

Projet de Physique P6-3

STPI/P6-3/2012 – n°44

CONCEPTION D'UNE MICRO-ÉOLIENNE À CARACTÈRE PÉDAGOGIQUE



Etudiants :

Kévin BIOCHE

Fosséno DRAMÉ

Simon JOLIS

Camille MAILLOT

Julien PUCHOL

Guillaume ROSSI

Enseignant-responsable du projet :

Thomas BRETEAU

Date de remise du rapport : 18/06/2012

Référence du projet : *STPI/P6-3/2012 - n°44*

Intitulé du projet : « *Conception (et éventuellement réalisation) d'une micro-éolienne à caractère pédagogique* »

Type de projet : *Expérimental*

Objectifs du projet : Concevoir et éventuellement réaliser une micro-éolienne dans le but de rendre l'apprentissage du fonctionnement des différents types d'engrenages qu'il existe plus ludique et concret pour des élèves de STPI 1. Différents trains d'engrenages seront étudiés afin d'en retenir trois que l'on utilisera pour notre propre machine. Tout cela sera réalisé dans le but d'illustrer les différentes méthodes de transmission (et d'amplification dans ce cas) d'un mouvement de rotation. Enfin, sur le plan pédagogique, ce projet a pour objectif de travailler sur la gestion de projet, c'est-à-dire étaler judicieusement les tâches à effectuer sur la durée et savoir appréhender et gérer les éventuels contretemps auxquels nous pouvons être confrontés lorsque beaucoup d'éléments extérieurs sont mis en jeu.

Mots-clefs du projet : Organisation

Investissement

Efficacité

TABLE DES MATIÈRES

1.	INTRODUCTION	5
2.	Cahier des charges destiné à la conception d'une micro-éolienne	6
2.1.	Description de la demande/Analyse du Besoin	6
2.1.1.	Description général de la micro-éolienne	6
2.1.2.	Etude de besoin du produit	6
2.1.3.	Fonctions du produit	8
3.	Description des différents trains d'engrenages réalisés	9
2.1.	Le train simple	9
2.1.1.	Rapport de transmission de l'ensemble	9
2.2.	Le train en série	9
2.2.1.	Rapport de réduction	10
2.3.	Le train épicycloïdal.....	10
2.3.1.	Rapport de réduction	11
2.4.	Dimensionnement des engrenages.....	11
2.4.1.	L'engrenage simple	12
2.4.2.	L'engrenage en série.....	12
2.4.3.	L'engrenage épicycloïdal	12
2.5.	Éléments requis à la conception.....	14
2.6.	Partie boîtier	14
2.6.1	Les contraintes	14
2.6.2	Choix des dimensions	15
4.	Rédaction du TP	16
5.	Listing des pièces	17
6.	CONCLUSION.....	20
7.	ANNEXE	21
7.1.	Planning	21

1. INTRODUCTION

Le projet présenté dans ce dossier s'intitule « Conception et réalisation d'une micro éolienne à caractère pédagogique ». Cet enseignement de Projet Physique correspond à un EC obligatoire au quatrième semestre du département SPTI. Il s'agit donc d'une initiation à la conduite de projet en groupe.

Ce projet a pour objectifs de concevoir et éventuellement réaliser une micro-éolienne destinée aux étudiants de l'INSA de Rouen, afin d'étudier les engrenages de manière ludique. En effet cette micro-éolienne fonctionnera avec différents boîtiers qui présenteront chacun différents trains d'engrenages.

Il a été possible, grâce à un modèle réduit d'éolienne simple en plastique, d'avoir un premier aperçu de la composition d'une éolienne et des liaisons entre chacun des systèmes qui la compose. Il était même question de réutiliser certaines pièces comme les pales ou encore l'alternateur dans l'hypothèse de la réalisation de notre propre machine. Une étude préalable a été faite sur ce système pour mesurer la tension obtenue en sortie en fonction d'une fréquence de rotation des pâles. Grâce à ces relevés nous avons pu commencer à appréhender les différences de rapports ($\frac{\omega_S}{\omega_e}$) en fonction des différents trains.

Enfin cette éolienne permettra aux élèves de mettre en pratique leurs connaissances, par des applications expérimentales concrètes.

Pour ce faire, nous avons établi dès le début du projet, un planning de la conception de notre éolienne afin de disposer de suffisamment de temps pour la réalisation qui ne serait pas de notre ressort. Il a été créé un groupe facebook afin de communiquer aisément et mettre en commun nos avancées.

L'entière conception de la micro-éolienne ainsi que l'élaboration du dossier étaient donc planifiés dans le temps et nous espérons pouvoir achever notre projet par sa fabrication.



2. CAHIER DES CHARGES DESTINÉ À LA CONCEPTION D'UNE MICRO-ÉOLIENNE

2.1. Description de la demande/ Analyse du Besoin

2.1.1. Description général de la micro-éolienne

Ce projet doit aboutir à la réalisation d'une micro éolienne qui disposera de 3 boîtiers d'engrenages interchangeables. Chaque boîtier fera fonctionner l'éolienne de la même façon, mais en utilisant un système d'engrenages différents. La micro-éolienne illustrera 3 systèmes d'engrenages:

