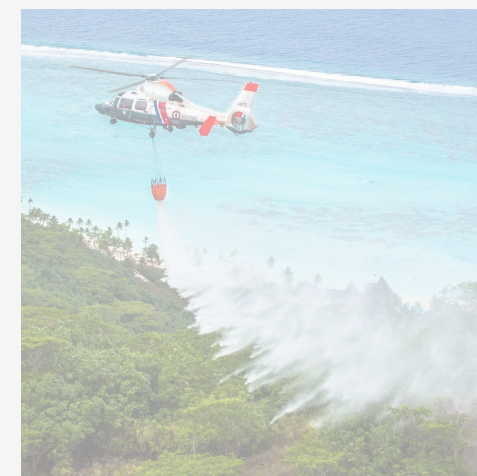




brittany **AVIATION** 
Agence - Agency 

UNE VISION DE VOS BESOINS, UNE EXPÉRIENCE À VOTRE SERVICE
A VISION OF YOUR NEEDS, AN EXPERIENCE AT YOUR SERVICE

SGS - Vol d'hélicoptère aux abords d'une éolienne

SM - Helicopter flight in the vicinity of a wind turbine



Sommaire Summary

1. Turbulences

1.1 Théorie - Theory

1.2 Représentation - Presentation

1.3 Énergie – Energy

2. Distance de sécurité – Safety distance

2.1 Calcul - Computing

2.2 Synthèse schématique – Schematic overview

TURBULENCES

1.1 Théorie

✿ Sous l'effet du vent, la portance de la pale d'une éolienne, qui lui permet d'entrer en rotation, est produite par une différence de pression entre l'air circulant sur l'extrados, zone de dépression, et l'air circulant sur l'intrados, zone de surpression. Cette différence de pressions s'explique par la plus grande vitesse de l'écoulement d'air sur l'extrados, liée à la géométrie du profil de la pale et à son incidence. La somme des vitesses selon le contour de l'aile, est appelée circulation.

✿ Mathématiquement, la circulation d'un écoulement sur un contour fermé (par exemple le profil d'aile), notée Γ et exprimée en m^2/s , correspond à l'intégrale sur le contour de la vitesse tangentielle V de l'écoulement le long de ce contour L :

$$\Gamma = \int L.V. dl$$

1.1 The theory

✿ Under the effect of the wind, the lift of the blade of a wind turbine, which allows it to rotate, is produced by a difference in pressure between the air circulating on the upper surface, a zone of negative pressure, and the air circulating on the lower surface, a zone of positive pressure. This difference in pressure is due to the greater speed of the airflow on the upper surface, linked to the geometry of the blade profile and its angle of incidence. The sum of the velocities along the outline of the wing is called the circulation.

✿ Mathematically, the circulation of a flow over a closed outline (for example a wing profile), noted Γ and expressed in m^2/s , corresponds to the integral over the outline of the tangential velocity V of the flow along this outline L :

$$\Gamma = \int L.V. dl$$

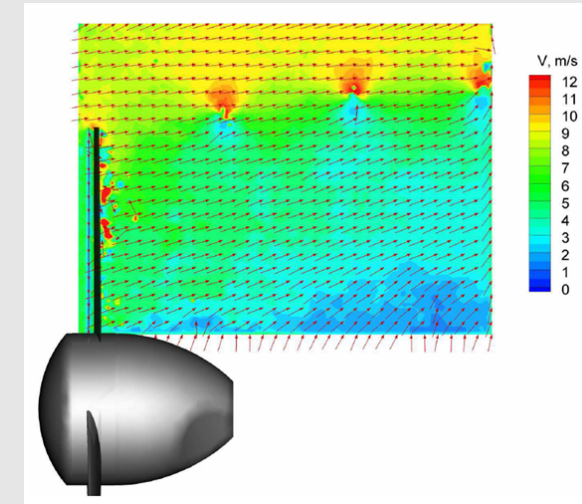
TURBULENCES



1.2 Représentation

✿ Le sillage proche en aval est fortement perturbée et turbulent, Le sillage proche est la région directement influencée par des phénomènes tels que le mouvement des pales, leurs caractéristiques aérodynamiques et la forme de la nacelle. L'écoulement, très turbulent, montre une grande hétérogénéité. C'est notamment dans cette zone que les tourbillons marginaux vont s'établir.

