collège Puygrelier

académie Poitiers

Bordereau d'envoi

DESTINATAIRE
CFA CMI
BAT ADM B5 TSA 51106

9 RUE CHARLES CLAUDE CHENOU
86073 POITIERS CEDEX 9

Secrétariat de direction

Affaire suivie par
F CUISINIER
Principale

Téléphone
05 45 91 42 86
Fax
05 45 91 86 67
Mél
ce.0160969s@ac-poitiers.fr

Adresse postale
49 rue de l'Egalité
BP 16
16470 SAINT MICHEL

Objet : **DOSSIER SCOLAIRE**

DESIGNATION DES PIECES	NOMBRE	OBSERVATIONS
Bonjour, Veuillez trouver ci-joint le projet de Mme BERNARD, professeur de Sciences Physiques, validé par Mme CUISINIER, Principale. Vous en souhaitant bonne réception. Cordialement Le secrétariat		

à Saint Michel, le 16 mars 2017

COLLÈGE PUYGRELIER
BP 16 - 49, rue de l'Égalité
16470 St MICHEL D'ENTRAYGUES
Tél. 05 45 91 42 86
Fax 05 45 91 86 67
Vie Scolaire 05 45 21 39 74

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Sciences à l'École

FONDATION CGENIAL

académie Poitiers

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Concours Régional 2016-2017

Pourquoi, parfois quand il y a du vent, les éoliennes ne tournent-elles pas?

FORUM Faites de la SCIENCE 12ème édition

enercoop L'ÉNERGIE MILITANTE

Société ABO WIND

collège Puygrelier
académie Poitiers

Validé le 15/03/2017

F. CHISINIER - Principale

COLLÈGE PUYGRELIER
Le Principal
ST MICHEL D'ENTRAIGUES

Introduction, Présentation de notre projet :

Les 4 classes de quatrième du collège Puygrelier ont fait un EPI (Enseignement Personnalisé Interdisciplinaires) sur le thème du développement durable autour de l'énergie produite par les éoliennes. L'Energie, les professeurs nous en parlent dans plusieurs cours (en sciences, en technologie, en géographie, nous en parlons même en anglais !).

Le concours C Génial nous a été à tous présenté, nous*, les volontaires avons choisi d'y participer pour vous présenter en quoi notre EPI nous semble intéressant et important pour comprendre l'Energie de demain. Surtout que nous avons rencontré Monsieur Sauer technicien en maintenance des parcs éoliens, dont celui de Villefagnan et Madame Suire chargé de mission sur la réalisation de parcs éoliens dans la région nouvelle aquitaine d'Enercoop. Ils nous ont parlé de leur métier et de leur vision de l'énergie citoyenne dans le monde de l'entreprise.

*Nous sommes : Alice Commin (4A), Julie David (4A), Clélia Pernègre (4A), Noémie Sucharyna (4A), Denis Bridier (4B), Anaélle Garnier (4B), Eléa Boeykens (4C) et Noellie Vacher (4C).

En technologie suite aux débats et exposés sur les moyens de production d'énergie utilisables par l'Homme, nous avons travaillé sur les programmations en binaire et avons vu une vidéo « choc » en anglais disponible sur Youtube : une éolienne en rotation complètement détruite par la vitesse du vent ! Certains d'entre-nous ont pris la parole et ont proposé :

https://www.youtube.com/watch?v=nXr7dc0oBpE

« mais alors c'est pour éviter ça que, parfois lorsqu'il y a du vent les éoliennes, elles ne tournent pas ? »

Avec nos professeurs, Monsieur Goumy en Technologie, Mme Bernard en Sciences Physiques, Monsieur Brousse et Mmes Lacroix et Beaulieu en anglais, nous avons avancé dans la compréhension de ce sujet. Nous avons testé si il était possible de stopper la rotation d'une éolienne lorsque la vitesse du vent était trop grande... C'est le but de notre EPI et ce sont les démarches (les « protocoles ») que nous allons vous présenter ici. Ce qui a bien fonctionné et ce qui est plus compliqué pour nous. Nous vous présenterons aussi nos mesures en lien avec nos maquettes « tests » d'éoliennes. Nos observations vous montrerons que nos méthodes pour vérifier nos hypothèses ne sont peut-être pas les meilleures, mais nous avons essayé. Nous avons réfléchi à comment éviter certaines erreurs et nous sommes fiers de certains de nos résultats que nous vous proposerons en conclusion.

