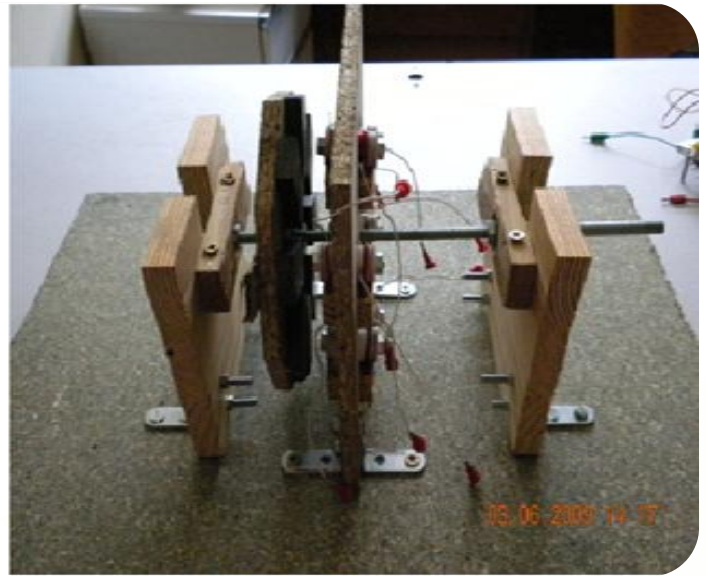
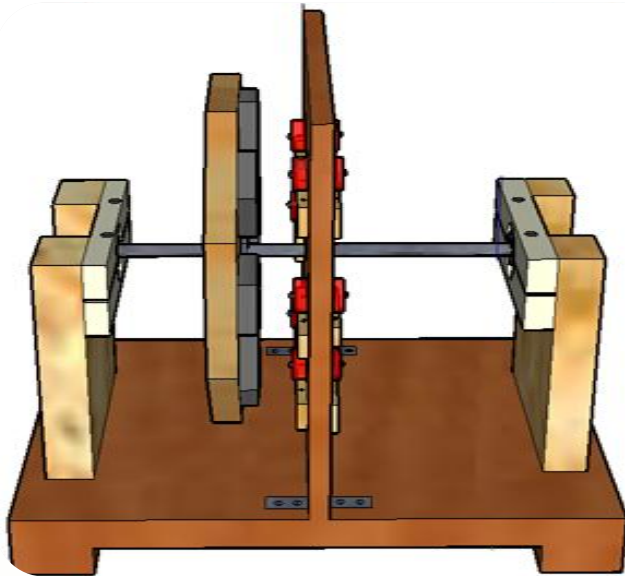


# Réalisation d'une génératrice pour éolienne



**Etudiants :**

**Valentin DUJARRIER**

**Fan JIA**

**Tran Minh NGUYEN**

**Philippe MORRAIN**

**Bastien DAMOY**



Date de remise du rapport : 15/06/2009

Référence du projet : STPI/P6-3/2009 – 13

Intitulé du projet : Réalisation d'une génératrice pour éolienne ou pour de l'hydraulique

Type de projet : **Expérimentale**

Objectifs du projet :

***L'objectif de ce projet est d'étudier la conversion une énergie mécanique en une énergie électrique.***

***Cette conversion s'effectue grâce à une génératrice composée d'aimants et de bobines.***

***L'achèvement de notre projet consiste à réaliser un modèle réduit de génératrice.***

# TABLE DES MATIERES

I.	Introduction.....	5
II.	Méthodologie / Organisation du travail.....	6
III.	Travail réalisé et résultats.....	8
III.1.	Théorie .....	8
III.1.1.	Une génératrice, qu'est ce que c'est ? .....	8
3.1.1.1	Généralités .....	8
3.1.1.2	Principe de fonctionnement.....	9
III.1.2.	Les différents types d'énergie .....	9
3.1.2.1	La génératrice asynchrone .....	9
3.1.2.2	La génératrice synchrone .....	10
3.1.2.3	Utilisation des aimants permanents ou électro-aimants .....	10
3.1.2.4	Couplage aimants-bobines .....	11
III.1.3.	Courant triphasé .....	12
III.1.4.	Branchements.....	13
III.1.5.	Redressement du signal .....	13
III.1.6.	Filtrage.....	15
III.2.	Expérimentation.....	17
III.2.1.	Montage.....	17
3.2.1.1	Préparation du socle.....	17
3.2.1.2	Les étagères de l'axe de rotation .....	18
3.2.1.3	Les bobines .....	19
3.2.1.4	Les aimants .....	20
3.2.1.5	Axe rotatif .....	20
III.2.2.	Résultats.....	21
3.2.2.1	Bobines seules .....	21
3.2.2.2	En redressant la tension .....	23
3.2.2.3	En filtrant la tension avec un condensateur.....	23
3.2.2.4	Modélisation de la tension en fonction de la vitesse de rotation .....	24
IV.	Conclusions et perspectives .....	26
IV.1.	Conclusions sur le travail réalisé.....	26
IV.2.	Conclusions sur l'apport personnel de cette u.v. projet .....	26
IV.3.	Perspectives pour la poursuite de ce projet .....	27
V.	Bibliographie.....	28
V.1.	Sites Internet.....	28
V.2.	Livre.....	28
VI.	Annexes .....	29
VI.1.	Schémas de montages, plans de conception... ..	29
VI.2.	Propositions de sujets de projets (en lien ou pas avec le projet réalisé).....	31

## I. INTRODUCTION

Notre sujet consistait à étudier le fonctionnement d'une génératrice. Dès le début du projet, nous avons cherché à mieux définir nos objectifs. Le groupe a décidé, dès le début et conjointement avec M. Guillotin, l'objectif principal comme étant la réalisation d'une maquette de génératrice plus précisément pour des génératrices à force rotative lente (de type éoliennes). Les idées de conception sur internet n'étant pas adaptées pour notre projet (taille inadéquate, matériaux non-disponibles...), nous devons donc nous inspirer d'installations à grande échelle, comprendre leurs mécanismes et leur fonctionnement et de les reporter sur un modèle réduit.

Un premier travail de recherche était donc nécessaire pour la compréhension. Puis l'approche virtuelle de la maquette s'est imposée avant de commencer toute conception.

Enfin, nous avons conçu une maquette opérationnelle, convertissant dans un premier temps de l'énergie mécanique en énergie électromagnétique, puis, dans un second temps, cette énergie électromagnétique en électricité. Cette maquette a été, en quelque sorte la concrétisation de notre projet.



## II. METHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Comme pour toute approche de sujet, la documentation reste la principale activité générée par le groupe. Même si le principe de la génératrice était connu plus ou moins bien, il restait beaucoup de points noirs où notre connaissance du sujet était très limitée. De plus pour accélérer les premières recherches, nous avons séparé les différents axes du projet. Tandis que certains s'intéressaient à l'aspect électromagnétisme, les autres se sont penchés sur la mécanique de la future maquette.

Il est clair que les recherches n'ont pas été toutes évidentes. Les maquettes de génératrices ne sont pas présentes en quantité sur la toile, mais surtout avec les contraintes matérielles imposées. Nous avons donc dû nous inspirer du modèle de l'année dernière, c'est-à-dire une maquette en bois avec une série de bobines fixes, et un support d'aimants mobiles. Seule grosse différence : la rotation des aimants. En effet, sur leur modèle, la distance entre aimants et bobine était trop grande pour une bonne obtention d'électricité. Pour ce qui est de la partie de recherche électromagnétique, la difficulté majeure a été la récupération du courant triphasé.

Après une mise en commun de ces travaux, nous avons décidé des éléments qui allaient composer la maquette, et son fonctionnement.

Ceci fait, une personne s'est chargée de reproduire la maquette sur logiciel de 3 dimensions (Google SketchUp). Les autres membres du groupe ont donc commencé la réalisation matérielle en commandant les matières premières (panneaux agglomérés, vis, équerres, aimants, bobines...)

Une fois le modèle de maquette choisi et réalisé sur ordinateur, la construction a pu débuter. Pendant que certains membres continuaient les recherches théoriques notamment sur le redressement de la tension triphasée, les autres membres eux ont entrepris le montage. Là encore, une distribution des tâches est nécessaire pour avoir une grande efficacité.