✿ Un peu plus en aval, c'est le sillage lointain. L'influence précédente se fait moins ressentir du fait de la distance, l'écoulement est un peu plus homogène, et ses caractéristiques sont généralement plus prévisibles.

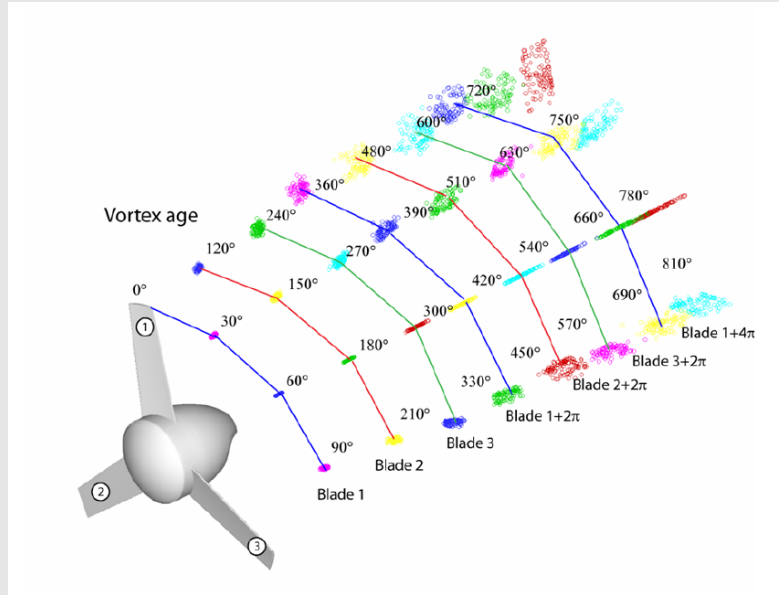


1.2 Presentation

✿ Downstream of the wind turbine, the near wake is highly disturbed and turbulent. The near wake is the region directly influenced by phenomena such as the movement of the blades, their aerodynamic characteristics and the shape of the nacelle. The flow is highly turbulent and very heterogeneous. It is particularly in this zone that the marginal vortices will become established.

✿ Further downstream is the distant wake. The previous influence is felt less because of the distance, the flow is a little more homogeneous, and its characteristics are generally more predictable.

