fuselage (en roulis), ce qui excite en retour le mouvement des pales en traînée.

L'énergie provient de la rotation du rotor. Elle est donc considérable. La résonance est maximale quand la fréquence d'excitation (régime du rotor moins fréquence propre des pales en traînée) est égale à la fréquence propre de roulis de l'appareil.

C'est donc variable avec de nombreux paramètres : Régime, masse, chargement, type de sol, gonflage des pneus, vent, manœuvres.

Une RS explosive peut amener un appareil à sa complète destruction en quelques secondes, parfois après un "rodeo". C'est soit le rotor qui s'arrache de la structure, soit les pales qui touchent le sol.

La résonance sol peut se manifester en fin de mise en route, ou au posé de l'hélicoptère par le déclenchement d'un mouvement vibratoire vertical oscillant qui peut s'amplifier très rapidement jusqu'à rendre l'hélicoptère incontrôlable et qui se termine alors généralement par un retournement dynamique si le pilote ne réagit pas très vite.

Les facteurs pouvant emmener à la RS sont:

- un sol très dur ou irrégulier
- un ou plusieurs amortisseurs de train mal gonflés ou déséquilibrés entre eux ;
- une dégradation des différents roulements de la tête rotor ;
- un défaut d'amortissement de traînée des pales du rotor principal ;
- du battement ou du balourd occasionné par un réglage inadéquat de la tête rotor ou par un apport de graisse déséquilibré au niveau des manchons de pales.
- posé en devers
- un vent fort

Actions correctives:

En cas de résonance sol, il convient de:

- changer le régime du moteur ou
- de mettre l'hélicoptère en vol stationnaire pour que le sol n'interfère plus avec la

fréquence vibratoire de l'hélicoptère.

Les vibrations cessent aussitôt.

- Bipales non concernés
- Résonance entre la cellule et le sol sous l'excitation des vibrations des pales en trainée transmises par les amortisseurs de trainée et le train d'atterrissage (fréquence propre)

Facteurs favorisant

- mauvais entretien / usure
- ajout de charge
- surfaces peu amortissantes
- posé devers
- vent fort

**Arrêter le phénomène**

- régime sol: on coupe les gaz et on freine le rotor
- régime vol: on se (re)met en stationnaire immédiatement

**Conséquences si pas arrêter à temps**

- Destruction de la machine