- train épicycloïdale
- train en série
- train simple

2.1.2. Etude de besoin du produit

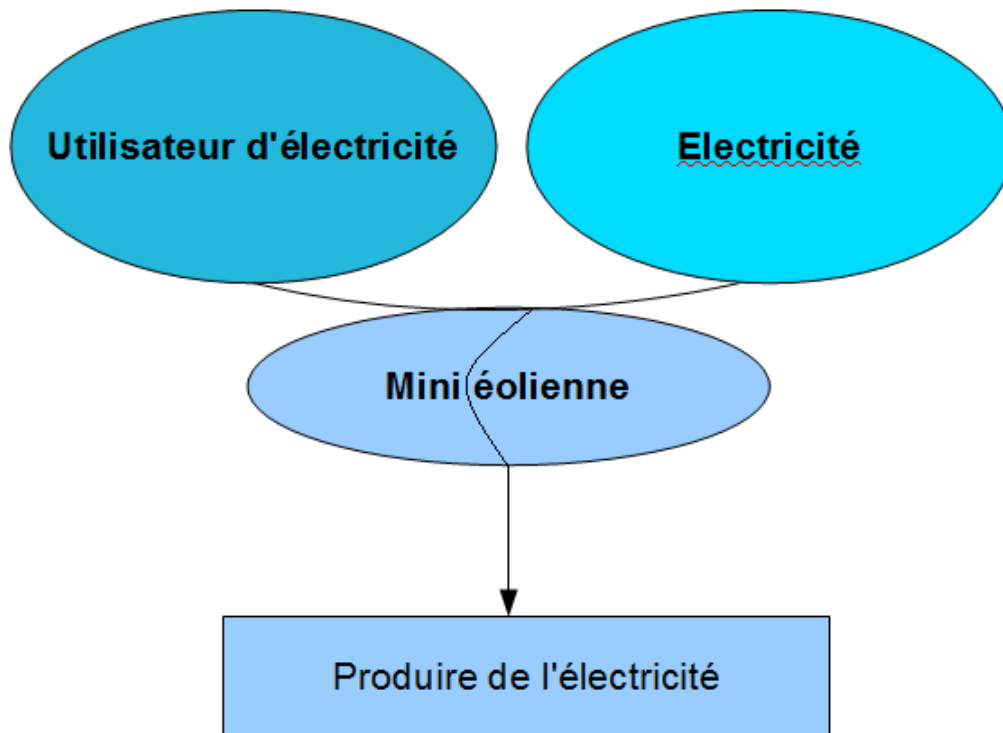


FIGURE 1 : BETE A CORNES



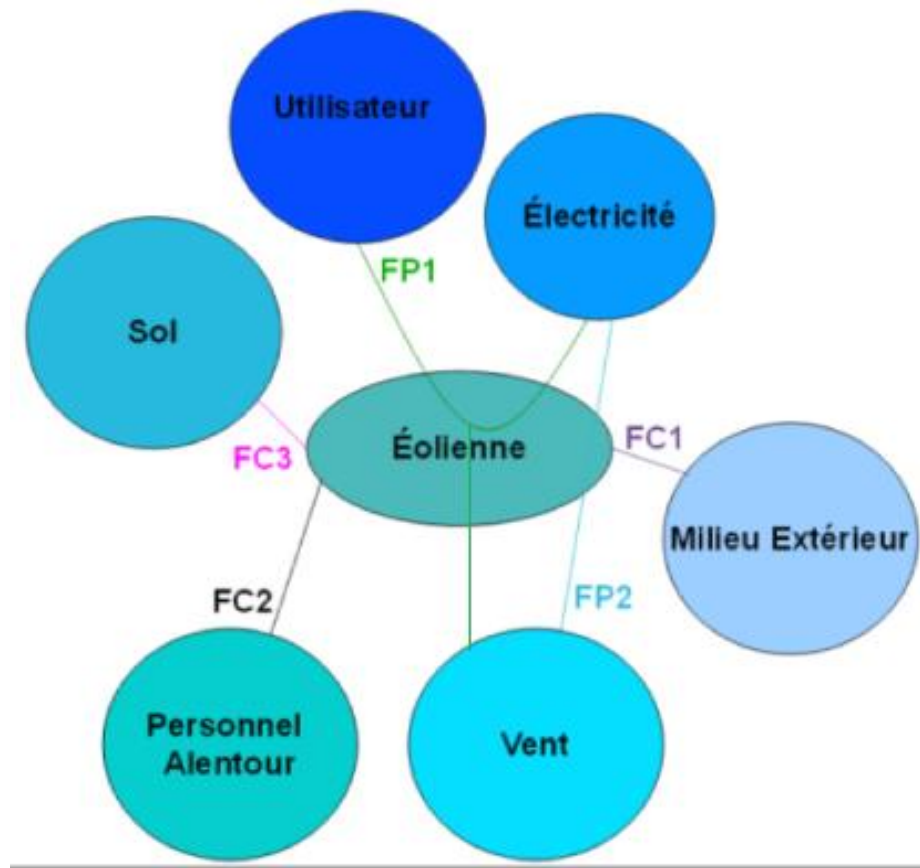


FIGURE 2 : DIAGRAMME PIEUVRE OU GRAPHE DES INTERACTEURS

Analyse fonctionnelle :

FP1: Produire de l'électricité capable d'alimenter une DEL.

FP2: Permettre à l'utilisateur de produire de l'électricité à partir de la force du vent.

FC1: Résister au milieu extérieur.

FC2 : Ne pas gêner le personnel alentour.

FC3 : Permettre une implantation aisée et assurer une stabilité entre le socle et le sol.



2.1.3. Fonctions du produit

Fonction globale :

Transformation de l'énergie éolienne en énergie électrique.

Etude des différents mécanismes par les étudiants.

Autres fonctions et contraintes :

AU REGARD DU MILIEU PHYSIQUE, LE SYSTÈME DEVRA ÊTRE :

- fabriqué avec des matériaux résistants et adaptés aux conditions normales d'utilisation en intérieur
- D'une hauteur appropriée à son utilisation (minimum 30 cm et maximum 60 cm).

AU REGARD DU MILIEU TECHNIQUE, LE SYSTÈME DEVRA ÊTRE :

- fixé solidement sur son support;
- résistant au « vent » engendré par un ventilateur domestique
- idéalement muni d'une hélice montée sur un axe permettant une rotation de 360° afin de pouvoir s'orienter selon la direction du vent (modèle pivotant);
- capable d'allumer une Diode Electroluminescente (DEL) de faible puissance (au moins 2 V);
- capable d'assurer une transmission entre l'hélice et le moteur électrique avec un minimum de friction afin d'économiser de l'énergie;
- maintenu en place sur une table même lorsqu'il fonctionne en minimisant les vibrations.

AU REGARD DU MILIEU HUMAIN, LE SYSTEME DEVRA ETRE :

- facile d'utilisation et transportable;
- léger, peu encombrant et sécuritaire (inflammable si source de chaleur élevée, les pales ne doivent pas être coupantes, l'hélice bien fixée au rotor (porter des lunettes de sécurité), etc.);
- amovible et démontable pour la réparation et le nettoyage des éléments;
- le moins bruyant possible;
- attrayant et ressemblant le plus possible aux modèles industriels.

Après le cahier des charges, il a fallu définir les différents trains d'engrenage les mieux adaptés à une micro-éolienne. Etant donné les contraintes de taille du système il nous a semblé plus pertinent de travailler sur la réalisation d'un train simple, d'un train en série et enfin d'un train épicycloïdal qui présentent chacun des avantages et des inconvénients.

