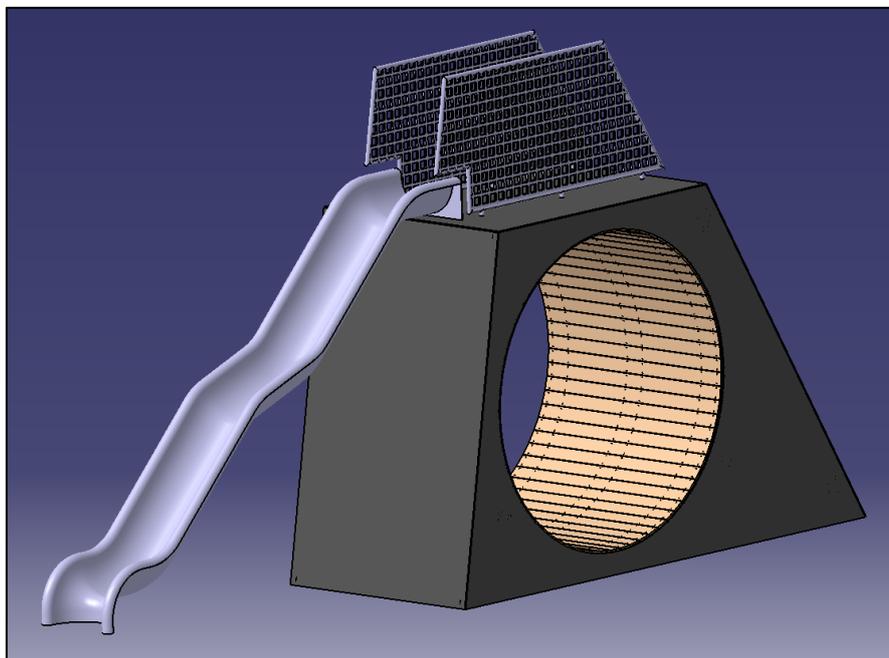


Installation de jeu avec récupération d'énergie



Équipe du projet : Méthannman, Basile Migy, Noé Babey, Quentin Riat

Métier : Polymécanicien

Année d'apprentissage : 4^e

Nom de l'école ou de l'entreprise : DivTech

Nom de l'enseignant ou du maître d'apprentissage : Mohamed Hayanne Filalli

Résumé du projet :

Dans ce projet, nous avons imaginé un système de place de jeux qui produit de l'énergie électrique. Cette électricité est produite par une roue de style « hamster » de grande taille d'une part et par une échelle « infinie » de l'autre part, le tout-en-un seul bloc. L'énergie développée par les enfants sur ce système sera récupérée pour en faire de l'électricité. Ce système sert aussi de sensibilisation avec un système de LED montrant l'électricité produit.

Projet Innovation ou Planification : Potentiel d'économie d'énergie en kWh par an : environ 413 983 kWh produits en un an

Catégories du concours : Prix innovation

Sommaire

1.	Introduction.....	3
1.1.	Situation de départ	3
1.2.	Motivations	3
2.	Recherche d'idées	4
2.1.	Définition du projet et objectif	5
2.2.	Faisabilité	6
3.	Planification du projet	8
3.1.	Les étapes les plus importantes	8
3.2.	Plan détaillé des tâches	8
4.	Mise en œuvre concrète	9
5.	Calculs.....	12
6.	Rapport du projet.....	15
6.1.	Rétrospective	15
6.2.	Prises de conscience	15
6.3.	Perspective	15
7.	Bibliographie.....	16
7.1.	Annexes	17

1. Introduction

1.1. Situation de départ

La Suisse est un pays développé avec un grand pouvoir d'achat. Quand nous achetons un produit, nous pouvons voir sa consommation en énergie, mais nous ne voyons pas l'énergie qu'il a fallu pour fabriquer ce produit (énergie grise). C'est cette énergie grise qui pollue beaucoup et il est important de la réduire.