Ce que nous avons fait :

1) Tout d'abord nous avons eu besoin de savoir mesurer la vitesse du vent.

Pour cela nous avons trouvé qu'il existait des appareils professionnels, des anémomètres numériques, avec un calculateur intégré, ils donnent directement la vitesse en m/s. Ces appareils sont assez couteux et notre professeure en physique n'en a que deux. Alors elle nous a proposé de trouver un autre moyen de mesurer la vitesse du vent. Il faut un dispositif qui tourne facilement sur un axe, et il faut pouvoir compter les rotations de ce dispositif et mesurer la durée de ces rotations. Avec l'aide de Madame Delporte technicienne de laboratoire nous avons construit des anémomètres « maisons » à base de balles de ping-pong et de perles !

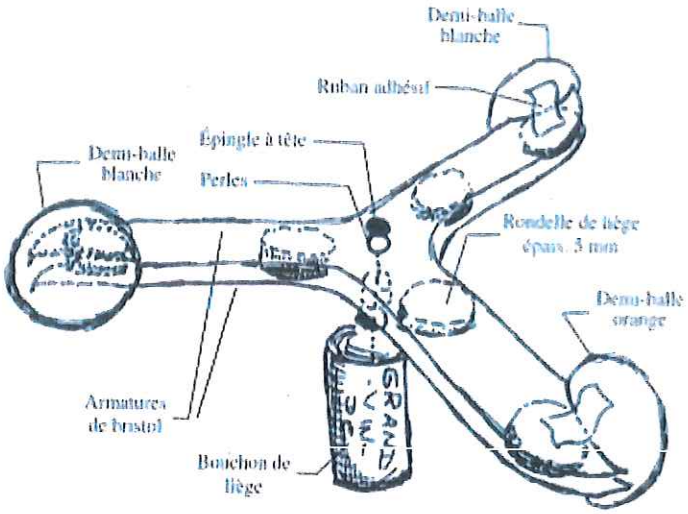


Figure 1 : Dessin de l'anémomètre.

Pour nos tests de mesures de vitesse de vent nous avons utilisé une soufflerie de sèche-cheveux. Il a fallu bien repérer notre position, distance et hauteur, entre la soufflerie et l'anémomètre pour pouvoir comparer les valeurs obtenues avec un anémomètre à hélice (professionnel) numérique.

Réglage en hauteur pour une rotation optimale

Mesure de la distance pour pouvoir reproduire les mêmes conditions

Comparaison avec l'anémomètre numérique

Avec nos réglages, nous avons (à chaque fois) obtenu des valeurs de vitesse de vent bien inférieures à celles indiquées par l'anémomètre numérique à hélices. Nos erreurs de construction sont probablement à cause du frottement de l'armature sur le bouchon même si nous avons mis des perles pour que cela glisse mieux, le mouvement circulaire de l'anémomètre à coupelle est ralenti par rapport à l'anémomètre à hélice. En plus notre temps de réaction pour déclencher le chronomètre ajoute une erreur de mesure (il y a aussi nos erreurs de mesure du rayon de l'anémomètre qui modifie la valeur de la distance parcourue par la coupelle etc). Nous avons essayé d'évaluer ces erreurs de mesures sur nos documents par calculs, en fait, nous faisons des erreurs presque partout !

Alors nous avons cherché sur internet d'autres méthodes de mesurer la vitesse du vent afin de trouver un protocole plus efficace. Mais par manque de temps nous n'avons pas encore pu les tester (nous prévoyons de faire des comparaisons de prototype en fin d'année sur un anémomètre de détection de différence de pression de l'air, un autre sur des températures de refroidissement de fil chaud placé dans le vent...).