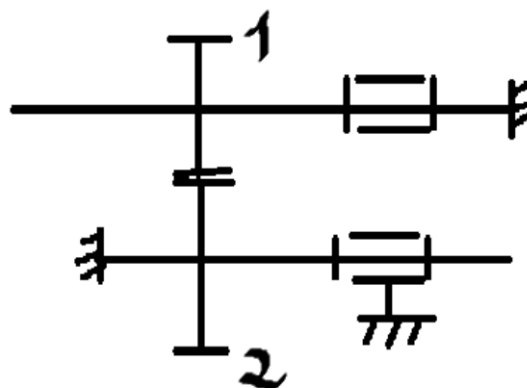


3. DESCRIPTION DES DIFFÉRENTS TRAINS D'ENGRENAGES RÉALISÉS

2.1. Le train simple

Le train simple consiste en un montage de deux engrenages en contact, où chacun est sur un arbre parallèle. Ce montage prend peu de place, cependant, le rapport de réduction d'un tel montage est relativement faible étant donné qu'il ne dépend que du rapport du nombre de dents entre les deux roues dentées.

Schéma cinématique :



2.1.1. Rapport de transmission de l'ensemble

On considère ici que l'arbre de sortie est lié à la pièce 2 et l'arbre d'entrée à la pièce 1.

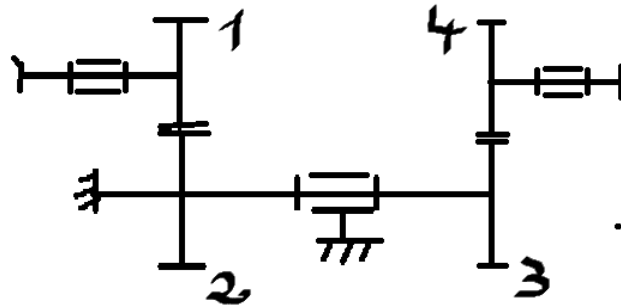
$$R = \frac{\omega (\text{sortie/bâti})}{\omega (\text{entrée/bâti})} = \frac{-Z(\text{entrée/bâti})}{Z(\text{sortie/bâti})} = \frac{-Z1/0}{Z2/0}$$

2.2. Le train en série

Le train en série est un ensemble de quatre engrenages disposés de manière à former deux trains simples en série. Comparé au train simple, le rapport de réduction est plus grand, cependant ce montage prend plus de place axialement que le précédent étant donné qu'il faut insérer les deux couples pignon/roue sur un même axe dans le boîtier.



Schéma cinématique :



2.2.1. Rapport de réduction

On considère ici que l'arbre de sortie est lié à la pièce 4 et celui d'entrée à la pièce 1.

$$\frac{\omega_{4/0}}{\omega_{3/0}} = \frac{-Z_3}{Z_4} \quad \text{et} \quad \frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}} = \frac{-Z_1}{Z_2} \quad \omega_{3/0} = \omega_{2/0}$$

$$\frac{\omega_{4/0}}{\omega_{1/0}} = (-1)^n * \frac{Z_3 * Z_1}{Z_4 * Z_2} * \omega_{2/0} \quad \text{avec } n \text{ le nombre de contact extérieur soit } n=2$$

Donc :

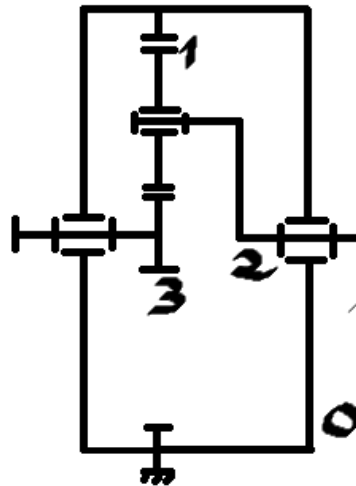
$$\frac{\omega_{4/0}}{\omega_{1/0}} = \frac{Z_3 * Z_1}{Z_4 * Z_2} * \omega_{2/0}$$

2.3. Le train épicycloïdal

Le dernier train d'engrenage que nous avons réalisé est le train épicycloïdal, il s'agit du montage désormais utilisé dans les éoliennes car il est celui qui présente le plus gros rapport de réduction avec un faible encombrement axiale. En effet, on peut considérer que les engrenages sont sur un même plan étant donné qu'ils sont tous situés à l'intérieur d'un engrenage à denture intérieur.



Schéma cinématique :



2.3.1. Rapport de réduction

On considère que l'arbre de sortie est lié à la pièce 3 (le planétaire) et que l'arbre d'entrée est lié à la pièce 2 (le porte satellite).

$$\frac{\omega_{4/2}}{\omega_{3/2}} = \frac{-Z_3 * Z_1}{Z_1 * Z_4} = \frac{-Z_3}{Z_4} = \lambda$$

On applique en suite la formule de Willis :

$$\frac{\omega_{4/0} - \omega_{2/0}}{\omega_{3/0} - \omega_{2/0}} = \lambda \quad \text{or} \quad \omega_{4/0} = 0 \quad \text{car la couronne est liée au bâti.}$$

Après calcul, on trouve que le rapport de réduction est :

$$\frac{\omega_{3/0}}{\omega_{2/0}} = \frac{Z_4}{Z_3} + 1$$

2.4. Dimensionnement des engrenages.

Dans la partie sur les différents types d'engrenages, les méthodes de calcul des rapports ont été déterminées pour chaque technologie. Elles sont rappelées ici :

- Pour l'engrenage simple : $r = z_0/z_3$
- Pour l'engrenage en série : $r = (z_0/z_3)^2$
- Pour l'engrenage épicycloïdal : $\omega_{3/0} = \omega_{2/0} * (z_0/z_3 + 1)$ donc $r = \omega_{3/0} / \omega_{2/0} = (z_0/z_3 + 1)$



Concernant la partie sur le boîtier, celui-ci a été dimensionné en prenant en compte les contraintes extérieures. Connaissant ainsi les propriétés du boîtier, les pignons ont été dimensionnés en conséquence. Les dimensions du boîtier sont les suivantes :

- 60mm en largeur.
- 100mm en hauteur.
- 100mm en profondeur.

Nous verrons plus tard que ces dimensions ont en été également choisies afin de pouvoir placer au mieux l'engrenage épicycloïdal.

Ces trois types d'engrenages ont donc été modélisés comme suit :

2.4.1. *L'engrenage simple*

Dans l'agencement voulu, la contrainte de dimensionnement va toucher le diamètre du pignon le plus gros sommé à celui du plus petit (sur le schéma dans le sens de la hauteur). En comptant une marge minimale de 25mm, donc 12,5mm de chaque côté, nous arrivons donc à une somme des diamètres des pignons de 75mm. En comptant un module de 1 pour les pignons cela donne pour le grand: $z_0 = 60/1 = 60$ dents et un petit pignon à $z_3 = 15$ dents.