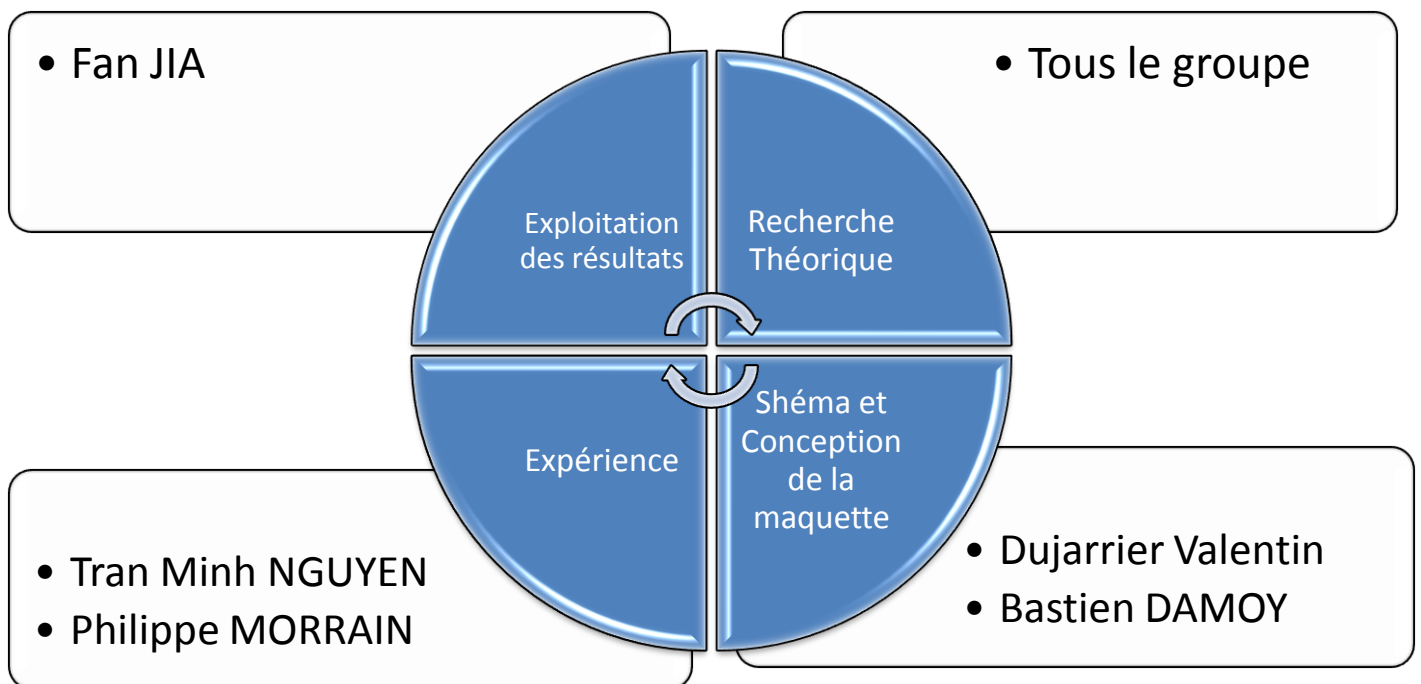
Nous avons donc séparé les différentes étapes :

- + Le support des bobines
- + Le support des aimants
- + Les deux armatures de l'axe de rotation
- + Le socle
- + L'assemblage global

Suite à diverses modifications dues à des idées judicieuses ou aux contraintes matérielles, nous avons enfin pu tester la maquette. Une partie du groupe a effectué les expériences tandis que l'autre s'occupait d'exploiter les résultats.

Il va sans dire que cette répartition théorique n'est pas tout à fait exacte. En effet, tout le groupe s'est beaucoup intéressé à la globalité de l'élaboration de la maquette.

Ainsi, les prénoms figurant dans le diagramme page suivante indiquent les personnes ayant majoritairement effectué la tâche soulignée. De plus, des recherches ont été effectuées tout au long du projet, sur différents thèmes et pour différents objets. Il a donc paru inutile de distinguer une ou plusieurs personnes du groupe qui se seraient le plus illustrées dans le nombre de recherches menées.



### III. TRAVAIL REALISE ET RESULTATS

#### III.1. Théorie

##### III.1.1. Une génératrice, qu'est ce que c'est ?

###### 3.1.1.1 Généralités

De façon générale, une génératrice (générateur électrique) est un dispositif qui permet de produire de l'énergie électrique à partir d'une autre forme d'énergie.

Il est à noter qu'une génératrice peut fonctionner en moteur, ce qui met en évidence son caractère réversible. Dans ce cas, de l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique.

On discerne donc un fonctionnement moteur, et un fonctionnement générateur. Dans notre étude d'une génératrice pour éolienne, nous produirons donc de l'énergie électrique à partir d'une énergie mécanique de rotation.

Une génératrice électrique est composée de 2 parties : un rotor et un stator.

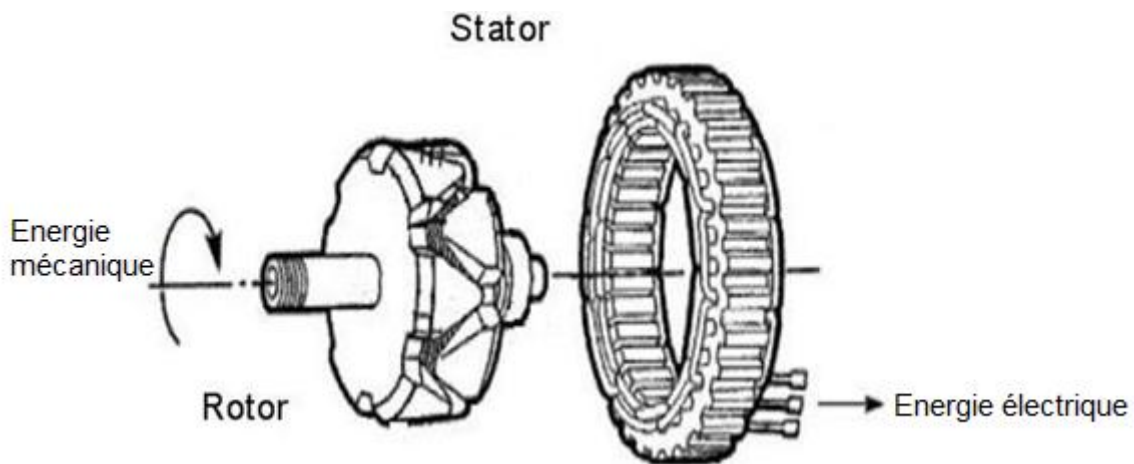


Figure 1 : Rotor et Stator

Le rotor constitue la partie mobile de la génératrice, et le stator, la partie fixe.





### 3.1.1.2 Principe de fonctionnement

Rappelons qu'une génératrice permet de produire de l'énergie électrique.

Il faut savoir que le stator, la partie fixe de la génératrice, est appelé l'induit. Le rotor, quant à lui, est appelé l'inducteur.

La rotation du rotor, provoquée par un multiplicateur, induit la création d'un champ magnétique tournant, que l'on peut écrire comme :

Équation 1 :

$$\vec{B} = B_0 (\cos(\omega t) \vec{e}_x + \sin(\omega t) \vec{e}_y)$$

Où  $\omega$  est la pulsation de ce champ tournant.

Lorsque ce champ tournant se présente face au stator, l'induit, on observe l'induction d'une force électromotrice (f.é.m.) dans celui-ci.

### III.1.2. Les différents types d'énergie

Il existe 2 grands types de génératrices : les génératrices asynchrones et les génératrices synchrones.

#### 3.1.2.1 La génératrice asynchrone

La génératrice asynchrone est une machine électrique à courant alternatif mais sans connexion entre les 2 parties principales, le rotor et le stator.

Le terme asynchrone exprime le fait que la vitesse de la machine n'est pas forcément proportionnelle à la fréquence des courants qui la traversent. C'est pourquoi, il faut faire tourner le rotor plus vite que la vitesse nominale moteur (vitesse de synchronisme) pour pouvoir produire de l'électricité.

Son rotor est généralement à « cage d'écureuil ». C'est pourquoi, elle bénéficie de la robuste simplicité du moteur à cage et des mêmes moyens de fabrication. Elle est donc peu chère.





Figure 2 : Une génératrice asynchrone (à cage d'écureuil)

Ce type de génératrice équipe généralement une micro centrale ou centrale hydraulique, des éoliennes, des groupes électrogènes. C'est le type le plus utilisé dans l'industrie.

### 3.1.2.2 *La génératrice synchrone*

Egalement appelée alternateur lorsqu'elle fonctionne avec des aimants permanents, la génératrice synchrone est une machine dans laquelle le rotor a une vitesse de rotation toujours constante et proportionnelle à la fréquence de l'alimentation électrique.

