

L'éolien s'implante en ville

À la recherche de nouvelles technologies propres, des entreprises se sont intéressées à la modélisation d'éoliennes à installer en ville, et l'idée m'est venue en découvrant le projet appuyé sur le biomimétisme des éoliennes aux ailes des hiboux, qui permettrait de réduire l'intensité sonore et faciliterait l'implantation en ville.

Après avoir réalisé un modèle d'éolienne à implanter sur un toit d'immeuble grâce à une imprimante 3D (à échelle réduite), j'ai pu, par le biais de différents matériaux utilisés pour construire mes pales travailler sur la qualité du produit, le niveau acoustique et le rendement que l'éolienne peut produire.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire), PHYSIQUE (Physique de la Matière).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Éolienne</i>	<i>Wind turbine</i>
<i>Rotation</i>	<i>Rotation</i>
<i>Écoulement (de l'air)</i>	<i>Airflow</i>
<i>Énergie renouvelable</i>	<i>Renewable energy</i>
<i>Résistance des matériaux</i>	<i>Strength of materials</i>

Bibliographie commentée

Le renouvelable est aujourd'hui une denrée infinie. Les années 2020 sont marquées par l'arrêt de réacteurs nucléaires et la France justifie le besoin d'énergie électrique. **[1]**

La récupération d'énergie électrique constitue aujourd'hui un enjeu majeur dans une logique d'économie des ressources. En effet, de nouvelles solutions au problème d'un développement d'énergies renouvelables se manifestent. **L'éolien** représente une alternative aux énergies fossiles, ainsi qu'une majeure partie de l'énergie renouvelable en utilisant la force du vent pour produire de l'électricité.

En utilisant la définition de biomimétisme, de nouvelles pales d'éoliennes sont produites en s'inspirant de la géométrie des ailes des hiboux pour permettre à l'éolienne de réduire son intensité sonore **[3]**. Pour cela, des « peignes » sont installés à l'avant des pales pour réduire les décibels que crée l'écoulement du vent sur le matériau.

En ville, il est plus simple d'adapter ce prototype à l'environnement. C'est pour cela que l'entreprise « *Wind my Roof* » a développé son propre modèle d'éolienne à rotation autour d'un axe horizontal, et **installé sur le toit des immeubles [2]**, dont j'ai pris modèle. Celles-ci permettent entre autre la production d'électricité et pourront être reliées à un récupérateur d'énergie qui

desservira les besoins de l'immeuble.

La pale de l'éolienne en elle-même peut aussi être l'objet de problèmes. Tout d'abord, placé en extérieur, celle-ci sera contrainte à des **conditions météorologiques et déformations mécaniques**. Ces conditions météorologiques doivent être favorables à un meilleur rendement du système : des vents plus ou moins forts, une température plus ou moins faible.

Pour cela, le système peut être placé sur une plaque pivotante pour permettre de faire travailler l'éolienne selon n'importe quelle direction du vent. Une étude thermique peut aussi être réalisée afin d'analyser les zones sensibles et propices au matériau constituant les pales de l'éolienne.

Le choix du matériau est un débat afin de procéder à la mise en place de l'éolienne en ville.

Celui-ci doit être robuste et résistant au vent et à la pluie [4], les gouttes d'eau pourraient faire diminuer la vitesse de rotation de l'éolienne. De plus, il y serait nécessaire d'y introduire une notion d'angle de calage, analogue au profil d'une aile d'avion, qui, en analysant différentes mesures, permettrait un meilleur écoulement et donc obtenir un meilleur rendement. [6]

Expérimentalement, c'est un **modèle minime** qui a été testé en soufflerie afin d'analyser les premiers résultats. Le rotor de l'éolienne sera couplé à un alternateur qui permettra entre autre la conversion de puissance mécanique en puissance électrique.

Pour augmenter le rendement final et la puissance générée, il est aussi question d'un **vrillage des pales** de l'éolienne, afin d'en maximiser le rendement, et d'en minimiser l'intensité sonore générée au cours de l'écoulement du vent. Pour cela, des séries de mesures peuvent être faites en modifiant l'angle d'inclinaison de la pale en fonction de l'écoulement [5].

Tous ces différents facteurs à analyser permettraient une meilleure source d'énergie renouvelable ayant sa place en ville.

Problématique retenue

Comment optimiser l'énergie générée par l'éolien en ville ?

Objectifs du TIPE

- Modéliser une propre éolienne à rotation autour d'un axe horizontal
- Étudier l'influence du vent pour obtenir un meilleur rendement de l'éolienne
- Analyser les meilleures conditions en ville pour de meilleurs résultats
- Étudier le vrillage de la pale d'éolienne afin de travailler sur son aérodynamisme

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] PATRICK PIRO : Coup de frein à l'éolien, spectre d'une pénurie d'électricité : *Le journal de l'éolien onshore*, Octobre 2022

[2] ANTOINE BRICHOT, YANIS MAACHA : L'éolienne des toits des immeubles : <https://www.windmyroof.com>

- [3] JEANNE HUTIN : Les éoliennes, bientôt plus chouettes ? : <https://www.ouest-france.fr/leditiondusoir/2015-07-23/les-eoliennes-bientot-plus-chouettes-79632d1b-3ad5-4cbd-b5dc-c747e8c32ba3>
- [4] EUROLAB - LABORATORY SERVICES : Essais de résistances à la pluie et au vent
- [5] J.BRESSON - D.DUCLOS : Vrillage d'une pale d'éolienne : *Université Virtuelle Environnement & Développement durable (UVED)*
- [6] NICOLAS LAVERDURE : Thèse Hal Science : Sur l'intégration des générateurs éoliens dans les réseaux faibles ou insulaires : <https://theses.hal.science/tel-00170128/>

DOT

- [1] *Novembre 2022 : Découverte de l'entreprise WindMyRoof qui m'a permis d'élaborer mon TIPE. Elle a pour but la pose d'éoliennes en ville. En parallèle je me suis intéressé à une étude sur l'éolien appuyée sur le biomimétisme. Malheureusement je n'ai pas pu mener à bien cette étude.*
- [2] *Décembre 2022 : Premiers contacts avec l'entreprise pour analyser les conditions d'installation d'éoliennes sur les toits des immeubles et de production d'énergie. Ce contact m'a alors aidé à la réalisation du projet.*
- [3] *Janvier - Février 2023 : Construction de la maquette, j'ai récupéré matériaux et pièces utiles pour le projet et imprimé des pièces en 3D.*
- [4] *Mars - Avril 2023 : Réalisation des différentes expériences avec différentes pales pour l'éolienne. J'ai étudié comment l'influence d'un obstacle en entrée du système faciliterait l'écoulement du vent dans l'éolienne. Prises de mesures de vitesse de rotation et de vitesse du vent.*
- [5] *Mai 2023 : Fin des dernières expériences mises en jeu. J'ai de plus réalisé une étude COMSOL théorique sur l'écoulement du vent sur la surface de la pale d'éolienne. La même étude a aussi été réalisée expérimentalement. Mise en page de mon TIPE.*