A partir de cette donnée le rapport a été déterminé. On rappelle que le rapport est directement donné par : $r = z_0/z_3$. Nous avons donc obtenu un rapport de 4, avec un dimensionnement qui donne une certaine marge dans la réalisation.

2.4.2. *L'engrenage en série*

Pour les pignons du système d'engrenage en série on a conservé, pour une question pratique et de comparaison, les dimensions des pignons de l'engrenage simple.

Ce qui nous amène à un rapport de : $r = (z_0/z_3)^2 = (60/15)^2 = 16$. On voit donc qu'avec des pignons tout à fait similaires, comme cela avait été montré dans l'analyse théorique, le rapport de la technologie en série est bien entendu beaucoup plus grand que pour l'engrenage simple.

2.4.3. *L'engrenage épicycloïdal*

Pour ce système nous nous sommes seulement limités aux dimensions du boîtier puisque notre intention était d'incruster le pignon couronne dans le boîtier pour des raisons pratiques de fixation. C'est pourquoi une couronne à denture intérieur de 80 dents, module 1 donc 80mm de diamètre intérieur a été choisie. Puis compte tenu des dimensions de la couronne les pignons intérieurs ont été dimensionnés. Ici nous trouvons les pignons les plus gros sur l'extérieur car l'entrée se fait sur ceux-ci.



Le plus petit des pignons se situe donc au centre du système et on y récupèrera le couple de sortie. Compte tenu des dimensions de chacun des composants de l'engrenage :

- Couronne : denture intérieur 80 dents, module 1 donc 80mm de diamètre intérieur.

Il reste donc 80mm pour dimensionner les pignons intérieurs. Nous avons donc cherché, afin d'avoir un rapport le plus important possible, à minimiser la dimension du plus petit des pignons. Nous nous sommes donc en fin de compte limités à 10 dents pour des raisons pratiques. Car en effet un trop petit nombre de dents peut entraîner des problèmes dans le bon fonctionnement d'un engrenage.

- Petit pignon : 10 dents avec un module 1, donc 10mm de diamètre.

Il nous reste donc $80-10 = 70$ mm pour insérer 2 « grands » pignons.

- Grands pignons : 35mm de diamètre avec un module 1, donc 35 dents.

Ici le but avait été de poser un pignon central le plus petit possible afin d'obtenir un grand rapport. Et en fin de compte nous arrivons à un rapport de : $r = \omega_{3/0} / \omega_{2/0} = (z_0/z_3+1) = (80/10+1) = 9$.

Pour résumer :

- Pour l'engrenage simple : rapport 4.
- Pour l'engrenage en série : rapport 16.
- Pour l'engrenage épicycloïdal : rapport 9.



2.5. Éléments requis à la conception

Tableau récapitulatif des différents éléments qui ont été commandé pour la conception de la micro éolienne sur différents sites internet :

Modèle	Élément	Quantité	Prix unitaire	Fournisseur
521-7477	Pignons 15 dents module 1	3	2.67	Radiospare
521-7641	Pignons 60 dents module 1	3	9.15	Radiospare
231754-62	Pignon 10 dents module 1	1	3.36	Conrad
	Pignon 35 dents module 1	3	4.34	
			51.34	

2.6. Partie boîtier

Après avoir expliqué le fonctionnement des engrenages, nous allons voir ce qu’il en est du contenant : le boîtier. Ainsi les contraintes liées à notre système et le choix des dimensions ont été analysés.

2.6.1 Les contraintes

Concernant les contraintes à supporter, le boîtier doit être placé sur le haut de l'éolienne. C'est la raison pour laquelle il ne doit pas être trop lourd de manière à éviter des dommages dus au vent. Ce dernier ne doit pas non plus être encombrant car il risquerait de « couper » le vent.

De plus dans l'optique de fabriquer une éolienne pédagogique, il est nécessaire de pouvoir voir le mécanisme d'engrenage du boîtier. C'est pourquoi nous avons choisi de le fabriquer en plexiglas.

Par ailleurs, les axes utilisés dans le boîtier seront directement fixés au bâti. Ils permettront à la fois d'obtenir un maintien idéal des engrenages mais également d'assurer la mise en rotation de ces derniers. Comme on peut le voir en annexe (Listing des pièces), il y aura au minimum un axe en entrée (relié aux pales) et un axe en sortie (relié au générateur). Leur diamètre a parfois du être changé afin de s'adapter au



diamètre des différents pignons : comme on peut le voir en annexe, les pignons 15 dents ont un diamètre de seulement 4mm. Il a donc été nécessaire de diminuer le diamètre des axes lors de leur utilisation.

Par ailleurs, la vitesse de rotation des axes influera directement sur le rendement de notre système. Ainsi, les frottements sont à éviter autant que possible et une liaison plexiglas-acier ne paraissait pas utilisable. Des paliers en cuivre ont donc été utilisés (dimensions en annexe) de manière à limiter au maximum le coefficient de frottement.

Enfin, afin d'éviter une translation des arbres, des bagues ont été positionnées en butoir.

2.6.2 *Choix des dimensions*

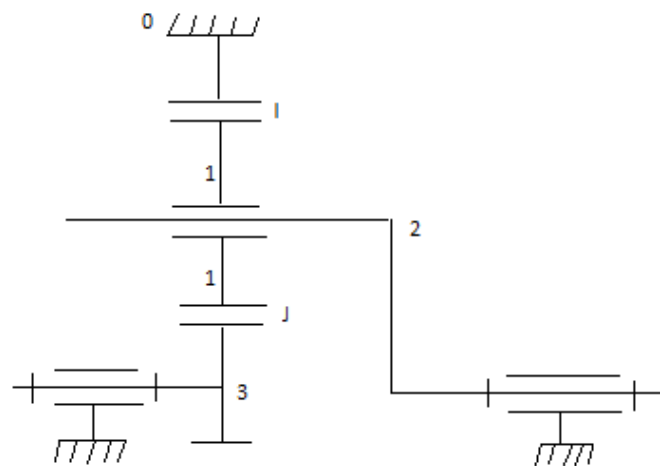
Pour notre système, nous avons été amenés à devoir redimensionner le boîtier original. En effet, ce dernier était adapté à la taille des engrenages lors du premier dimensionnement qui a en fin de compte été revu. Il a donc été déterminé dans un deuxième temps que le boîtier devait mesurer 60mm en profondeur, 100mm en largeur et 100mm en hauteur. De cette manière il est ainsi adapté aux différents types d'engrenages utilisés (simple, série, épicycloïdal). Cependant, afin de pouvoir comparer ces différents types d'engrenages et dans l'optique d'éviter d'avoir à fabriquer des boîtiers de dimensions diverses, trois boîtiers aux tailles identiques ont été commandés.