2) Nous avons cherché en technologie comment mettre l'éolienne en position de protection par grande vitesse de vent ?

Avec nos recherches sur internet nous avons sélectionné sur un site avec des informations utilisables (http://eolienne.f4jr.org/systeme_de_regulation_et_de_protection).

L'hypothèse facile est de dire que par grand vent, le mouvement circulaire de l'éolienne est bloqué ! Oui mais comment ? Une possibilité proposée sur le site consiste à modifier l'angle de calage des pales de l'éolienne (comme les flèches rouges sur la photo de démonstration).

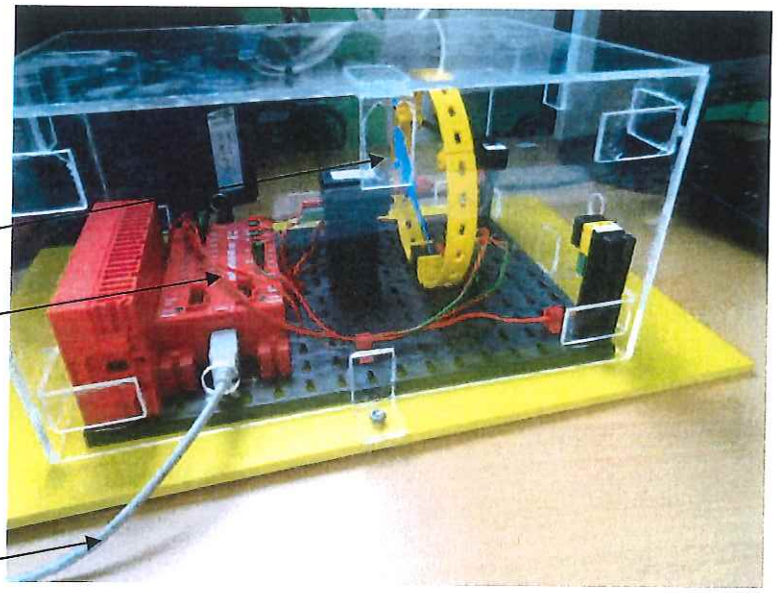
Voici d'ailleurs un extrait compréhensible du site qui a inspiré nos hypothèses vérifiables :

« Il est nécessaire d'équiper l'éolienne d'un système permettant de diminuer les contraintes mécaniques sur la machine en cas de survitesse du rotor. (...) Lorsque le vent atteint une certaine vitesse un opérateur immobilise l'éolienne, cette immobilisation peut être effectuée de plusieurs manières :

- *à l'aide d'un frein*
- *en changeant l'orientation de l'hélice : l'hélice est placée parallèlement au vent (mise en drapeau)*
- *en modifiant le calage des pales afin d'obtenir un couple moteur nul »* (c'est-à-dire l'action du vent aura alors un effet nul sur les pales, elles ne tourneront pas)

Notre objectif est alors de réussir à concevoir et piloter une maquette pour régler (par détection) cet angle afin de vérifier si la mise en sécurité est faisable avec nos moyens (de collégiens !)

Pour simplifier le mécanisme, notre professeur de technologie nous a proposé une maquette d'éolienne où le capteur ne commande que la rotation d'une seule pale (au lieu des trois en réalité).



Une seule pâle

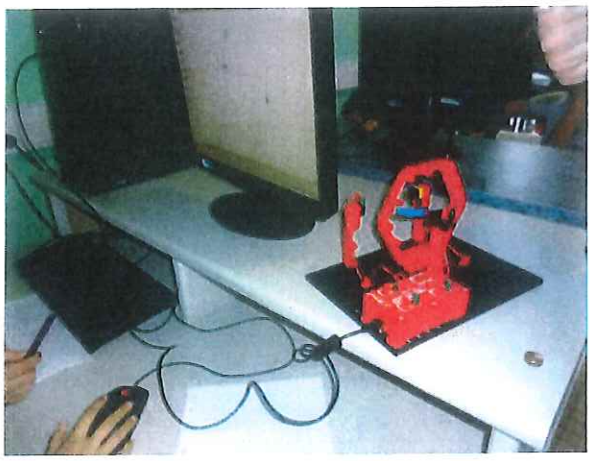
Interface numérique de commande entre le moteur et le logiciel de commande