Cette génératrice est cependant plus chère et moins puissante que la génératrice asynchrone. C'est pourquoi elle n'est que peu utilisée bien qu'elle possède un très bon rendement (moins de pertes).

### 3.1.2.3 *Utilisation des aimants permanents ou électro-aimants*

Les aimants permanents sont composés d'alliage de nickel, d'aluminium, de fer et de cobalt. Ils sont utilisés dans les génératrices synchrones (alternateurs). Ces aimants sont cependant peu utilisés, puisqu'ils ont tendance à se démagnétiser en présence de champs magnétiques puissants. Mais aussi en raison de leur prix, en effet, les aimants forts, fabriqués avec des métaux rares, sont très chers.



L'utilisation des électroaimants est préférée lors d'un besoin de grande puissance d'aimantation. Ces derniers sont constitués d'un noyau métallique autour duquel se trouve une bobine de fil traversée d'un courant électrique. C'est pourquoi, un champ magnétique est créé lorsque l'électricité traverse la bobine.

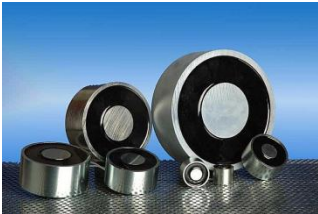


Figure 3 : Electroaimants

### 3.1.2.4 Couplage aimants-bobines

Le stator et le rotor peuvent être des bobines ou des aimants. Dans notre projet, il nous a semblé que le montage le plus à notre portée était de fixer les bobines (stator) et de faire tourner les aimants (rotor).

Nous pouvons choisir de faire notre montage en inversant ces 2 systèmes, c'est-à-dire dans lequel les bobines tourneraient et les aimants seraient fixes.

Mais les branchements entre les bobines lors du fonctionnement de la génératrice auraient posé des problèmes d'emmêlements dans la configuration que l'on souhaitait réaliser.

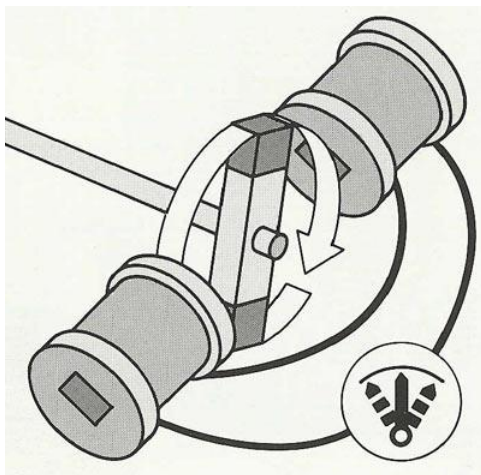


Figure 4 : Couplage



III.1.3. Courant triphasé

Définitions

Une installation triphasée est constituée d'un ensemble de trois phases et un neutre.

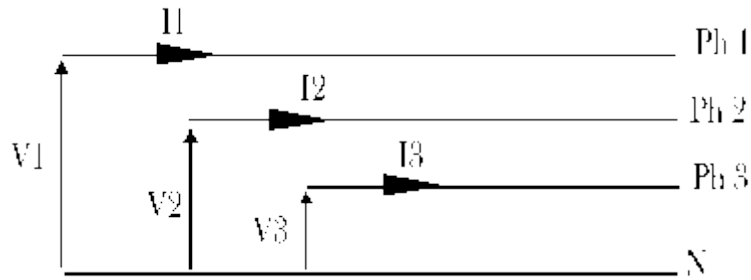


Figure 5 : Installation triphasée

Les tensions  $v_1$ ,  $v_2$  et  $v_3$  sont déphasées entre elles de  $120^\circ$  ; elles s'expriment de la manière suivante :

$$\begin{cases} v_1(t) = V \sin(\omega t) \\ v_2(t) = V \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \\ v_3(t) = V \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3}) \end{cases}$$

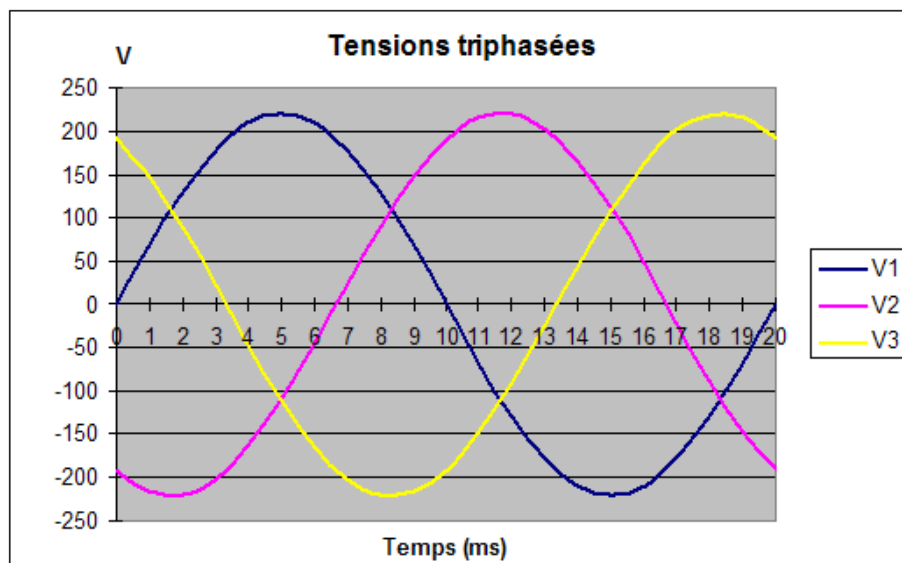


Figure 6 : Tensions déphasées



III.1.4. *Branchements*

Le montage comporte six bobines à relier. Elles fonctionnent par couples puisqu'à chaque fois qu'on présente un aimant à une de ces paires, elles produisent une différence de potentiel électrique. Ainsi, chacune des bobines prend alternativement le rôle de borne positive puis négative d'un générateur de tension.

Montage en étoile ou en triangle

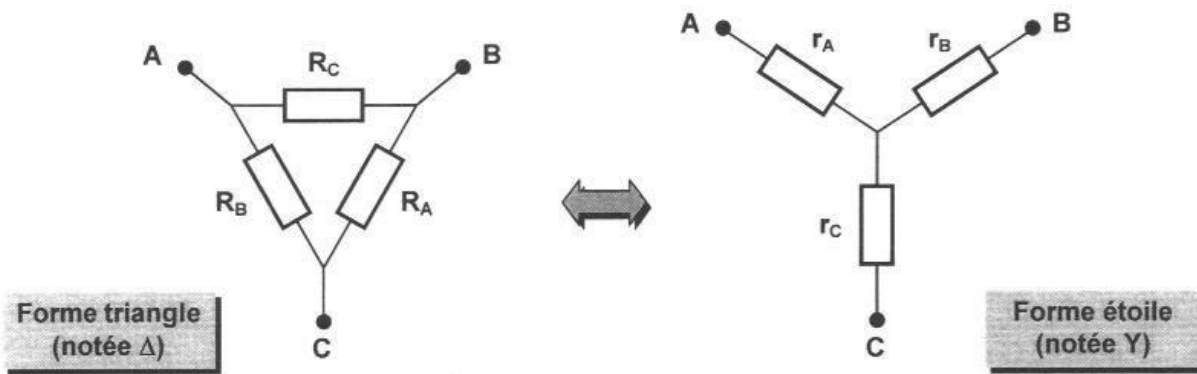


Figure 7 : Montage étoile-triangle (avec des résistances)

La principale différence entre ces deux montages est que le montage en étoile génère un courant de faible intensité mais de haute tension, alors que le montage en triangle (aussi appelé montage delta) génère au contraire un courant de faible tension mais de haute intensité. Dans les deux cas, la puissance générée est la même.

III.1.5. *Redressement du signal*

Pont de Graëtz triphasé à diodes

Le montage réalisé présente un inconvénient puisque les signaux produits sont alternatifs. Or nous souhaitons produire un courant continu. Il convient donc d'utiliser un système de redressement double alternance pour ne pas perdre trop de puissance.