Nous avons pu voir au cours de cette partie que l'éolienne est un excellent moyen de se familiariser avec les engrenages de manière ludique et pédagogique. La rédaction d'un travail pratique à destination des élèves de STPI 1 nous a donc paru être une bonne idée d'approfondissement de ce projet.



4. RÉDACTION DU TP

- 1) Dressez le schéma cinématique des trains d'engrenages simples et en série.
- 2) Donnez la formule du rapport des deux types d'engrenages précédents puis calculez-le.
- 3) En utilisant la formule du rapport d'un train épicycloïdale : $\omega_{3/0} = \omega_{2/0} * (z_0/z_3+1)$ donc $r = \omega_{3/0} / \omega_{2/0} = (z_0/z_3+1)$ et son schéma cinématique ci-dessous, calculer ce rapport multiplicateur en sortie.



- 4) Quelles sont les conditions que les boîtiers doivent vérifier en termes de dimensionnement et autres contraintes à respecter ?
- 5) Quelles caractéristiques doivent avoir les liaisons axe/palier afin d'optimiser le rendement ? Proposer une ou des techniques pour les obtenir.
- 6) Donnez le nom des matériaux utilisés pour chacune des pièces et justifiez ces choix.
- 7) Donnez la technique d'usinage pour la fabrication des paliers et pignons et celle des axes et bagues.

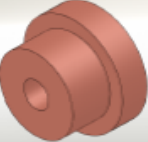
Lors de la commande des pignons, les concepteurs se sont aperçus que les diamètres intérieurs des pignons situés sur un même axe n'étaient pas tous les mêmes.

- 8) Proposez des solutions pour palier au problème des différents diamètres intérieurs des pignons appartenant à un même arbre ? La solution choisie vous paraît-elle la meilleure ?

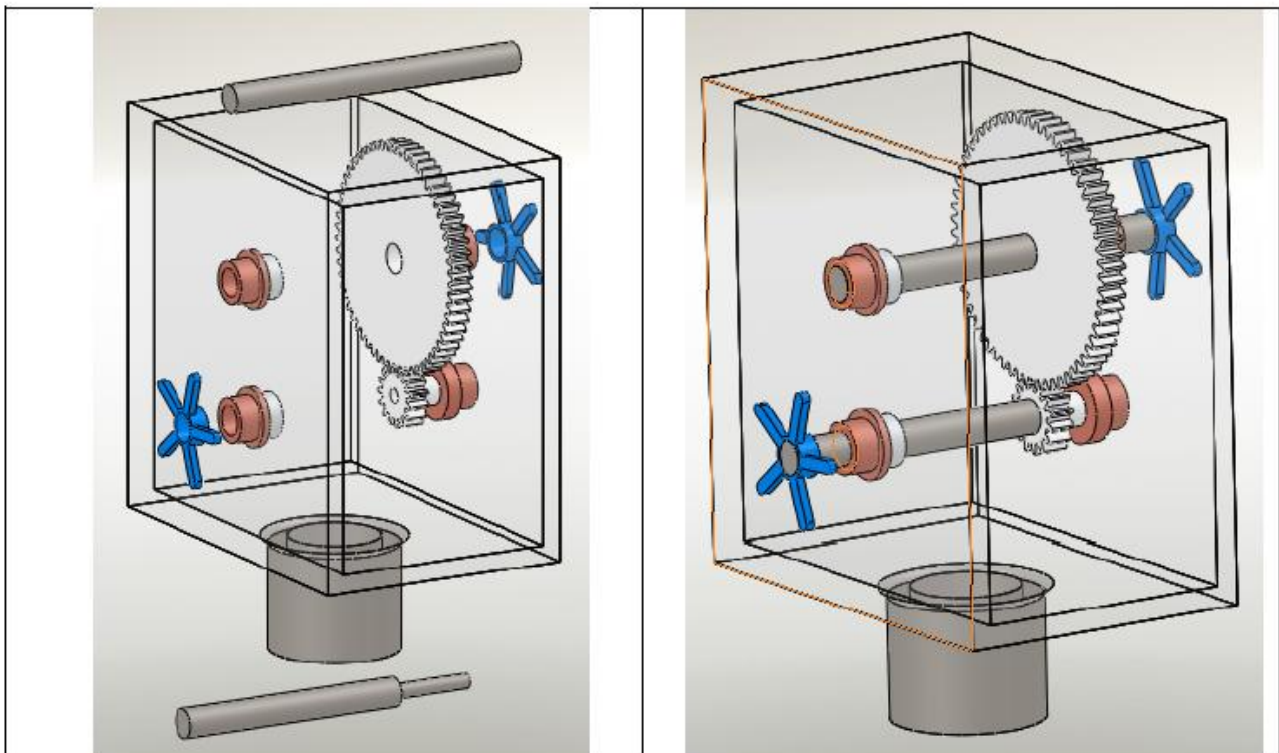


5. LISTING DES PIÈCES

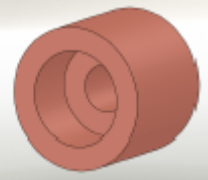
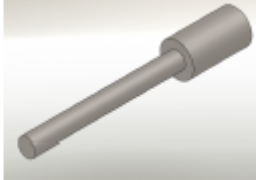
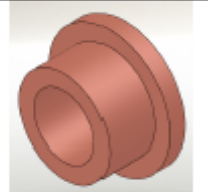
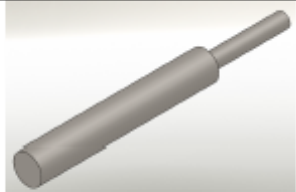
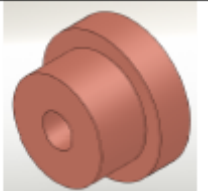
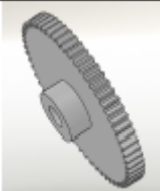
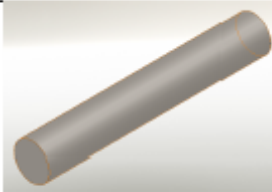

