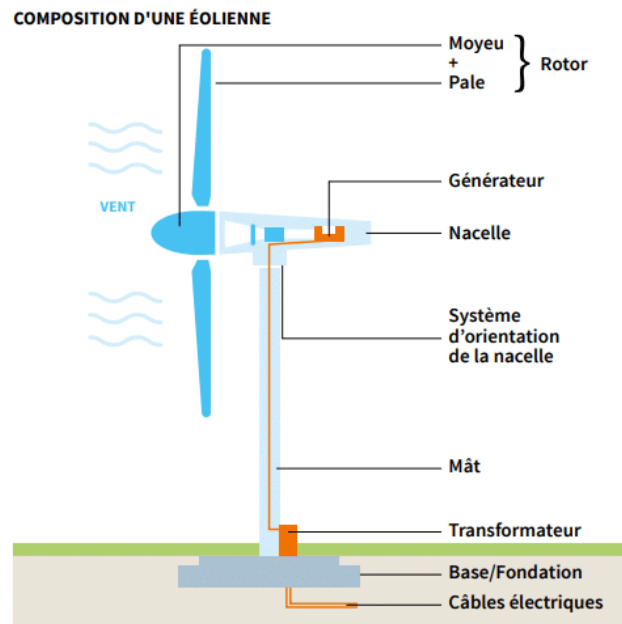


Fonctionnement d'une éolienne

Stanislas Baudin



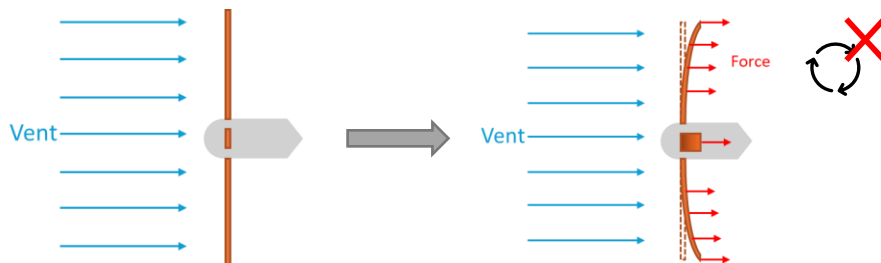
Fonctionnement général

Une éolienne a pour principe de fonctionnement de transformer le vent en électricité en faisant tourner un rotor. Pour ce faire, l'éolienne est pourvue de pale qui feront tourner le rotor grâce à la force du vent.

Les pales doivent cependant avoir une forme particulière pour que cela fonctionne. Elles ont donc un profil qui ressemble à celui des ailes d'avion et qui vont permettre de créer ce qu'on appelle une « portance » qui fera tourner le rotor.

Les pales

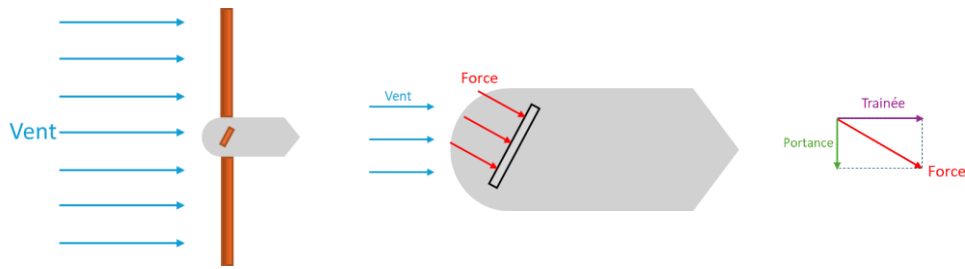
Pour bien comprendre ce principe, imaginons ce qui se passerait si on avait des pales plates. Le vent qui atteindrait les pales, les ferait simplement plier en arrière sans qu'aucune rotation n'ait lieu.