Ce type de redresseur est réalisé en utilisant un montage en pont de Graëtz avec des diodes comme le montre le schéma suivant :

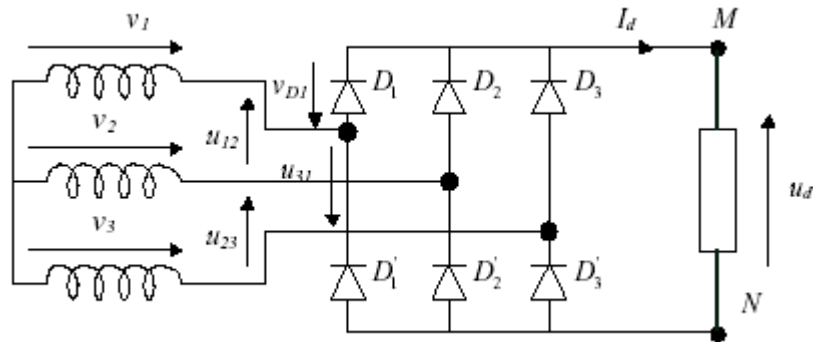


Figure 8 : Redresseur double alternance par pont de Graëtz

On constate qu'on bloque la circulation de l'électricité dans un sens, de sorte que la charge soit toujours traversée dans ce même sens.

Ainsi, chacune des phases du signal de sortie subit la transformation suivante:

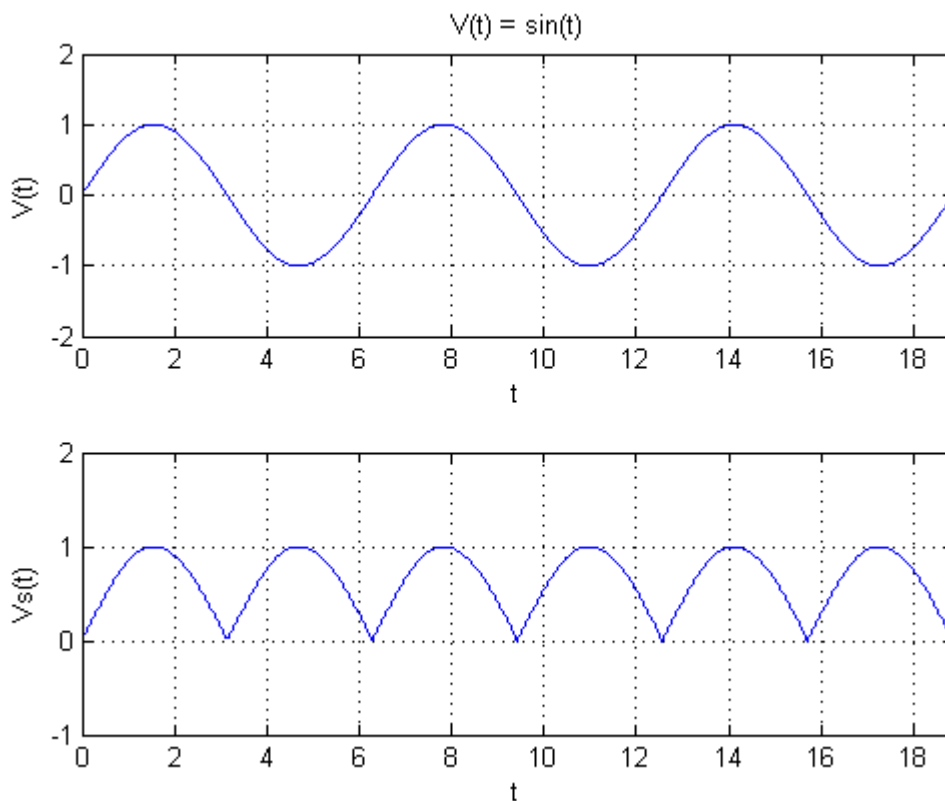


Figure 9 : Redresseur monophasé double alternance



III.1.6. Filtrage

Le signal obtenu pour l'instant présente des chutes de tensions importantes (cf. courbes expérimentales - figure 22). C'est pourquoi on se propose de réaliser un lissage de la courbe grâce à un condensateur. Cette opération, le filtrage, permet de charger le condensateur (qu'on aura pris soin de monter en parallèle avec la charge) de sorte qu'il se décharge pendant la baisse de tension pour la maintenir à un certain niveau.

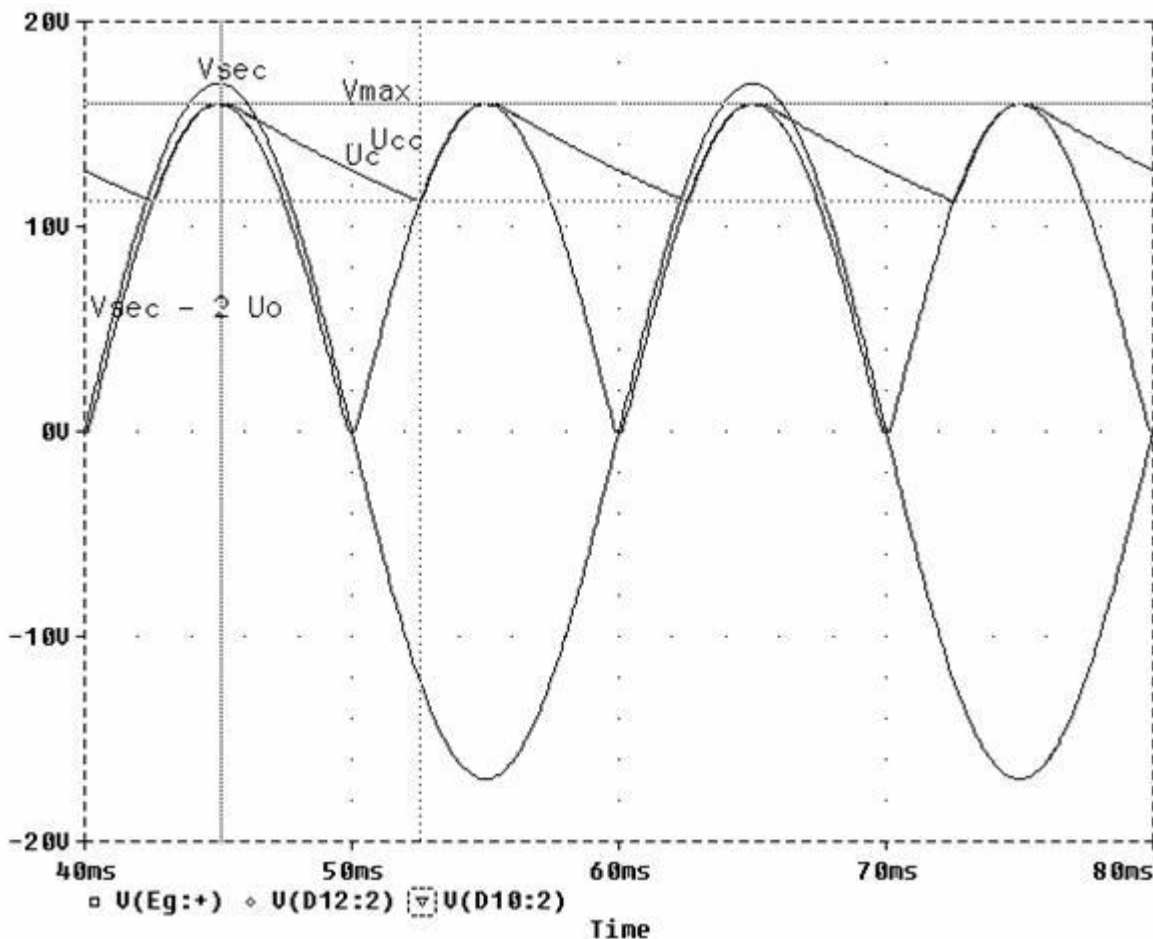


Figure 10 : Différentes étapes de la transformation de la tension





On voit sur la figure précédente :

- un signal monophasé avant redressement (c'est-à-dire avec les alternances négatives),
- le même après redressement (les alternances négatives « retournées » vers le haut pour donner une valeur absolue du signal précédent)
- et enfin le signal après filtrage où le condensateur se décharge et amorti beaucoup la chute de tension.

Il ne reste plus qu'à choisir un condensateur de capacité adaptée pour que le temps de décharge de celui-ci soit suffisamment grand devant la période des oscillations du signal de sortie pour que la chute de tension soit quasi-nulle à cette échelle.

On utilise la formule de la constante de temps Tau:

$$\tau = R.C$$

Il suffit ensuite de mesurer la résistance globale du circuit. On considère ensuite un temps Tau supérieur à la période des oscillations, que l'on divisera par cette résistance pour trouver la capacité idéale (voir partie expérimentale).





## III.2. Expérimentation

### III.2.1. Montage

Sur 7 séances, nous avons réussi construire une vraie génératrice. Notre conception peut être divisée en différentes étapes.

Etant donnée les contraintes qui s'opposaient à nous, nous avons décidé de choisir le bois comme matériel principal pour une facilité dans la fabrication des armatures ainsi que dans la résistance électrique. En utilisant la scie, perceuse, nous avons réalisé les différentes pièces à l'aide de différents panneaux en bois.