La Suisse a une consommation électrique de 47 434 GWh en 2017. La dépense de cette énergie est en baisse par rapport à 2016, mais nous utilisons encore trop d'électricité. À l'heure actuelle, sans l'énergie nucléaire, la Suisse ne produirait pas assez d'électricité par rapport à sa consommation. Sans elle, c'est 41,3 % de notre apport en énergie qu'il faudrait remplacer. Cette situation, met à mal notre planète et il est important de trouver une solution à cette énergie fossile. Nous trouvons qu'il est important de favoriser les énergies renouvelables. C'est pourquoi nous nous sommes posés la question, comment fabriquer de l'électricité avec de l'énergie inutilisée. Beaucoup d'énergie mécanique est inutilisée dans les parcs d'enfants. Nous avons donc cherché des solutions pour la récupérer.

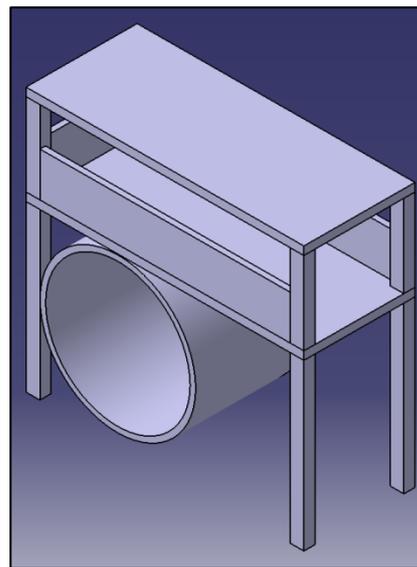
1.2. Motivations

Nous sommes un groupe d'apprentis en 4^e année de formation de polymécanicien. Nos professeurs nous ont proposé le concours myclimate. Ce concours nous permet de mettre en pratique ce que nous avons appris durant notre formation. Il nous permet aussi de réfléchir sur notre avenir en faisant un travail plus poussé que ce qu'on nous demande en entreprise.

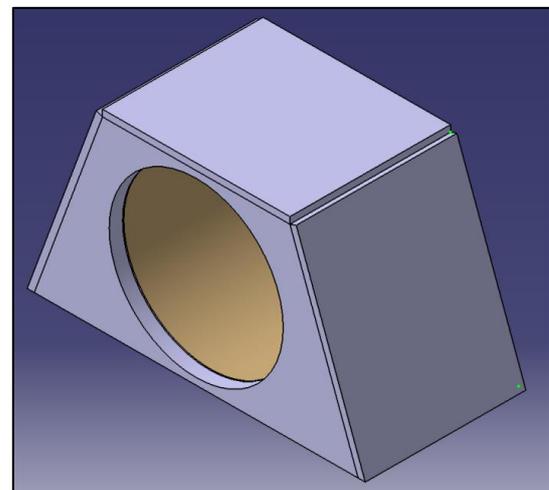
Le climat est un domaine qui nous intéresse vraiment. Nous nous sommes rendu compte que certains événements climatiques sont dus à l'homme. Par conséquent nous aimerions trouver des solutions pour réussir à vivre sur cette planète sans la détruire. C'est pourquoi nous nous sommes posés la question suivante : « Que pouvons-nous créer pour produire de l'énergie sans nous en rendre compte et surtout sans polluer ? » À la suite de cette question, l'idée de créer de l'électricité dans une place de jeux nous a paru comme une bonne solution.

2. Recherche d'idées

Nous avons commencé par chercher quels jeux étaient présents dans les parcs pour enfants. Par la suite, un brainstorming nous a aidés à voir quels engins pouvaient fabriquer de l'électricité. Ensuite nous avons réfléchi sur quels jeux nous paraissaient les plus réalisables et les plus innovants. Nous sommes d'abord partis sur une grande maison avec à l'intérieur une roue hamster et une échelle infinie. Nous avons fait un dessin en trois dimensions pour nous rendre compte de la forme de notre projet.