Le vent qui arrive sur la surface produit une force, et cette force va avoir pour effet de pousser l'objet sur lequel elle agit dans la direction perpendiculaire à la surface et cela aura pour effet de pousser l'objet dans cette direction. L'effet ici serait donc parfaitement similaire à une personne se trouvant sur un plongeur par exemple. Lorsque quelqu'un se trouve au bout d'un plongeur, du fait de sa masse, cette personne applique une force sur la planche, ce qui la fait plier.

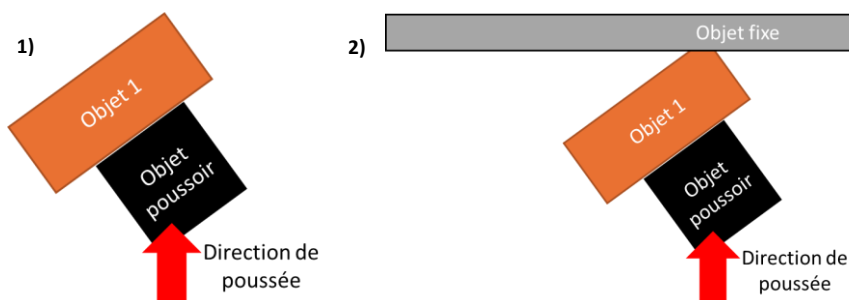


Si maintenant on incline légèrement les pales, que se passerait-il ?



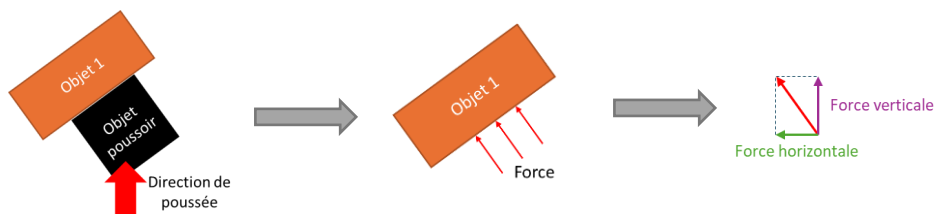
La force du vent qui est donc parallèle à la surface de la pale sera donc désormais inclinée.

Vous pouvez pour cela essayer de faire une expérience similaire à la situation en prenant deux objets rectangulaires devant vous et en poussant tout droit (1). Comment se déplace l'objet ? Et si maintenant vous placer l'objet orange contre un objet rectiligne fixe (2), comment se déplace-t-il ?



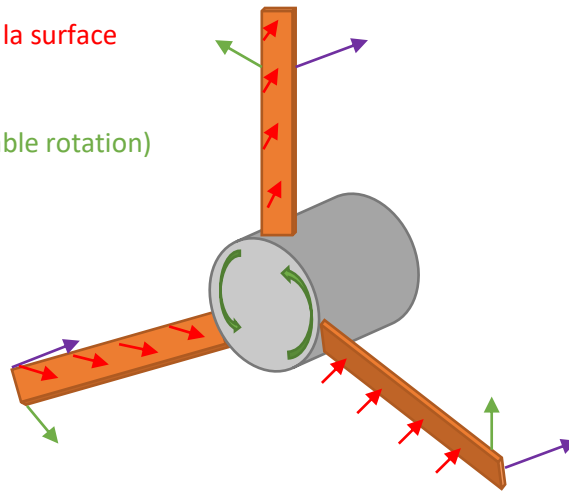
On peut voir ce mouvement diagonal comme la somme d'un mouvement vertical et horizontal. D'ailleurs, on remarque que si tout à coup on bloque une direction, l'objet se déplace tout de même dans l'autre direction, de manière indépendante. Si pour une même force, dans l'expérience 1, l'objet se sera déplacé de 5 cm vers la gauche et 5 cm vers le haut, dans la situation 2, il se sera simplement déplacé de 5 cm vers la gauche.