Boitier train simple

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bague</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d=8 - L=5</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Montée serrée sur l'arbre</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Aluminium</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Bloquer la translation de l'arbre</td></tr> </table>	Bague	2	d=8 - L=5	Montée serrée sur l'arbre	Aluminium	Bloquer la translation de l'arbre		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Axe inférieur</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">D=4/8 - L=86</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Montée glissant dans le bati</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Acier</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Transmettre le mouvement de rotation</td></tr> </table>	Axe inférieur	1	D=4/8 - L=86	Montée glissant dans le bati	Acier	Transmettre le mouvement de rotation
Bague															
2															
d=8 - L=5															
Montée serrée sur l'arbre															
Aluminium															
Bloquer la translation de l'arbre															
Axe inférieur															
1															
D=4/8 - L=86															
Montée glissant dans le bati															
Acier															
Transmettre le mouvement de rotation															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Pallier 8mm</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d=8 - L=8</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Monté serré dans le bati</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Cuivre</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement</td></tr> </table>	Pallier 8mm	3	d=8 - L=8	Monté serré dans le bati	Cuivre	Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Engrenage 60 dents</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d=8</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Vissé sur l'arbre</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Plastique</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse</td></tr> </table>	Engrenage 60 dents	1	d=8	Vissé sur l'arbre	Plastique	Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse
Pallier 8mm															
3															
d=8 - L=8															
Monté serré dans le bati															
Cuivre															
Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement															
Engrenage 60 dents															
1															
d=8															
Vissé sur l'arbre															
Plastique															
Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Pallier 4mm</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d=4 - L=10</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Monté serré dans le bati</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Cuivre</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement</td></tr> </table>	Pallier 4mm	1	d=4 - L=10	Monté serré dans le bati	Cuivre	Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Engrenage 15 dents</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">d=4</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Vissé sur l'arbre</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Plastique</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse</td></tr> </table>	Engrenage 15 dents	1	d=4	Vissé sur l'arbre	Plastique	Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse
Pallier 4mm															
1															
d=4 - L=10															
Monté serré dans le bati															
Cuivre															
Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement															
Engrenage 15 dents															
1															
d=4															
Vissé sur l'arbre															
Plastique															
Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Axe supérieur</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">D=8 - L=86</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Montée glissant dans le bati</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Acier</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Transmettre le mouvement de rotation</td></tr> </table>	Axe supérieur	1	D=8 - L=86	Montée glissant dans le bati	Acier	Transmettre le mouvement de rotation								
Axe supérieur															
1															
D=8 - L=86															
Montée glissant dans le bati															
Acier															
Transmettre le mouvement de rotation															

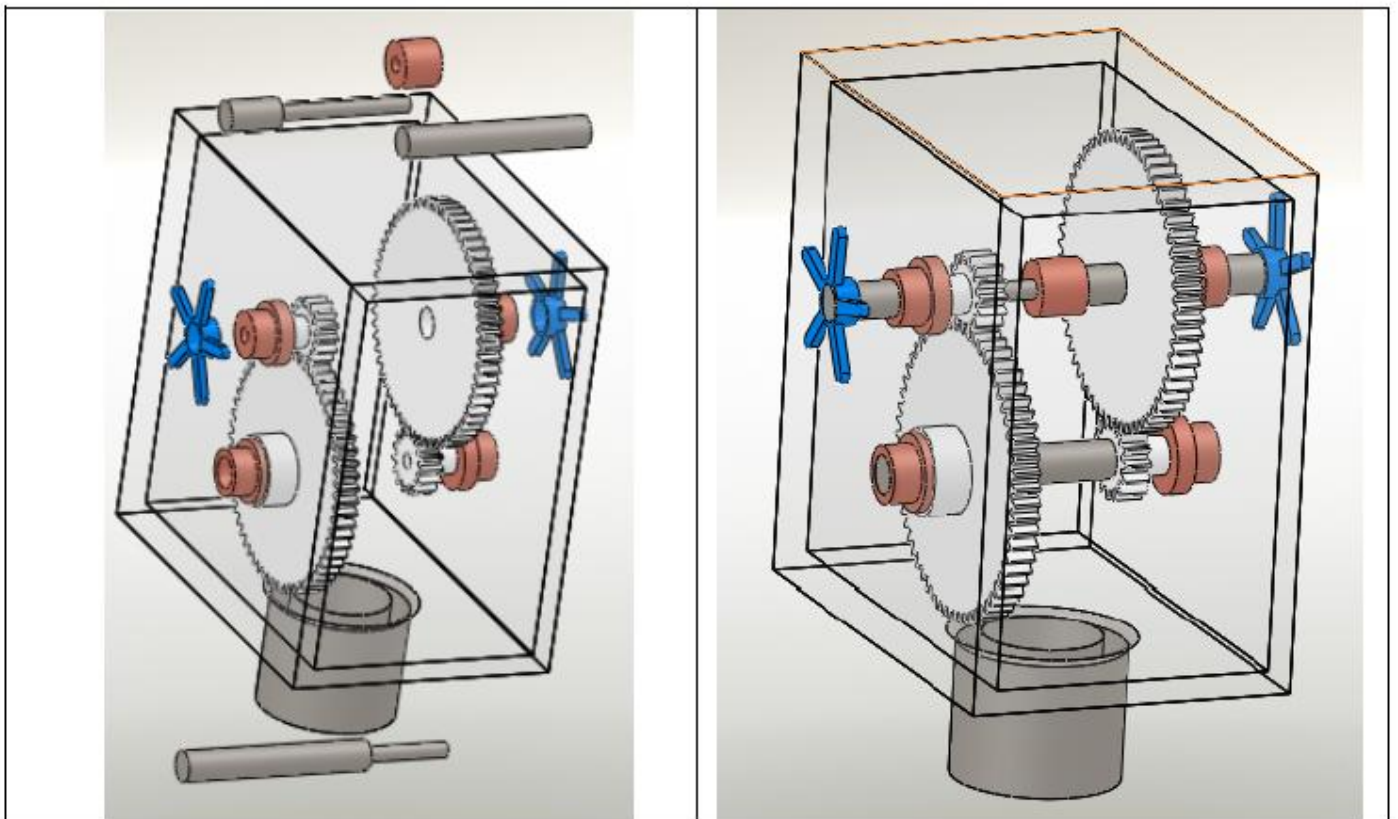
Boitier train simple





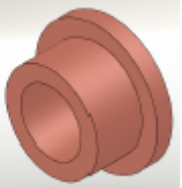

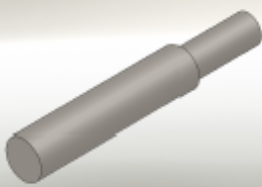
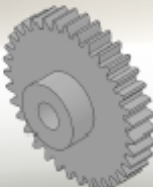
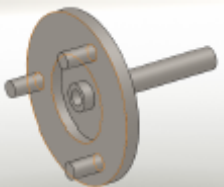
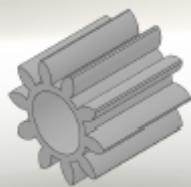
Boitier train série