Nous nous sommes rendus compte que c'était la forme de base des $\frac{3}{4}$ des jeux d'enfants. Après réflexion, nous trouvons que ce genre d'installation était trop classique. Du coup nous avons changé le style pour la rendre plus facile à réaliser et plus facile à implanter. Car avec ce système de maison, des fondations en béton étaient nécessaires. Avec la nouvelle forme, aucune fondation n'est obligatoire. Ce jeu peut être installé sur toutes les surfaces du moment qu'elle est plate. De là nous avons développé en deux groupes les éléments de fabrication électrique. Le 1^{er} groupe pour la roue de hamster et le 2^e pour l'échelle infinie.



Pour la roue de hamster, nous devons prendre en compte les points suivants pour réaliser au mieux ce système :

- La grandeur devait pouvoir accueillir aussi bien des enfants que des adultes. Il fallait aussi penser qu'il était plus difficile de courir si la roue était petite, car le pied de la personne ne serait pas à plat.
- Ensuite nous avons dû faire des calculs pour savoir les contraintes mécaniques et physiques qu'elle subirait.

Pour l'échelle infinie, nous avons aussi dû approfondir les sujets suivants :

- L'angle de l'échelle devait être intéressant sans être trop élevé, pour permettre l'amusement de tout type d'âge.
- Comment transmettre la force de l'échelle à l'alternateur pour produire de l'électricité ?
- Comment empêcher les échelons de tourner sur eux-mêmes ?

Pour finir, nous avons réfléchi aux démultiplications et aux alternateurs qu'il nous faudrait pour produire de l'électricité à faible coût.

2.1. Définition du projet et objectif

Dans ce projet notre 1^{er} but est de créer un jeu qui produit de l'électricité en utilisant l'énergie que produisent les enfants ou adultes en s'amusant dans les parcs de jeu. Le 2^e but est de sensibiliser les utilisateurs de l'énergie qu'il faut pour produire de l'électricité. Nous voulons montrer qu'il faut l'économiser, car il n'est pas si aisé de produire cette énergie.

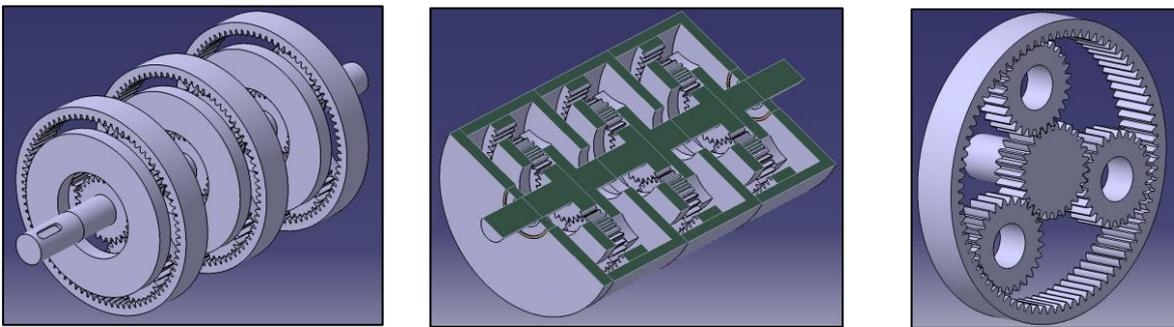
Nous voulions aussi proposer un jeu qu'on ne voit pas partout. Quelque chose d'innovant du point de vue énergétique et social. C'est pourquoi fabriquer une roue hamster de taille humaine nous est apparu comme une bonne idée et de l'associer à une échelle infinie permet de produire encore plus d'électricité.

2.2. Faisabilité

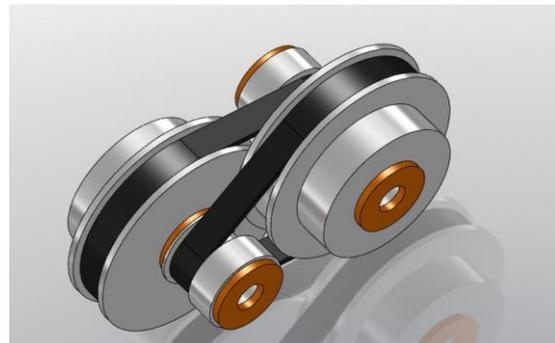
Dès le départ nous avons pris la décision de ne pas réaliser concrètement ce projet, car nous n'avions pas le budget. Même si nous avions eu le budget suffisant, c'est le temps qui aurait manqué. Les dessins ont été finis le 05.03.2018, du coup il nous était impossible de faire réaliser ce projet dans les temps. Nous avons par contre choisi de faire tous les plans pour proposer un projet fini.