TURBULENCES

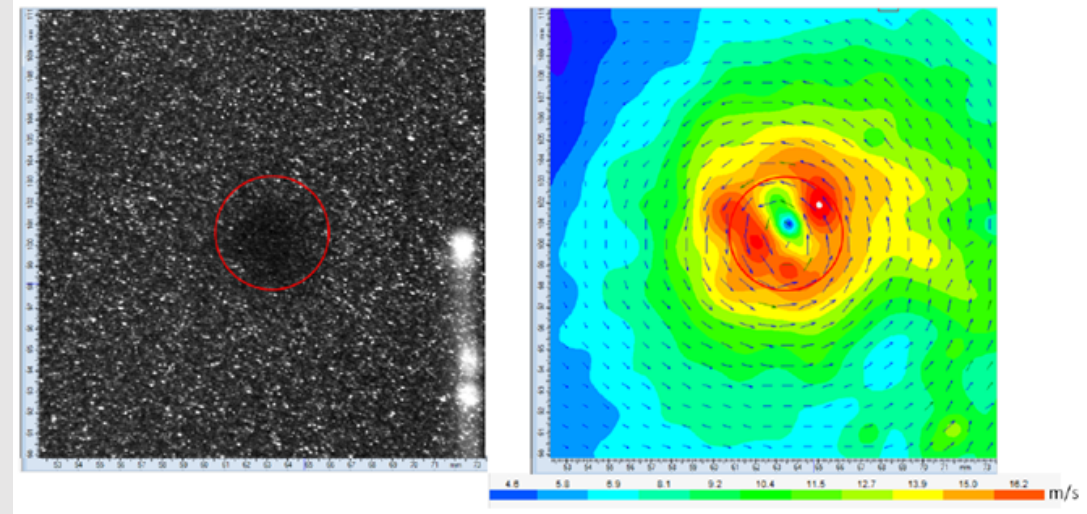


1.3 Energie

✿ Les vitesses tangentielles tourbillonnaires maximales sont de l'ordre de 12 à 15 m.s-1

✿ Comparativement, les vitesses d'éjection des tourbillons marginaux en extrémité de pales pour un hélicoptère sont respectivement environ égales à :

- a) 21,7 m.s-1 pour un Super Puma AS332L ;
- b) 24,8 m.s-1 pour un AS225 LP.



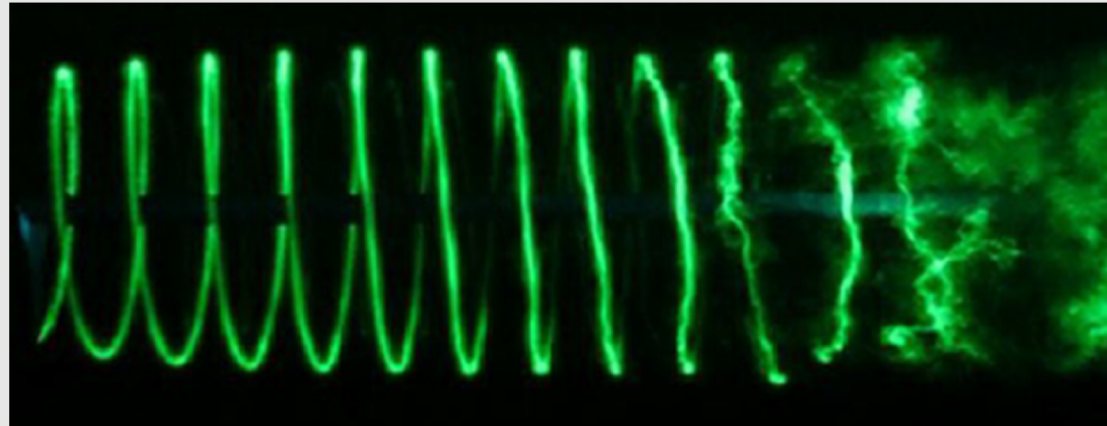
1.3 Energy

✿ The maximum tangential vortex speeds are of the order of 12 to 15 m.s-1.

✿ Comparatively, the ejection speeds of the marginal vortices at the blade tips for a helicopter are respectively approximately equal to :

- a) 21.7 m.s-1 for a Super Puma AS332L ;
- b) 24.8 m.s-1 for an AS225 LP.

DISTANCE DE SÉCURITÉ – SAFETY DISTANCE



2.1 Calcul

✿ La distance de sécurité, d , dixième spire, peut être calculée en fonction des caractéristiques de l'éolienne, à savoir:

- son rayon R ;
- le nombre de pales Nb ;
- le Tip Speed Ratio $\lambda = R\Omega/U_{\infty}$, avec Ω la vitesse de rotation des pales.

Exemple :

- $R = 120$ m / 3 pales – 3 blades ;
- Vitesse de rotation – Rotation speed = 14 t/mn ;
- Séparation entre éoliennes – Wind turbine separation = 1800 m

	Vitesse du vent – Wind speed (kts)						
	0	5	10	20	30	40	50
d (m) =	9	47	94	187	281	374	468