#### 3.2.1.1 Préparation du socle

Premièrement, un large socle est indispensable pour qu'on pose tout le système au dessus. Nous avons aussi ajouté les quatre pieds polystyrènes. Dans la séance d'exploitation, grâce à ce plancher avec leurs polystyrènes, nous avons eu le plaisir d'avoir une génératrice qui marche sans vibration.



Figure 11 : Le socle



### 3.2.1.2 Les étagères de l'axe de rotation

Ces deux ensembles de dimensions 13.5\*15cm, se situent de part et d'autre de la série de bobines installées postérieurement sur le socle.

Tout d'abord pour maintenir l'axe de rotation sur ces étagères, nous avons simplement pensé à percer un trou sur une planche de bois. Mais cette façon ne nous a pas permis de fixer le roulement à bille.

Nous avons finalement décidé d'utiliser une méthode d'étau pour fixer le roulement à l'aide de deux demi-circulaires joints par des vis. Puis, nous avons collé ces deux ensembles sur un support vertical en forme de U afin de laisser passer la tige métallique.



Figure 12 : Les armatures

D'autre part, pour bien fixer les étagères, nous avons utilisé des équerres de chaises et les avons vissées directement au socle.

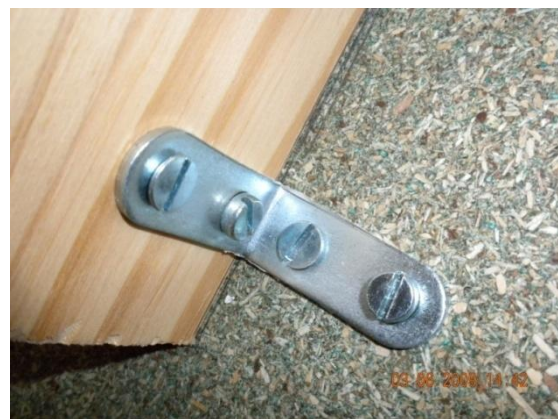


Figure 13 : Equerre



### 3.2.1.3 Les bobines

A cause des fils électriques des bobines, ces dernières ne peuvent pas tourner. Nous avons donc choisi le modèle où les bobines restent statiques.

Le stator est une plaque de dimensions 18.5\*18.5cm qui se situe en parallèle, entre les 2 étagères. Sur cette plaque, nous avons fait

les 6 trous pour poser les bobines.

La difficulté résidait dans la gestion du placement des bobines dans ces trous. Pour résoudre ce problème, nous avons pris des petites cales de bois ajoutées aux 2 côtés de la plaque. De plus, nous avons mis une attache rilsan pour fixer les bobines.



Figure 14 : Fixation des bobines



Figure 15 : Ensemble des bobines





### 3.2.1.4 Les aimants

Le support des aimants est un octogone en bois. Tout d'abord, nous avons eu l'idée d'en fabriquer un rond. Cependant, la conception se révéla être plus compliquée. Nous avons donc choisi cette forme octogonale simplement parce que nous n'avons que 8 aimants à notre disposition.

Pour fixer les aimants, une simple colle toutes surfaces a été appliquée. Il a fallu prendre en considération le pôle des aimants. En effet, les pôles doivent être alternés.



Figure 16 : Les aimants

### 3.2.1.5 Axe rotatif

Pour notre axe de nous avons choisi une tige métallique de dimensions : 24 cm de longueur et 8 mm de diamètre.



Figure 17 : Axe de rotation

Dans la dernière séance, nous avons pu monter tout le système et vérifier la rotation. Au début, nous avons eu quelques collisions entre les aimants et les bobines, mais ce problème s'est vite réglé.





Figure 18 : Ensemble de la maquette

### III.2.2. Résultats

#### 3.2.2.1 Bobines seules

Dans un premier temps, nous avons observé la tension aux bornes d'un des trois pôles composé de deux bobines.

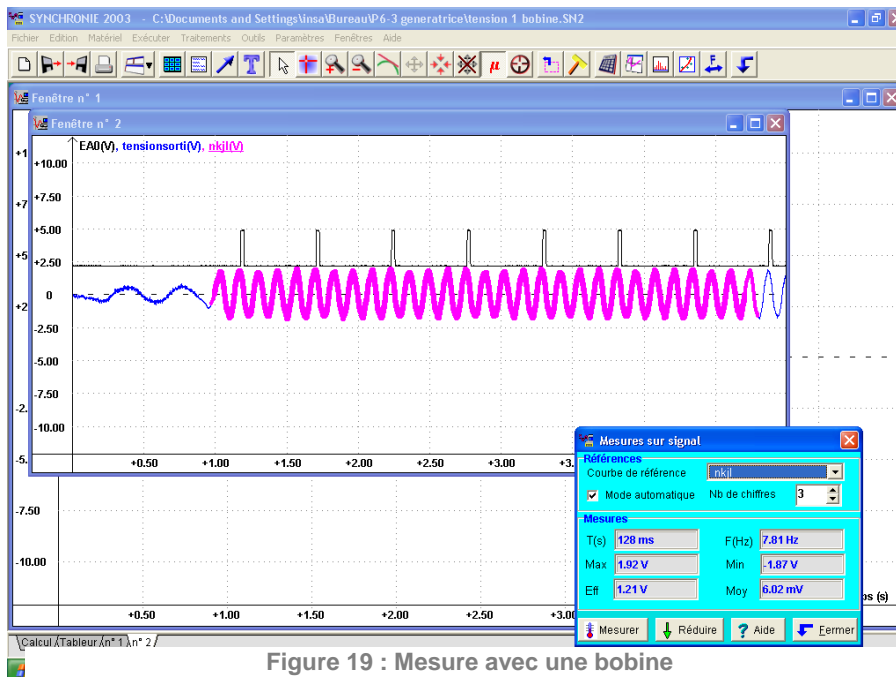


Figure 19 : Mesure avec une bobine



On a obtenu une courbe sinusoïdale, son amplitude ne varie quasiment pas au cours du temps. En répétant cette expérience sur les deux autres dipôles nous observons exactement la même chose. Ensuite, nous avons mesuré la tension moyenne et la fréquence. Avec une fréquence de 1.89Hz, on obtient une tension moyenne de 6.02mV.



Figure 20 : Mesure de la tension aux bornes des 3 couples de bobines (branchement étoile)

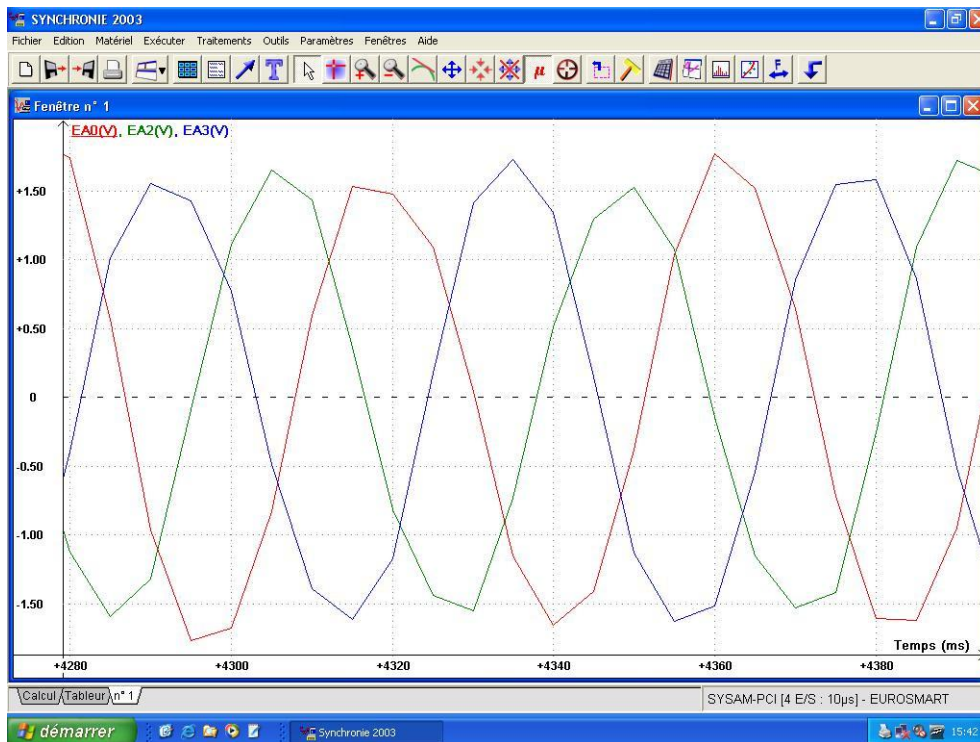


Figure 21 : Mesure de la tension aux bornes des 3 couples de bobines (branchement triangle)



### 3.2.2.2 En redressant la tension

Ensuite, nous avons observé les trois pôles composés de deux bobines. Globalement, nous avons obtenu une courbe périodique qui correspond à la valeur absolue d'une courbe sinusoïdale.