	Raccord 1 $d=8/4 - L=10$ Placé entre les arbres sup Cuivre Guider les arbres sup avec un faible coefficient de frottement		Axe supérieur gauche 1 $D=4/8 - L=50$ Monté glissant dans le bati Acier Transmettre le mouvement de rotation
	Pallier 8mm 2 $d=8 - L=8$ Monté serré sur l'arbre Cuivre Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement		Axe inférieur 1 $D=8/4 - L=72$ Monté glissant dans le bati Acier Transmettre le mouvement de rotation
	Pallier 4mm 2 $d=4 - L=10$ Monté serré dans le bati Cuivre Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement		Engrenage 60 dents 2 $d=8$ Vissé sur l'arbre Plastique Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse
	Axe supérieur droit 1 $D=8 - L=50$ Monté glissant dans le bati Acier Transmettre le mouvement de rotation		Engrenage 15 dents 2 $d=4$ Vissé sur l'arbre Plastique Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse

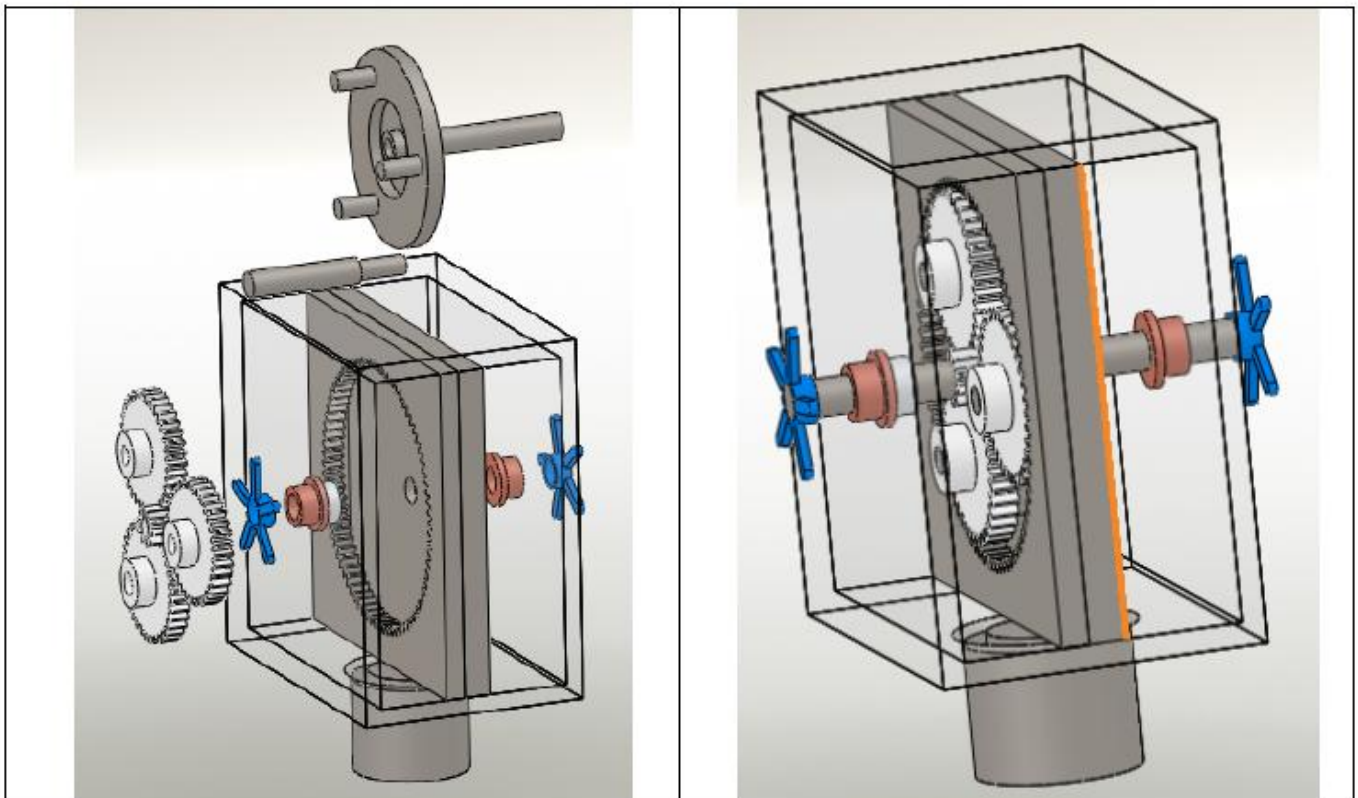
Boitier train série



Boitier train épi

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bague</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">$d=8 - L=5$</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Montée serrée sur l'arbre</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Aluminium</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Bloquer la translation de l'arbre</td></tr> </table>	Bague	2	$d=8 - L=5$	Montée serrée sur l'arbre	Aluminium	Bloquer la translation de l'arbre		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Bati couronne</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">$d=8 - L=8$</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Vissé dans le bati</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Acier</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Maintenir la Couronne fixe</td></tr> </table>	Bati couronne	1	$d=8 - L=8$	Vissé dans le bati	Acier	Maintenir la Couronne fixe
Bague															
2															
$d=8 - L=5$															
Montée serrée sur l'arbre															
Aluminium															
Bloquer la translation de l'arbre															
Bati couronne															
1															
$d=8 - L=8$															
Vissé dans le bati															
Acier															
Maintenir la Couronne fixe															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Pallier 8mm</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">$d=8 - L=8$</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Monté serré dans le bati</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Cuivre</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement</td></tr> </table>	Pallier 8mm	2	$d=8 - L=8$	Monté serré dans le bati	Cuivre	Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Couronne 80 dents</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">$L=6$</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Fixée au Bati couronne</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Acier</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Transmettre le mouvement de rotation (en l'amplifiant)</td></tr> </table>	Couronne 80 dents	1	$L=6$	Fixée au Bati couronne	Acier	Transmettre le mouvement de rotation (en l'amplifiant)
Pallier 8mm															
2															
$d=8 - L=8$															
Monté serré dans le bati															
Cuivre															
Guider l'arbre avec un faible coefficient de frottement															
Couronne 80 dents															
1															
$L=6$															
Fixée au Bati couronne															
Acier															
Transmettre le mouvement de rotation (en l'amplifiant)															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Axe</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">$D=8/6 - L=50$</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Monté glissant dans le bati</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Acier</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Transmettre le mouvement de rotation</td></tr> </table>	Axe	1	$D=8/6 - L=50$	Monté glissant dans le bati	Acier	Transmettre le mouvement de rotation		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Engrenage 35 dents</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">$d=6$</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Vissé sur le porte satellites</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Plastique</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse</td></tr> </table>	Engrenage 35 dents	3	$d=6$	Vissé sur le porte satellites	Plastique	Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse
Axe															
1															
$D=8/6 - L=50$															
Monté glissant dans le bati															
Acier															
Transmettre le mouvement de rotation															
Engrenage 35 dents															
3															
$d=6$															
Vissé sur le porte satellites															
Plastique															
Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Porte satellites</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">$D=8 - L=86$</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Monté glissant dans le bati</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Acier</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Maintenir les satellites et transmettre le mouvement de rotation</td></tr> </table>	Porte satellites	1	$D=8 - L=86$	Monté glissant dans le bati	Acier	Maintenir les satellites et transmettre le mouvement de rotation		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Engrenage 10 dents</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">$d=6$</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Vissé sur le porte satellites</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Plastique</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse</td></tr> </table>	Engrenage 10 dents	1	$d=6$	Vissé sur le porte satellites	Plastique	Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse
Porte satellites															
1															
$D=8 - L=86$															
Monté glissant dans le bati															
Acier															
Maintenir les satellites et transmettre le mouvement de rotation															
Engrenage 10 dents															
1															
$d=6$															
Vissé sur le porte satellites															
Plastique															
Transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre en modifiant la vitesse															