Câble USB reliant la maquette à l'ordinateur

Nous nous rendons compte que c'est assez compliqué, il y a plusieurs informations de commande à faire varier (des paramètres). Il faut procéder étape par étape, pour nous familiariser à la commande numérique et avoir un mode opératoire logique.

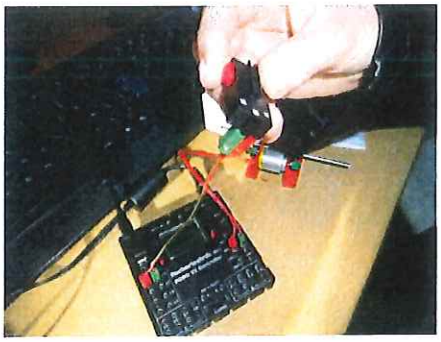
Nous avons alors travaillé sur une maquette ultra-simplifiée (en rouge sur les photos suivantes) pour apprendre la maîtrise de la technologie utilisée (automate, langage de programmation).

La maquette ultra-simplifiée reliée au logiciel de pilotage de l'éolienne

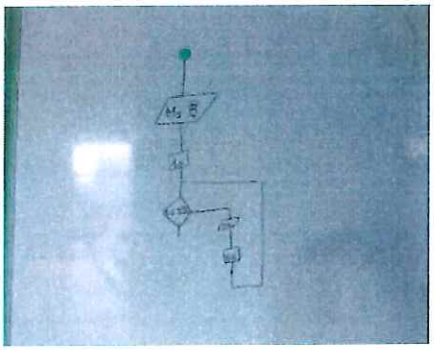


Un test de début de programme pour commander la mise en mouvement

Nous devons programmer la maquette de manière à ce que la détection d'une vitesse de vent trop élevée provoque la rotation d'un quart de tour de la pale.
Pour simplifier encore notre dispositif le signal d'alerte est obtenu à l'aide d'un interrupteur.

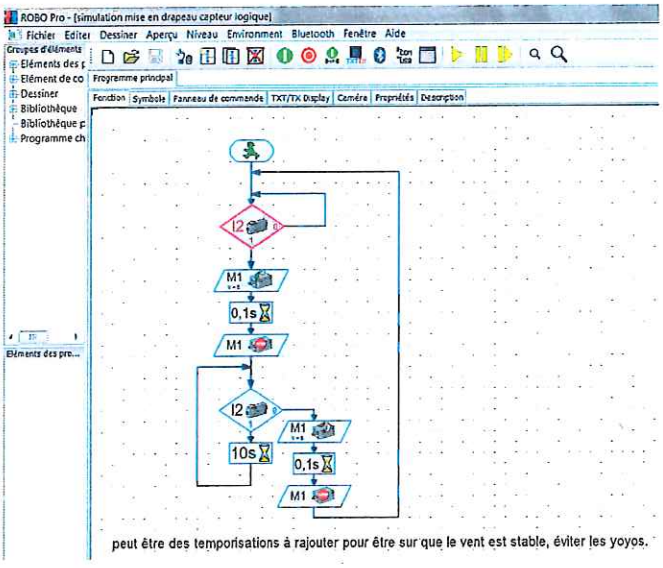


Modèle de branchement de notre interrupteur



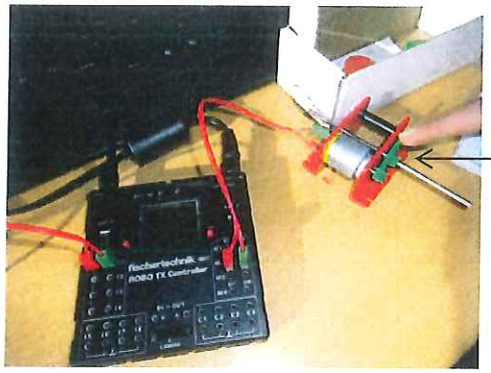
Exemple de logique de programmation

Voici un exemple de programme le plus abouti possible (aidé par notre professeur), nous avons fait beaucoup d'essais peu concluants avant d'arriver à ça ! :



