

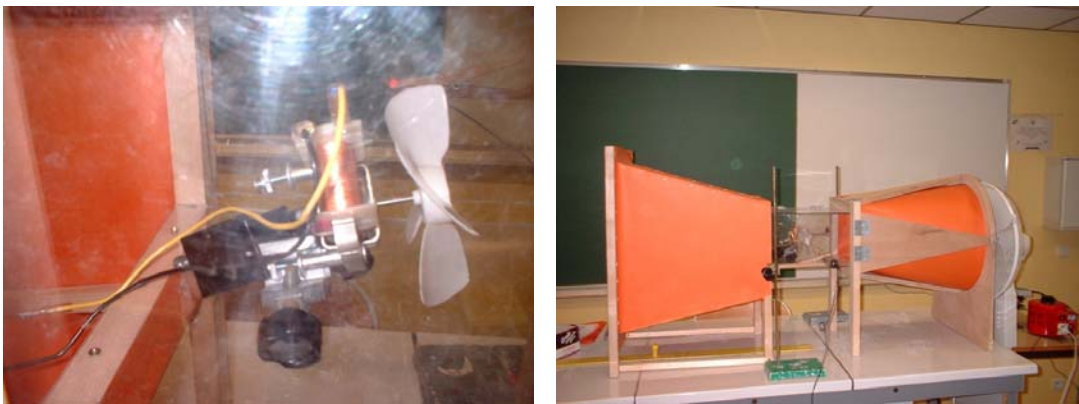
I. Etude d'une maquette d'éolienne

I.1. Description du dispositif

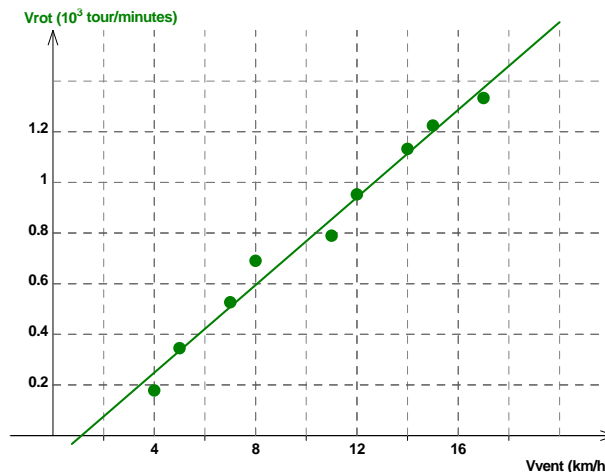
Nous avons utilisé une soufflerie fabriquée l'année dernière. Elle consiste en un cône de venturi couplé à un ventilateur de salon relié à un alternostat. Il est possible en changeant l'alimentation du ventilateur de modifier l'intensité du vent à l'intérieur de la soufflerie. Elle possède aussi une chambre de mesures en plexiglas munie d'une trappe.

Un petit anémomètre permet de mesurer la vitesse du vent dans la soufflerie. Elle a des valeurs comprises entre 0 et 18 km/h. Cette soufflerie a été conçue à partir de plans utilisés lors des olympiades de sciences physiques dans l'académie d'Aix-Marseille⁽¹⁾. Sa géométrie permet d'avoir en première approximation un vent homogène sur toute la chambre de mesures.

Nous avons utilisé dans le cadre de nos simulations un petit ventilateur de four à micro-onde, qui fonctionne en courant alternatif, et que nous avons fait fonctionner en générateur. Il est devenu notre petite éolienne à axe horizontal.



Lorsque nous faisons varier la tension aux bornes du ventilateur, il est possible de mesurer la vitesse du vent produit dans la chambre de mesures. Les mesures sont reproductibles à condition de placer le ventilateur dans les mêmes conditions. On peut ensuite en déduire la vitesse de rotation de la petite éolienne en fonction de la vitesse du vent à l'aide d'un faisceau Laser et d'un capteur luxmètre.