Cela est dû au fait qu'on peut décomposer la force en une espèce de « sous-force » qui sera verticale et une autre horizontale. Pour trouver ces « sous-forces », il suffit de tracer un rectangle avec pour diagonale la force réelle et les deux côtés du rectangle seront nos deux forces résultantes. Dans l'exemple ci-dessous, cela pourrait se faire ainsi :

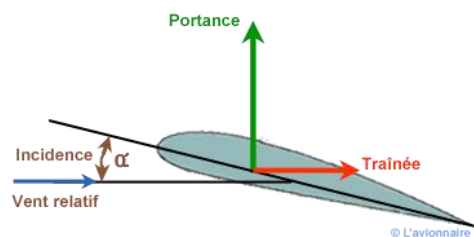


Ainsi, si l'on revient à la pale d'éolienne, c'est exactement le phénomène physique qui se produit avec une pale inclinée, une **force va pousser les pales vers l'arrière**, voulant faire reculer l'éolienne, et **une autre va les pousser de côté**. Cependant, la force du vent étant relativement faible par rapport à celle qui faudrait pour faire reculer une éolienne, on peut concevoir que celle-ci n'aura donc aucun effet sur le mouvement, si ce n'est de plier un peu les pales. En revanche, l'effet qui voudra pousser les pales est tout à fait celui qu'on recherche, puisqu'en les attachant autour d'un axe, les pales seront en tout moments poussés dans la même direction et créeront donc de la rotation.

Force perpendiculaire à la surface
Force vers l'arrière
Force latérale (responsable rotation)



On peut cependant remarquer en regardant les éoliennes sur le marché que les pales ne sont pas de simple rectangle mais ont des formes arrondies plus complexe. Cela a pour but d'améliorer les performances de l'éolienne. Le profil des pales est alors proche de celui des ailes d'avion et a pour effet d'augmenter la « portance » qui est dans ce cas la force qui va faire tourner le rotor.



Pour expliquer simplement le principe d'une aile d'avion et comprendre en quoi cela améliore la performance, on peut s'appuyer sur le schéma ci-dessus. Le vent qui va atteindre la pale va circuler de part et d'autre de celle-ci. L'air qui va passer par-dessus dans notre cas sera accéléré et celui passant dessous sera ralenti. Ces changements de vitesse créent des différences de pression de l'air qui vont augmenter cette force de portance.

Pour finir, la forme n'est pas constante sur toute la longueur de la pale. Cela permet de garantir une vitesse constante sur toute la longueur de la pale.

Explication avec les bras de levier ?

Production électrique

Pour transformer le mouvement mécanique en électricité, on va utiliser une génératrice. L'axe du rotor sera fixé à cette dernière afin de transmettre le mouvement à cette dernière. On va souvent ajouter un multiplicateur entre deux, qui, comme une boîte de vitesse, va augmenter la vitesse de rotation pour s'assurer d'être dans les vitesses de rotation optimum pour la génératrice.

La génératrice

Une génératrice rotative fonctionne en faisant tourner un aimant au milieu d'une bobine de cuivre. L'aimant va créer des variations de champs électriques qui vont produire de l'électricité. On peut également avoir des variantes où c'est un rotor en fil de cuivre qui tourne au milieu d'un stator rempli d'aimant.

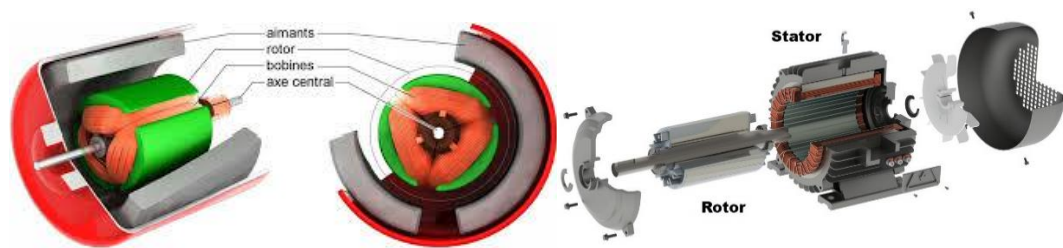


Figure 1 : Construction d'une génératrice (stator aimant à gauche et stator bobine à droite)