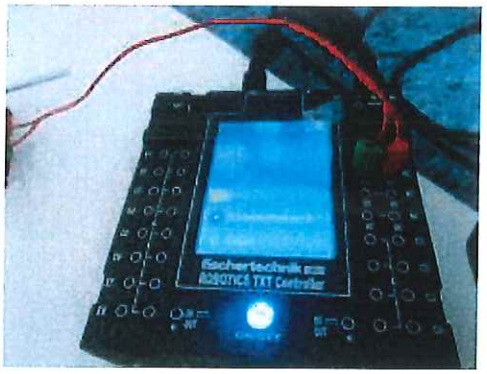
Après différents tests et réglages, nous observons que le programme commande directement un moteur (qui servira à faire la rotation pour mettre la pâle en position de sécurité) mais celui-ci tourne très vite et fait plusieurs tours.

Ce n'est pas ce que nous voulons. Nous avons donc dû utiliser un réducteur et choisir les pignons pour obtenir seulement une rotation finale de ¼ tour. A notre niveau, notre professeur nous dit que c'est presque réussit (on le pense aussi, en même temps, on ne voit pas comment faire mieux) !



réducteur de vitesse utilisé

Phase de test de recherche de programmation de Noellie et Eléa



zoom sur notre interface de commande du moteur faisant pivoter l'éolienne

4) Plusieurs informations trouvées dans différents sites et ouvrages de recherches sont en anglais

Heureusement avec nos professeurs nous avons travaillé le vocabulaire ! Cela aide beaucoup, mais de là à faire une présentation en anglais, nous ne sommes pas vraiment partants...

Main data

Nominal power: 2000 kW
Diameter: 90 m
Available
Class: IEC IIIa (EIDI II)
Offshore model: no
Commissioning: 2005

Rotor

Number of blades: 3
Type: Pitch
Swept area: 6361.7 m²
Power density: 3.18 m²/kW
Maximum speed: 19 rd/min
Manufacturer: Gamesa

Tower

Minimum hub height: 55 m
Maximum hub height: 100 m
Manufacturer: Gamesa

Weight

Nacelle: 65 t
Rotor + hub: 50 t
Tube: 153 - 286 t
Total: 268 - 401 t

Gearbox

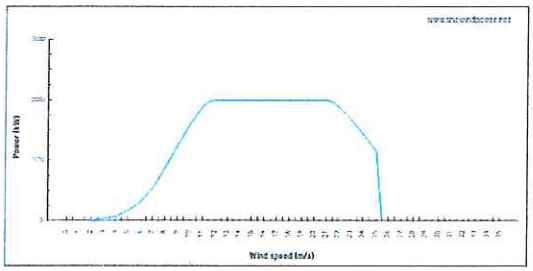
Gearbox: yes
Speed number: 3
Ratio: 1:100,5
Manufacturer: Echesa, Fellar, Hansen, Lohman

Wind speeds

Start-up wind speed: 2,5 m/s
Nominal wind speed: 12 m/s
Maximum wind speed: 25 m/s