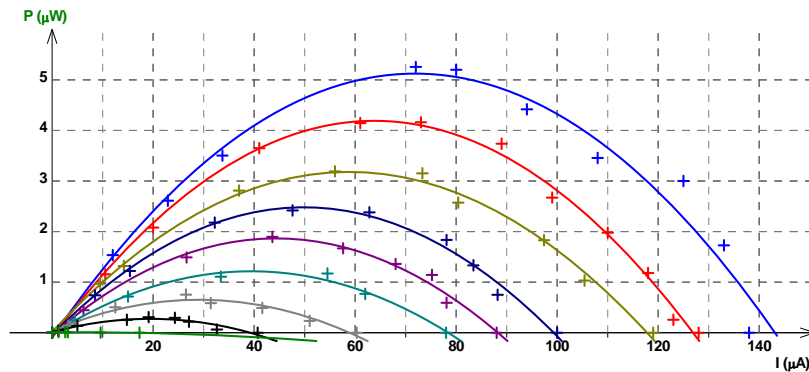


I.2. Etude de la puissance fournie par la petite éolienne

Nous nous sommes ensuite intéressés à la puissance électrique fournie par la petite éolienne. Après avoir tracé la caractéristique de la petite éolienne, nous avons pu tracer sa puissance électrique

(1) Olympiades de physique, Avignon, 2003-2004.

fournie en fonction de l'intensité. Nous avons réalisé un réseau de courbes car nous avons réalisé ce travail pour différentes vitesses de vent (3,2 ; 4,7 ; 6,9 ; 9,2 ; 11,3 ; 13,3 ; 14,4 ; 16 ; 17,5 km/h). On obtient des *courbes en cloche*.

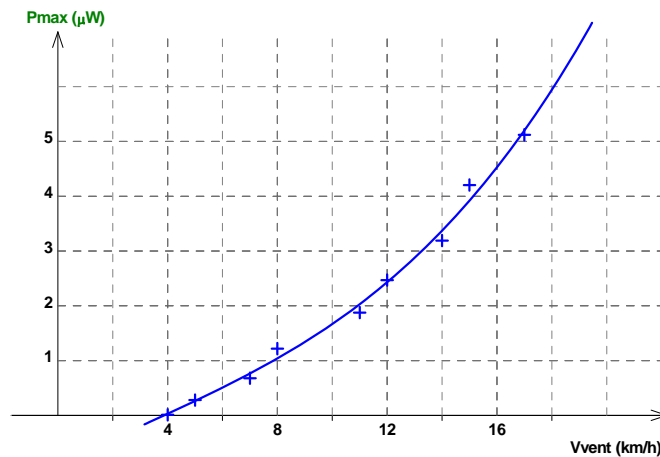


Les puissances fournies sont relativement modestes. En effet on obtient dans les meilleures conditions, au maximum, une puissance électrique fournie de $5 \mu\text{W}$.

Nous avons ensuite récupéré sur ce réseau de courbes, les puissances maximales fournies pour chaque vitesse de vent.

P_{max} (μW)	0,01	0,28	0,68	1,22	1,88	2,47	3,19	4,21	5,12
V_{vent} (km/h)	4	5	7	8	11	12	14	15	17

Cela nous a permis de tracer, pour la petite éolienne, la puissance maximale fournie en fonction de la vitesse du vent.



Nous nous apercevons que la petite éolienne fournit une puissance maximale non négligeable à partir d'une vitesse de vent de 4 km/h alors que nous avons vu qu'elle commençait à tourner à partir d'une vitesse de vent de 1 km/h.

II. Etude de l'éolienne du lycée

II.1. Description de l'éolienne

L'éolienne du lycée est une éolienne de type *Fortis Passat*. La puissance maximale délivrée par cette éolienne est de 1,4 kW. Elle fournit une puissance électrique de 1 kW avec un vent de 12 m/s (soit environ 43 km/h). Elle possède 3 pales de 1,5 m de longueur. Le diamètre de son rotor est de 3,12 m et elle est située à environ 10 m du sol.

En fonction de la vitesse de rotation de ses pales, elle produit une tension variable comprise entre 0 et 300 V dont la fréquence dépend de la vitesse de rotation. Cette tension étant inutilisable en tant que

telle, elle est redressée pour obtenir une tension continue. Une résistance de décharge permet d'éviter d'éventuelles surtensions. Elle est envoyée ensuite dans un onduleur synchronisé avec le 50 Hz du secteur EDF. On obtient ainsi une tension d'amplitude variable mais de fréquence 50 Hz. Toute l'énergie produite est ensuite renvoyée sur le réseau EDF.