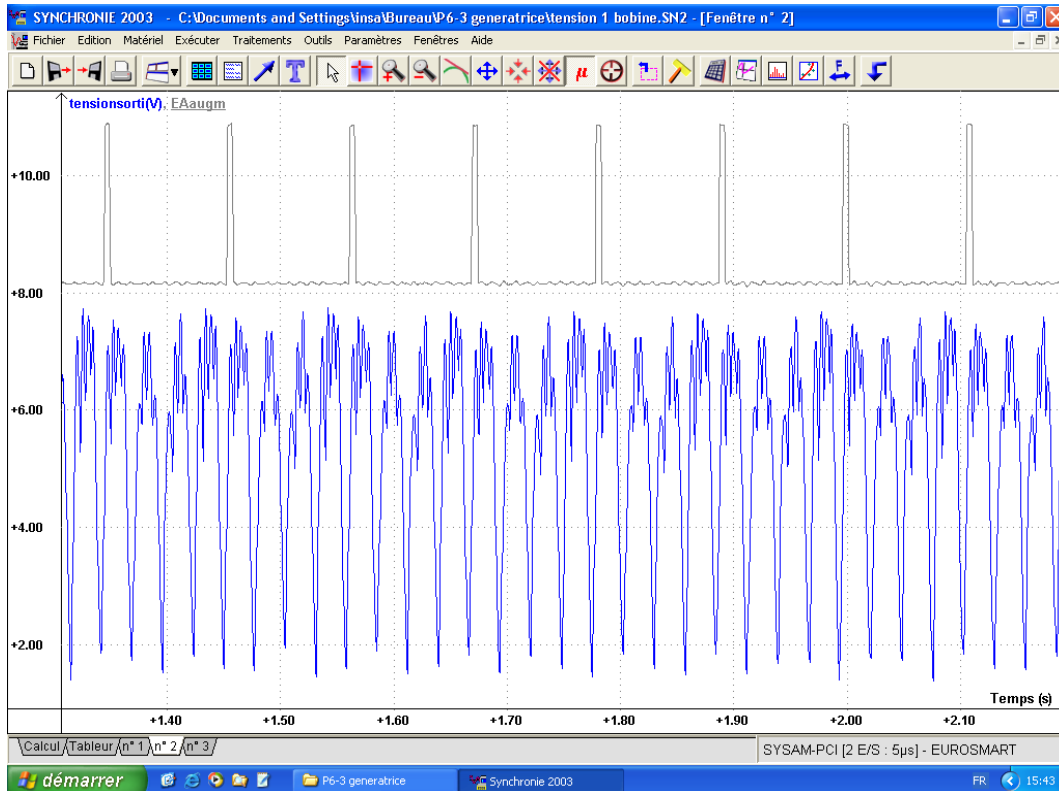


Figure 22 : Mesure avec les 6 bobines après redressement

### 3.2.2.3 En filtrant la tension avec un condensateur

Après le filtrage, nous obtenons une courbe lissée correspondant à une tension continue. Les chutes de tension sont négligeables car elles sont compensées par la décharge du condensateur.



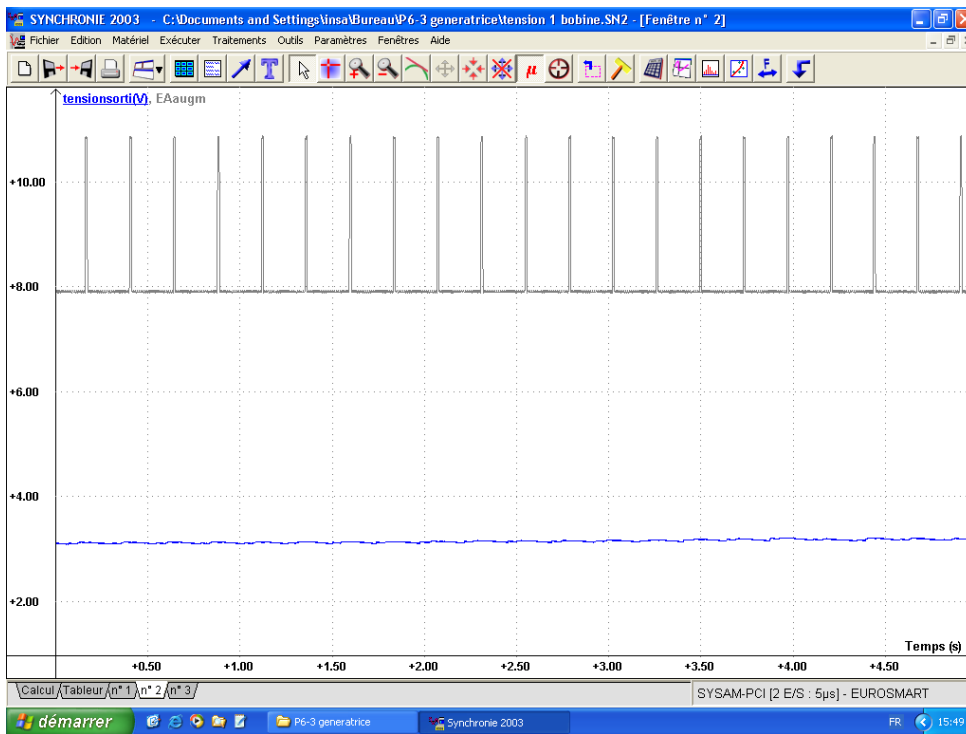


Figure 23 : Tension filtrée

### 3.2.2.4 Modélisation de la tension en fonction de la vitesse de rotation

On a répété neuf fois l'expérience avec des vitesses de rotation différentes, et on a noté les tensions moyennes pour chaque fréquence pour établir une relation entre la fréquence et la tension.

Tableau 1 : Tension et vitesse de rotation du montage

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Vitesse de rotation</b>	2.02	4.22	5.12	5.66	6.25	7.16	7.58	7.9	8.99
<b>Tension moyenne</b>	1.31	3.15	3.94	4.35	4.83	5.62	5.97	6.25	7.14





On remarque que la tension est dépendante de la vitesse de rotation. Pour connaître plus précisément la relation entre les deux, on la modélise par une fonction affine.

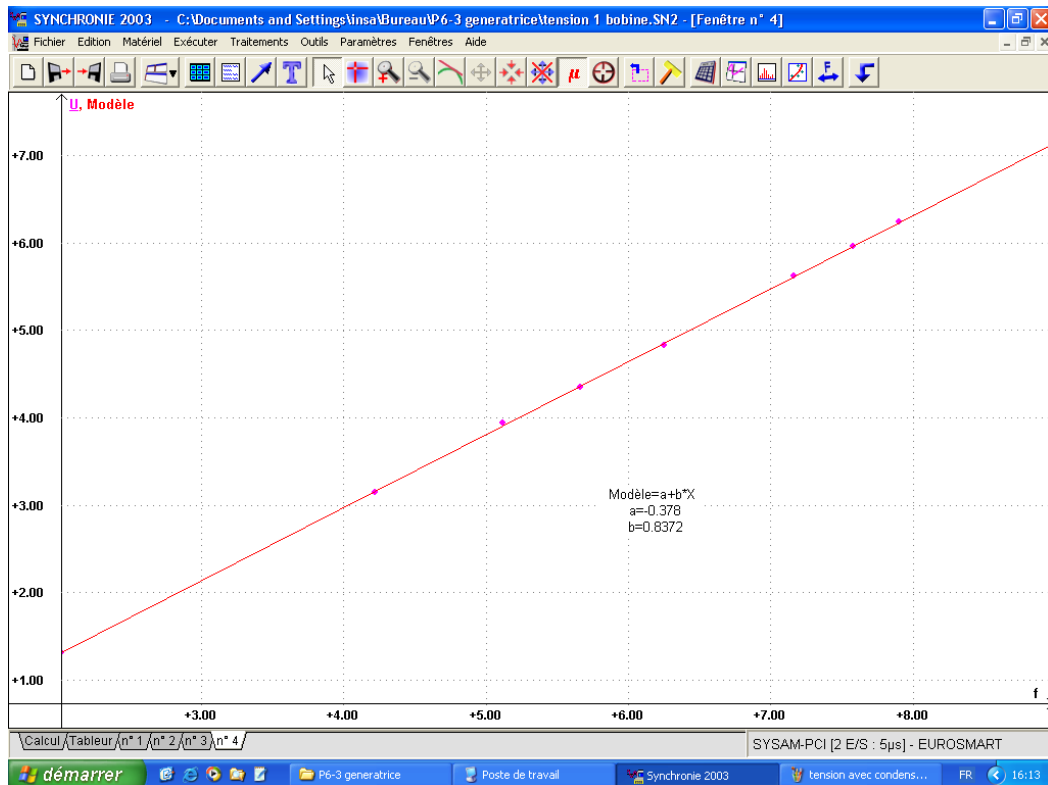


Figure 24 : Représentation linéaire de la tension en fonction de la fréquence

Cela montre clairement la relation linéaire entre la vitesse de rotation et la tension. Dans notre expérience, on a obtenu une droite avec une pente d'environ 0,84.



## IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

### IV.1. Conclusions sur le travail réalisé

Nous pouvons rappeler que l'objectif premier de notre projet était la conception d'une génératrice éolienne à bobines et aimants permanents. Nous sommes parvenus à concevoir cette maquette durant les séances de Travaux Pratiques : notre génératrice nous a permis d'allumer une diode pour confirmer son bon fonctionnement.

La réalisation finale d'une génératrice était pour le groupe une motivation pour s'impliquer et avancer dans le projet et de comprendre la théorie.

Ce projet nous a obligés à rechercher beaucoup d'informations, notamment sur Internet. Cela nous a permis d'apprendre à faire le tri entre les informations utiles et fiables des autres informations, en raison d'un très grand nombre de sites personnels abordant la question.

### IV.2. Conclusions sur l'apport personnel de cette u.v. projet

C'est la première fois que nous avons une UV Scientifique en groupe de plusieurs élèves, nous avons tous apprécié travailler au sein d'un groupe, même si ne nous connaissions pas tous au début. Nous pensons donc que c'est une bonne chose dans la perspective de nos études et de notre vie active.

Ce projet nous a permis d'appliquer nos connaissances théoriques autrement que dans une salle de classe avec des exercices, par la réalisation de quelque chose de concret.

De plus, ce sujet abordait des sujets comme la mécanique, l'électricité et l'électromagnétisme, et nous a permis d'élargir nos connaissance sur ces sujets.

Il faut remarquer que c'est un sujet très intéressant qui passionne beaucoup de personnes à travers le monde. De nombreux sites personnels sur Internet traitent en effet de ce sujet, en expliquant la réalisation complète d'une éolienne, pour pouvoir produire son propre courant.



### IV.3. Perspectives pour la poursuite de ce projet

Bien que notre génératrice fonctionne, elle est loin d'être parfaite. Celle-ci peut être perfectionnée, notamment par l'installation d'une deuxième roue d'aimants pour un meilleur rendement.

L'amélioration du support permettrait aux aimants de passer au plus près des bobines, ce qui produirait également un meilleur rendement. Il est à remarquer que nous pourrions ajouter à cela une meilleure fixation des bobines au bâti à l'aide d'un système de « guillotines » comme il nous avait été suggéré. Nous pourrions également améliorer le bâti avec un meilleur travail du bois, et une meilleure fixation des différentes parties.

Une meilleure fixation des bobines, à l'aide d'un système de « guillotine » amélioré



## V. BIBLIOGRAPHIE

### V.1. Sites Internet

Valide à la date du 8 juin 2009 :

<http://fisik.free.fr/>

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Machine\\_synchrone](http://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_synchrone)

<http://energiemagnetique.ifrance.com/nouvellepage4.htm>

<http://voltaweb.elec.free.fr/GA/ga.html#koi>

[http://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9n%C3%A9rateur\\_%C3%A9lectrique](http://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9n%C3%A9rateur_%C3%A9lectrique)

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Machine\\_%C3%A0\\_courant\\_continu](http://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_%C3%A0_courant_continu)

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Induction\\_magn%C3%A9tique](http://fr.wikipedia.org/wiki/Induction_magn%C3%A9tique)

[http://www.nrjrealiste.fr/eole/eole\\_elec.html](http://www.nrjrealiste.fr/eole/eole_elec.html)

<http://benbouzid.net23.net/Documents/Machine%20%20courant%20continu%20TGM.pdf>

<http://freresguizmo.free.fr/>

[http://www.esiee.fr/~laineym/electronique/exam\\_2\\_0304/exam\\_2\\_corr.htm](http://www.esiee.fr/~laineym/electronique/exam_2_0304/exam_2_corr.htm)

<http://pagesperso-orange.fr/michel.hubin/physique/physique.htm>

<http://www.tecnipass.com/module.php?swf=filtrage>

[http://physiquenetappliquee.free.fr/Th\\_generaux.php](http://physiquenetappliquee.free.fr/Th_generaux.php)

### V.2. Livre

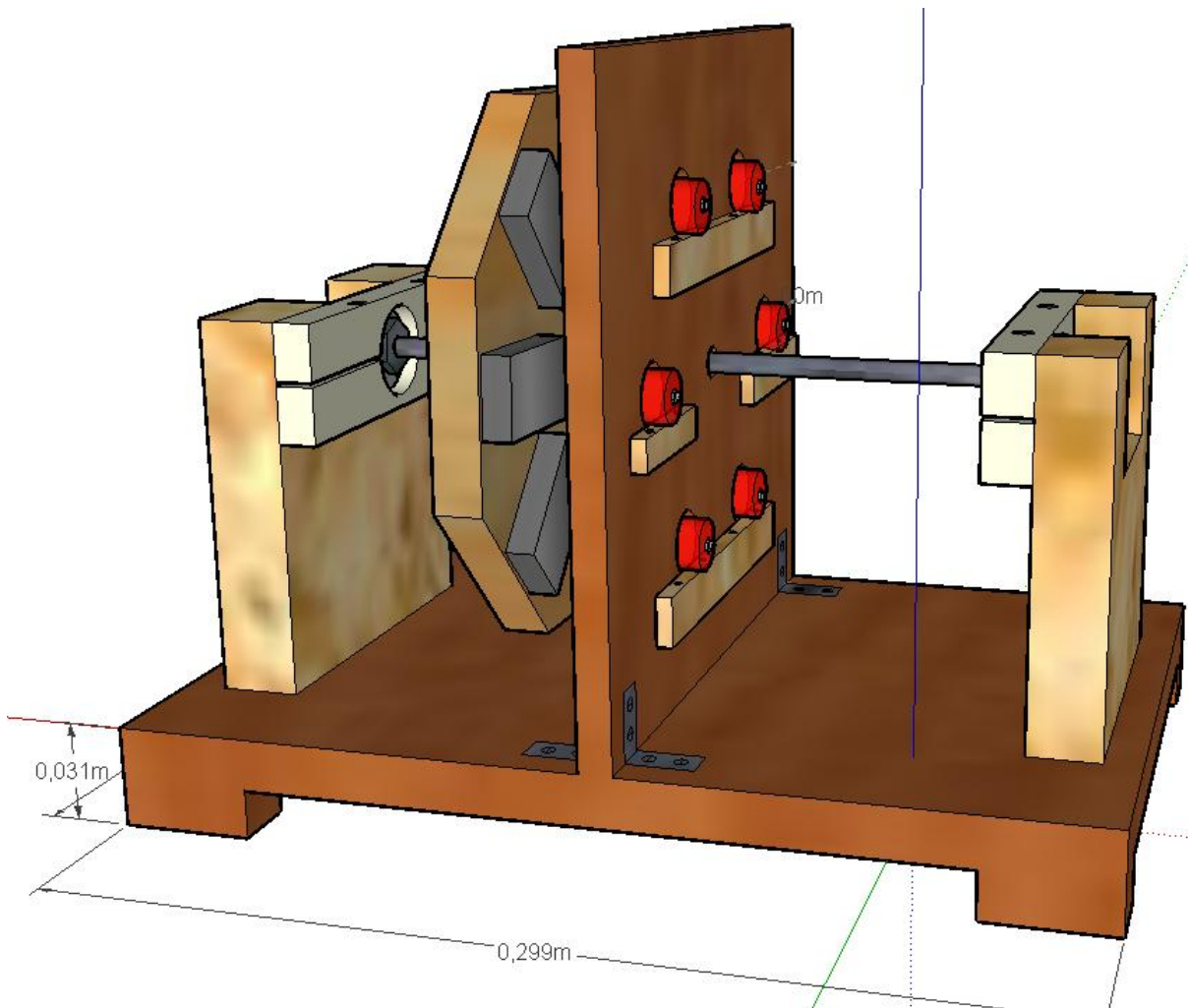
Electrotechnique Conversion de puissance PSI