Generator

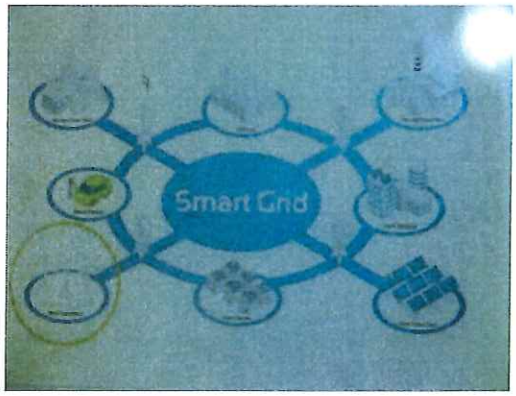
Type: ASYNC
Number: 1
Maximum speed: 1900 rd/min
Output voltage: 690 V
Manufacturer: Indar, Cantarey, ABB



4) En dehors de nos expériences et programmations, nous avons eu la chance de rencontrer deux professionnels dont le métier est en lien avec l'énergie de source éolienne.

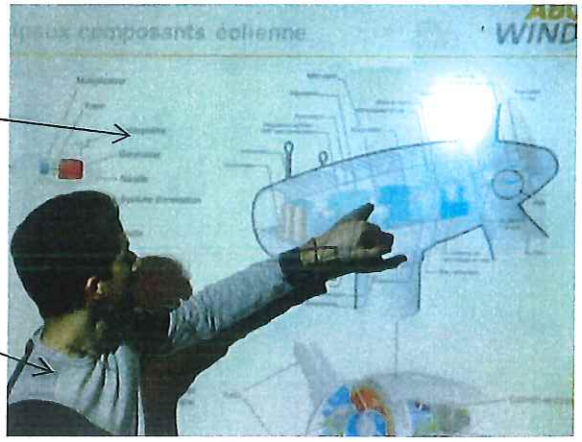
Le 16 février 2017 Monsieur Sauer est venu nous présenter son travail dans la société ABOWind. Il s'occupe de la maintenance des éoliennes de différents parcs dont celui de Xambes (sur la route entre Angoulême et Poitiers). Il nous a parlé de smart city, des villes du futur « intelligentes » ou tout est pensé et relié pour une meilleure utilisation de l'énergie. C'est compliqué en fait, surtout lorsqu'il continue sa présentation en anglais !!! Plusieurs minutes où nous n'avons pas tout compris, sauf quelques mots appris en cours d'anglais...

Il a vraiment voulu nous convaincre que parler anglais était important dans un métier en entreprise...



Anémomètre

Quelques diapositives de la présentation de Monsieur Sauer



Le 13 mars 2017 madame Suire est venue débattre avec nous de citoyenneté dans l'énergie... Elle travaille chez Enercoop. Elle est chargée de projet de l'entreprise pour faciliter la création de parcs de production d'énergie (comme des parcs éoliens mais aussi hydrauliques ou photovoltaïques). Elle nous a parlé de la vision citoyenne de sa société Enercoop (parcs éoliens citoyens...).

Mme Suire expliquant les coopératives citoyennes de production d'énergie

Débat/discussion sur les différentes visions de productions d'énergie

Après sa présentation discussion avec la classe, elle a eu la gentillesse de répondre à nos questions sur ses études, son métier (chargé de projet c'est compliqué à comprendre). Elle nous a parlé de projet coopératif : par exemples des parcs éoliens qui appartiennent à des habitants qui alors vendent l'énergie produite dans le réseau et récupèrent ainsi de l'argent...Cela nous montre une autre façon de « penser » la production d'énergie...Motivés par cette rencontre, nous avons même fait un enregistrement audio de type micro-couloir (mis sur le site du collège) pour comparer la vision de l'énergie de source éolienne de certains élèves du collège avec les informations qu'elle nous a données.

Une interview avec les deux Jeunes Reporters de l'Environnement pour faire la bande son micro-couloir du collège (aidées par Mme Dupis professeure de français)

Conclusion :

La mise en sécurité des éoliennes par vent fort n'est pas facile à étudier, mais est nécessaire pour prendre soin du matériel et protéger les habitations autour (même si elles sont au moins éloignées de 500m nous a précisé Mme Suire).
Nous n'avions pas vraiment pensé que les éoliennes pivotaient pour être mise en sécurité, nous ne pensions pas non plus qu'il existait des parcs éoliens coopératifs, ni peut être un futur projet de parcs éoliens off shore au large de l'ile d'Oléron....
Ces études sont faites par des personnes, il y a des métiers qui permettent tout cela et pas seulement ceux dans des entreprises de fabrication d'éolienne.
D'accord ces études faites sont plus poussées que celles que nous avons réalisées.
A notre niveau « c'est un bon début ! » comme dit notre professeure de physique-chimie.