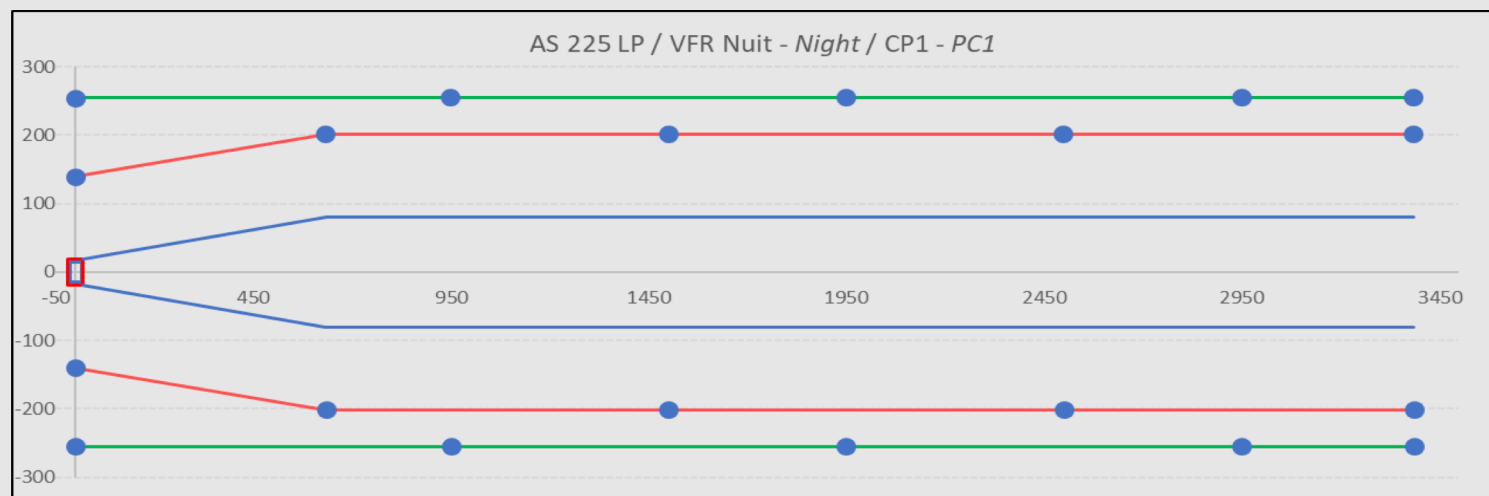
2.1 Computing

✿ The safety distance, d , the tenth turn, can be calculated on the basis of the characteristics of the wind turbine, namely:

- its radius R ;
- the number of blades Nb ;
- the Tip Speed Ratio $\lambda = R\Omega/U_{\infty}$, where Ω is the rotational speed of the blades.

*** Computing on request for other wind turbine characteristics with HeliAxis**

DISTANCE DE SÉCURITÉ – SAFETY DISTANCE



2.2 Synthèse schématique

- position des mâts des éoliennes ;
- limites horizontales du gabarit réglementaire des surfaces de décollage et d'atterrissage d'une hélisation ;
- ce même gabarit incluant le fait qu'en cas de vent dans l'axe les pales de l'éolienne débordent dans la surface de décollage bleue, ce qui constitue un obstacle mobile. Le gabarit initial est donc augmenté de la valeur d'un rayon rotor éolienne ;
- marge de sécurité liée aux turbulences et issue des études théoriques.

2.2 Schematic overview

- wind turbine masts position ;
- horizontal limits of the regulatory template for take-off and landing surfaces of an helideck ;
- this same template including the fact that, in the event of an on-axis wind, the wind turbine blades will overflow into the blue take-off surface, constituting a moving obstacle. The initial template is therefore increased by the value of a wind turbine rotor radius ;
- safety margin related to turbulences and derived from theoretical studies.

* Computing on request for **other** types of helicopter and wind turbine characteristics with HeliAXIS



AGENCE POUR LA SÉCURITÉ
DES OPÉRATIONS OFFSHORE

OFFSHORE OPERATIONS
SAFETY AGENCY



www.brittanyaviation.fr

Nos bureaux – Our offices :
13b, route de l'innovation
29000 Quimper FRANCE