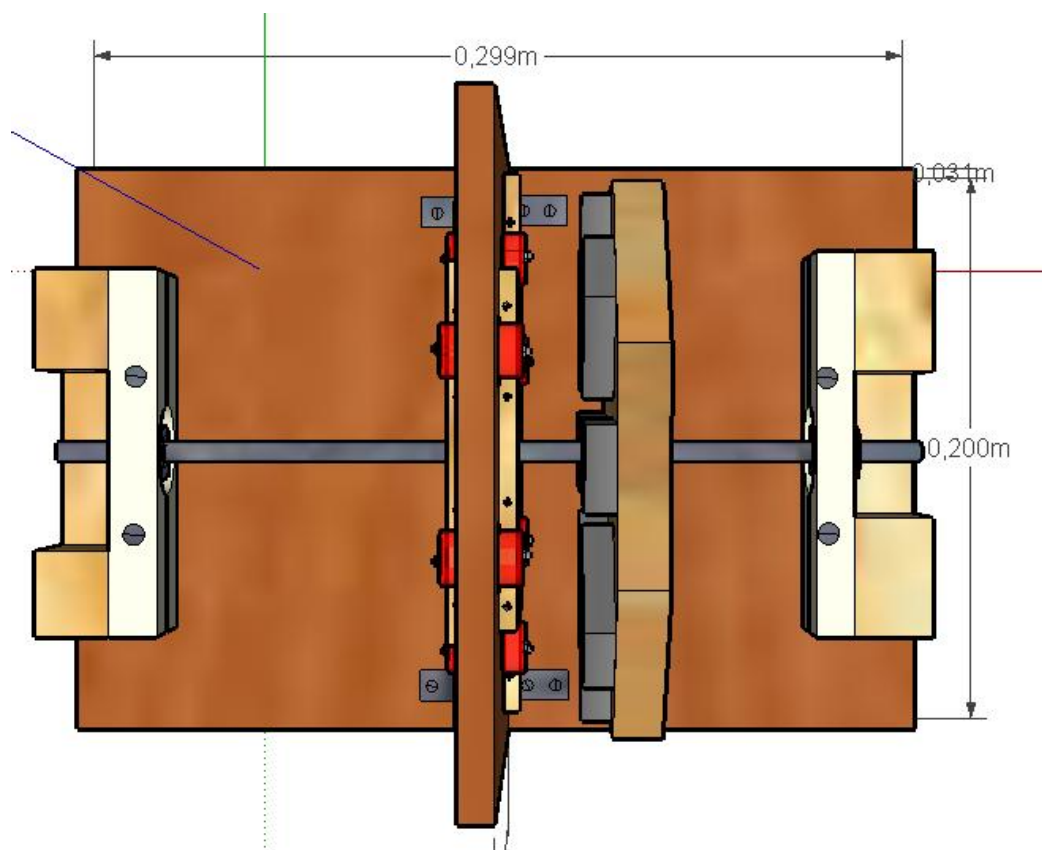
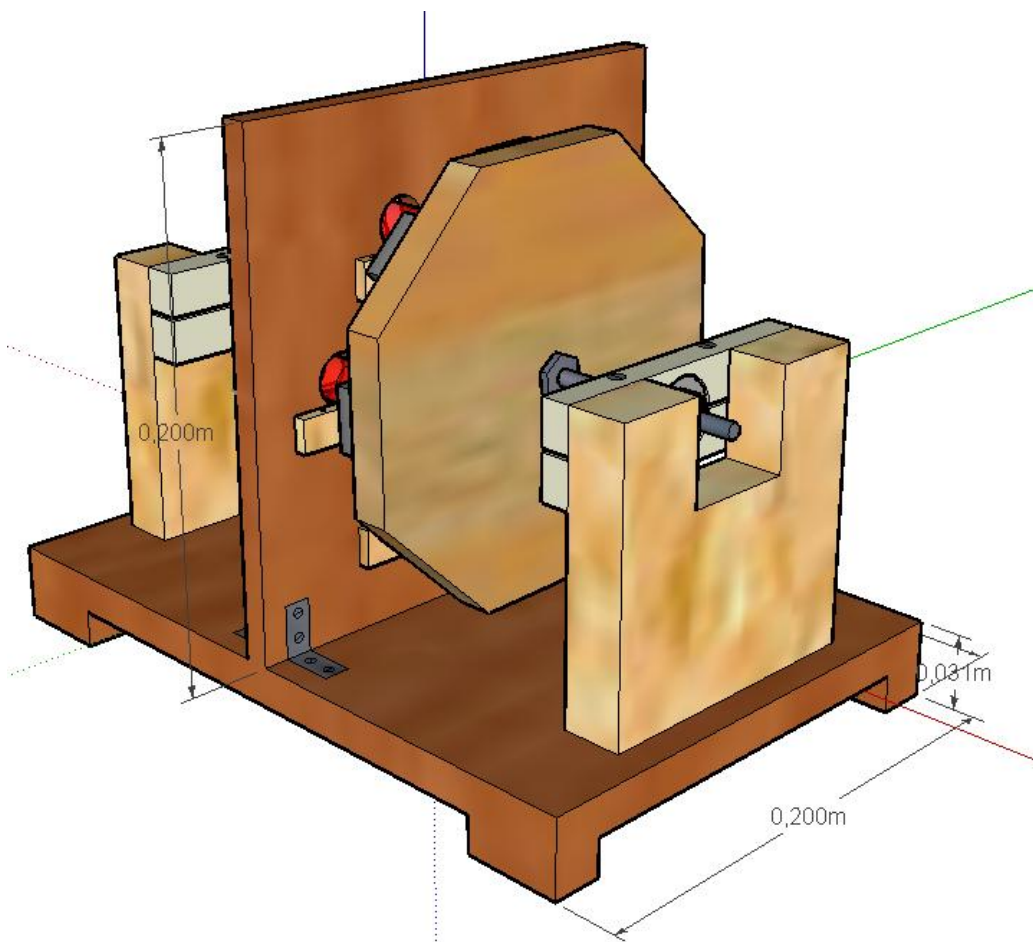
Edition : Précis Bréal

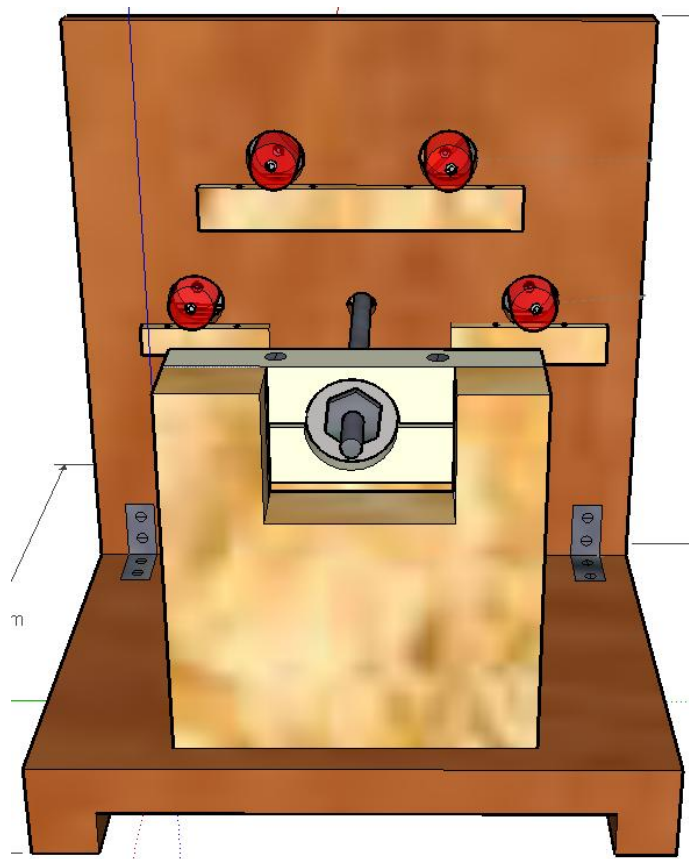
Par :P Brenders, L Douchet, M Sauzeix

## VI. ANNEXES

### VI.1. Schémas de montages, plans de conception...







## VI.2. Propositions de sujets de projets (en lien ou pas avec le projet réalisé)

- ✚ Construction intégrale d'une éolienne
- ✚ Simulation et maquette carrefour avec feux tricolores

