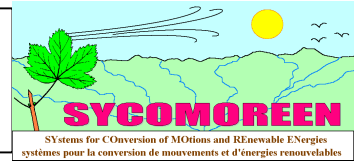


Limites cinétiques de propulsion éolienne face au vent

Précisions sur <http://sycomoreen.free.fr>

Calculées notamment pour la turbine **ROBIPLAN** de Pascal HA PHAM

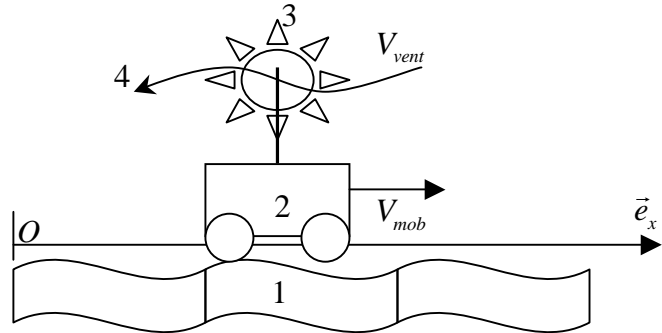


Mise en situation

On considère un mobile avançant contre le vent avec la seule force du vent via une éolienne

Il y a 4 entités en relation :

1. Le sol qui est le support du déplacement.
2. Le mobile qui se déplace
3. L'éolienne montée sur le mobile
4. Le vent traversant l'éolienne



Tous ces éléments sont animés de vitesses par rapport à un référentiel fixe R_g supposé galiléen. Dans cette étude, le repère (O, \vec{e}_x)

constitue l'unique axe de déplacement des 4 entités précédentes. On supposera que le sol(1) est immobile et que les vitesses sont par convention positives par rapport à R_g :

- V_{mob} vitesse absolue du mobile (2)
- V_{vent} la vitesse absolue du vent (4)

Calcul des limites

Un mobile avance contre le vent avec la seule puissance du vent recueillie par une éolienne. La traînée de l'éolienne est prise en compte comme seule force s'opposant au mouvement et l'on suppose aussi que la puissance recueillie par l'éolienne est totalement et parfaitement transmise au mobile.

La puissance cinétique incidente sur l'éolienne vaut : $P_{cin} = \frac{1}{2} \rho S (V_{mob} + V_{vent})^3$

La puissance mécanique extraite : $P_{mot} = \eta P_{cin} = \frac{\eta}{2} \rho S (V_{mob} + V_{vent})^3$ où η est le rendement éolien

La force de traînée induite par le ralentissement du vent vaut : $F_t = \rho S (V_{mob} + V_{vent})^2 (1-k)$

Où k est le facteur de réduction, durant la traversée de l'éolienne, des vitesses du vent **relativement** au mobile.

La puissance de freinage dû à la traînée éolienne vaut $P_t = F_t V_{mob} = \rho S V_{mob} (V_{mob} + V_{vent})^2 (1-k)$

La limite en vitesse est atteinte lorsque la puissance mécanique vaut la puissance freinante :

$$\frac{\eta}{2} \rho S (V_{mob} + V_{vent})^3 = \rho S V_{mob} (V_{mob} + V_{vent})^2 (1-k)$$

$$\text{soit } \frac{\eta}{2} (V_{vent} + V_{mob}) = V_{mob} (1-k) \Leftrightarrow (V_{vent} + V_{mob}) = V_{mob} \frac{2(1-k)}{\eta}$$

$$\text{d'où } \frac{V_{vent}}{V_{mob}} + 1 = \frac{2(1-k)}{\eta} \text{ et finalement } \boxed{V_{mob} = \frac{1}{\frac{2(1-k)}{\eta} - 1} V_{vent}}$$

SYNTHESE DES RESULTATS

Eolienne	V_{mob} / V_{vent}
MONOROBI	25 %
TRIPALE	56 %
BIROBI	66 %
ULTIME	80 %

Limites ROBIPLAN : η est optimum quand le vent est freiné d'un facteur 2 ($k = 1/2$)

$$\text{En MONOROBI : } \eta = \frac{2}{10} \text{ et } \boxed{V_{mob} = \frac{1}{4} V_{vent}}$$

$$\text{En BIROBI : } \eta = \frac{4}{10} \text{ et } \boxed{V_{mob} = \frac{2}{3} V_{vent}}$$

Limite d'une tripale : $\eta = \frac{48}{100}$ est optimum quand le vent est freiné d'un facteur 3 ($k = 1/3$) $\boxed{V_{mob} = \frac{9}{16} V_{vent}}$

Limite ultime : $\eta = \frac{16}{27}$ maximum de Betz quand le vent est freiné d'un facteur 3 ($k = 1/3$) $\boxed{V_{mob} = \frac{4}{5} V_{vent}}$