Nous venons de vous présenter ici uniquement ce qui a été réalisé pour le moment, nos professeurs nous ont précisé qu'il nous restait encore des études à faire, comme :

- mesurer la puissance électrique d'une maquette simplifiée d'éolienne en fonctionnement par 1 ou 2 Beaufort (6 à 11km/h ou bien 11 à 20km/h) ;
- tester les autres modèles possibles d'anémomètre ;
- étudier le son émis par la rotation d'une éolienne (il parait que cela gène certaines personnes)...

Nous avons encore du travail !

Et puis notre essai de micro-couloir est bien amusant...
Peut être en referons nous un sur un autre sujet scientifique...

Résumé du projet par les élèves ambassadeurs

Problématique : Pourquoi, parfois quand il y a du vent, les éoliennes ne tournent-elles pas?

Les 4 classes de quatrième du collège Puygrelier ont fait un EPI (Enseignement Personnalisé Interdisciplinaires) sur le thème du développement durable autour de l'énergie produite par les éoliennes. L'Energie, les professeurs nous en parlent dans plusieurs cours (en sciences, en technologie, en géographie, nous en parlons même en anglais !).

Le concours C Génial nous a été présenté, nous (Alice Commin 4A, Julie David 4A, Clélia Pernègre 4A, Noémie Sucharyna 4A, Denis Bridier 4B, Anaélle Garnier 4B, Eléa Boeykens 4C et Noellie Vacher 4C) les volontaires, avons choisi d'y participer pour vous présenter en quoi notre EPI nous semble intéressant et important pour comprendre l'Energie de demain.

En plus nous avons rencontré Monsieur Sauer technicien en maintenance des parcs éoliens de la société Abowind (dont celui de Villefagnan) et Madame Suire chargée de mission sur la réalisation de parcs éoliens dans la région nouvelle aquitaine d'Enercoop. Ils nous ont parlé de leur métier et de leur vision de l'énergie citoyenne dans le monde de l'entreprise.

En technologie et physique suite aux débats et exposés sur les moyens de production d'énergie utilisables par l'Homme, nous avons travaillé sur les programmations en binaire et avons vu une vidéo « choc » en anglais disponible sur Youtube : une éolienne en rotation complètement détruite par la vitesse du vent ! Certains d'entre-nous ont pris la parole et ont proposé :« mais alors c'est pour éviter ça que, parfois lorsqu'il y a du vent les éoliennes, elles ne tournent pas ? »

Nous avons testé si il était possible de stopper la rotation d'une éolienne lorsque la vitesse du vent était trop grande... Pour cela il faut mesurer cette vitesse de vent. Notre protocole et nos expériences ont montré que cette mesure était source de nombreuses erreurs que nous avons essayé d'estimer pour les minimiser.
Suite à nos recherches et avec nos maquettes « tests » d'éoliennes nous avons aussi programmé différentes commandes de mises en sécurité des pales de l'éolienne. Ce n'est pas comme nous le pensions au départ en bloquant la rotation de l'éolienne mais en faisant pivoter les pales, que l'arrêt se fait. Nos programmations ont été compliquées, mais nous avons fait de notre mieux.
A ce jour, toutes nos études ne sont pas terminées, il reste des mesures de puissance électrique fournies pas une maquette d'éolienne dans les conditions de 1 ou 2 Beaufort et l'évaluation du bruit que fait une éolienne en fonctionnent. Ces autres mesures peuvent aussi être des réponses possibles à la question de départ.
Pour finir voici quelques photos de nos activités. :

https://www.youtube.com/watch?v=nXr7dc0oBpE