Lorsqu'une coupure de courant sur le réseau EDF se produit, la synchronisation n'est plus possible. Il n'est alors plus possible d'envoyer sur le réseau EDF l'électricité produite par l'éolienne du lycée.



Résistance de décharge



Redresseur



Onduleur



Armoire de distribution

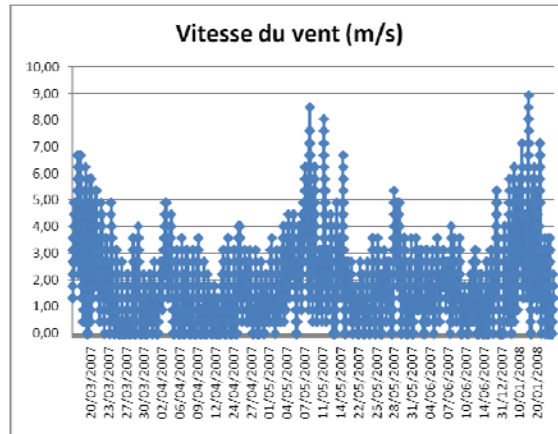
Le mat de l'éolienne comporte une station météo qui permet d'avoir des indications sur la température extérieure, la vitesse du vent ou la direction du vent. Ces données sont ensuite envoyées via un logiciel à un ordinateur. Il est possible de les récupérer sous formes de données brutes dans un fichier texte.



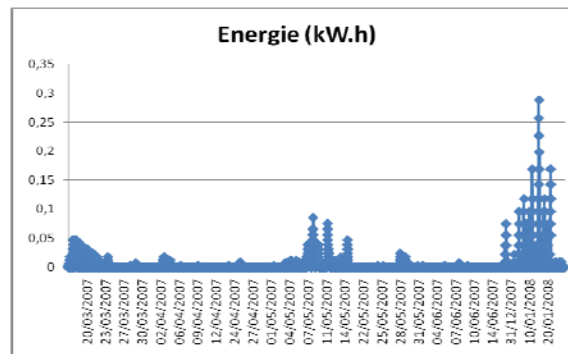
II.2. Calcul de l'énergie fournie par l'éolienne en kW.h.

A partir des données météo et à l'aide d'un traitement informatique à l'aide du logiciel Excel, nous trouvons une énergie fournie de 34,94 kW.h.

Cette faible valeur est en partie expliquée par le site de l'implantation de l'éolienne. Elle est entourée de bâtiments assez hauts, qui font écran à la libre circulation du vent, et qui perturbent le fonctionnement de l'éolienne. D'autre part, l'éolienne produit sa puissance nominale de 1 kW uniquement pour des vents assez forts qui sont peu courants. Le graphe, ci-dessous, montre les vitesses de vent enregistrées au niveau de l'éolienne du lycée. Nous ne nous trouvons jamais dans les conditions nominales d'utilisation de l'éolienne, c'est-à-dire avec des vents de 12 m.s^{-1} de façon constante.



C'est pour cela que l'énergie électrique fournie demeure toujours assez faible comme le montre le graphique suivant :



III. Conclusion

Ce travail a permis aux élèves de comprendre une partie des enjeux de la politique énergétique de la France pour ces prochaines années. Ils se sont documentés sur les parcs éoliens qui se développent très vite en Picardie maritime. L'étude de la maquette et surtout l'étude des données relatives à l'éolienne du lycée, leur a permis de mieux comprendre les avantages comme les inconvénients de ce type de ressource énergétique.

Les élèves ont été amenés à utiliser l'outil informatique pour faire des modélisations de courbes expérimentales à l'aide de fonctions mathématiques de type polynôme ainsi qu'à utiliser un tableur afin de retraiter environ 12000 données issues de la station météo de l'éolienne du lycée. Ils ont aussi utilisé des cartes d'acquisition munies de capteurs luxmètre afin de réaliser des mesures sur la petite éolienne ainsi que du matériel de base en électricité afin de tracer les caractéristiques de cette petite éolienne. Enfin, un long travail a été nécessaire, avant d'utiliser la puissance de calcul de l'informatique, lors du traçage de certaines courbes expérimentales sur papier millimétré.