Boitier train épi



6. CONCLUSION

Dans le cadre de notre projet de P6, nous avons conçu et réalisé une éolienne possédant des boîtiers d'engrenages interchangeables. Ce projet c'est d'abord et avant tout un défi technique, car nous devions utiliser trois types d'engrenages différents, en respectant un nombre de contraintes conséquent. Pour relever ce défi, une étude sérieuse et approfondie des différents types d'engrenages était plus que nécessaire. Nous avons donc beaucoup appris sur un plan technique. Outre cet aspect mécanique, ce projet nous a également permis de suivre très concrètement la naissance d'un produit, exactement comme au sein d'une entreprise ; c'est-à-dire de sa conception purement théorique, notamment sous Solidworks, jusqu'à sa réalisation pratique. Une organisation tournée vers l'efficacité et la productivité s'est mise en place au fur et à mesure des séances. Ce projet de conception nous a donc poussé à travailler avec rapidité et efficacité. En effet, il a fallu se mettre à l'abri de tout contretemps éventuel.

Parmi les choses à améliorer, nous nous contenterons des plus pertinentes. Il faut avouer que nous avons accordé trop d'importance et de temps à la réalisation qui n'a finalement pas pu voir le jour. Dans l'attente de l'usinage incertain des pièces, le projet à un peu stagné vers la fin puisque nous avions planifié de faire une batterie de tests sur cette dernière et de les analyser. Des tests qui auraient eu pour but de vérifier nos calculs théoriques. Nous avons également comme objectif de l'expérimenter en simulant de réelles conditions extérieures pour déterminer les conditions optimales d'utilisation.

Cependant, bien que nous n'ayons pu travailler sur la dite éolienne nous ne nous sommes pas laissés abattre pour autant, nous avons décidé de pousser les études mécaniques sous Solidworks. Nous nous sommes aussi concentrés sur des travaux complémentaires au projet, réservés en temps normal aux projets finis, comme la rédaction d'un TP pour notre éolienne qui pourrait être présenté à des élèves de STPI 1.

Pour conclure, en toute modestie, notre gestion du temps et répartition du travail a été entièrement satisfaisante. Il nous a sûrement manqué une petite part de chance pour la réalisation mais cela nous a permis de nous rendre compte de la complexité d'un projet lorsqu'on le suit du début à la fin surtout lorsqu'on travail en collaboration avec des fournisseurs extérieurs. Enfin, le développement et la gestion de projet, que l'on retrouve en entreprise, a été le thème principal de ces 13 semaines de travail en groupe.



7. ANNEXE

7.1. Planning

Semaine	Date	Objectifs	Bilan
1	09/02/2012	Présentation du sujet. Appréhender les notions sur lesquels il faudra travailler pour le projet, en construisant une mini-éolienne.	Constat que notre projet se concentrera essentiellement sur le système d'engrenage plutôt que sur la conception des pâles ou de l'alternateur.
2	16/02/2012	Evaluer l'efficacité de l'alternateur que l'on utilisera grâce à une batterie de tests. Regarder si on pourra utiliser l'alternateur fourni dans notre projet.	Obtention des caractéristiques de l'alternateur. A priori celui ci nous servira pour notre projet final.
3	23/02/2012	Premiers tests de conception d'engrenages sur solidworks (engrenage simple). Apprécier les différents types de technologies qui s'offre à nous.	Obtention de systèmes d'engrenages sur solidworks avec des dimensions quelconques pour le moment.
4	15/03/2012	Premier dimensionnement des engrenages.	Recherche sur les pignons pouvant être commandés, premier dimensionnement des pignons en fonction des rapports voulus et d'un ordre de grandeur du boîtier.
5	22/03/2012	Finaliser la conception des engrenages afin de passer commande.	Finalisation des engrenages, commande des pignons.
6	29/03/2012	Finaliser la conception solidworks du boîtier.	Finalisation du boîtier, commande des paliers.
7	05/04/2012	Gérer les différences de diamètre intérieur des pignons reçus via l'entreprise radiospare, dans la conception des arbres et du boîtier.	Décision de réaliser un arbre dont le diamètre varie pour pouvoir fixer les pignons de diamètre intérieurs différents
8	19/04/2012	Séance sans le professeur : définition du plan et répartition des tâches pour les vacances.	Plan défini et envoyé au professeur
9	10/05/2012	Séance de mise au point des objectifs restant, attente de la réalisation en laboratoire.	Demande de faire une annexe façon énoncé de TP émise par le professeur encadrant
10	24/05/2012	Modélisation des systèmes complets en tenant compte des matériaux utilisés sous solidWorks, rédaction du TP	Avancement dans les domaines visés pour la séance.
11	31/05/2012	Modélisation des systèmes complets en tenant compte du mouvement	Modélisation complète achevée, la micro-éolienne n'aura finalement pas eu le temps d'être réalisée, changement de programme pour la présentation finale
12	07/06/2012	Mise en commun des différentes parties du dossier et remise d'une copie au professeur, commencement du powerpoint final	Montages de rendus réalistes et de vidéos pour le powerpoint
13	14/06/2012	Retour du dossier corrigé, finalisation de la présentation powerpoint	Améliorations du dossier et du powerpoint