Nous avons demandé dans nos entreprises à nos responsables sécurité les problèmes de sécurité que nous pourrions rencontrer. Après entretien avec eux aucun problème ne leur a paru au premier abord.

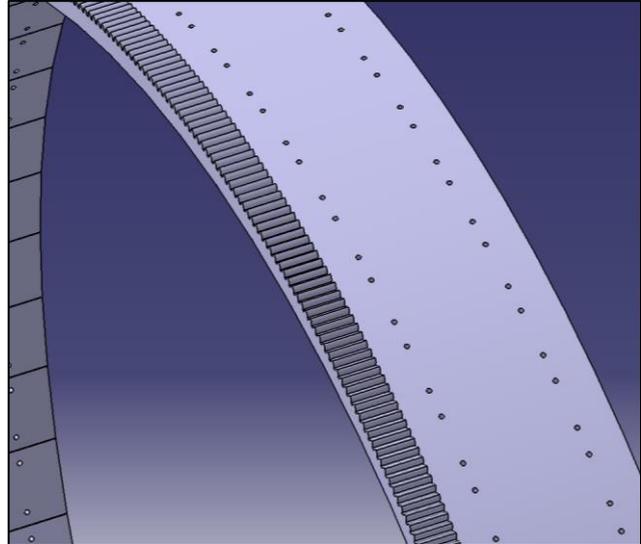
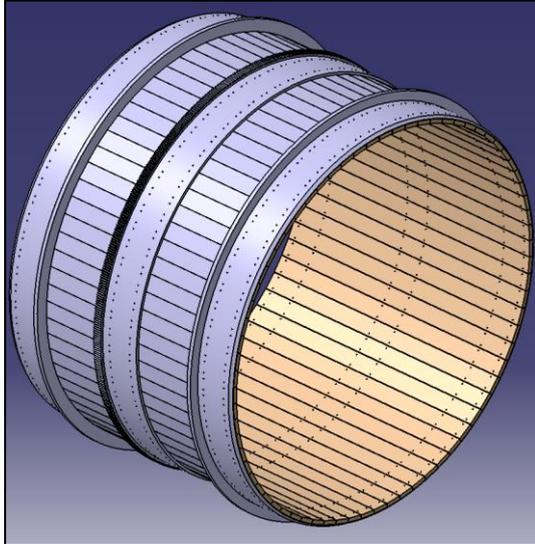
Nous avons aussi posé des questions à nos formateurs pour savoir si les pièces que nous avons dessinées, étaient réalisables à un coût raisonnable. Les deux éléments qui coûteraient trop chers de leur point de vue, ce sont les trains planétaires environ 8000 CHF et l'engrenage d'entraînement sur la roue hamster.



Un train planétaire est un système qui comprend deux engrenages planétaires dans lesquels tournent 3 engrenages satellites. On a utilisé ces trains planétaires pour réduire la vitesse de rotation du fait du grand rapport de réduction que cette configuration propose. Ce genre de structure est très précise, mais coûte très chère à construire. Il peut être remplacé par une réduction d'engrenage ou de courroies par exemple. Ce genre de réduction est moins coûteux, mais pour les engrenages il nous faudrait environ 50 roues dentées pour arriver à une démultiplication suffisante. Pour les courroies, il y a une usure importante des pièces en mouvement et une maintenance est donc à prévoir.



Pour l'engrenage sur la roue hamster, c'est aussi un usinage compliqué et très coûteux, mais ça nous permet de ne pas perdre en glissement pour faire tourner l'alternateur. On pourrait remplacer ce système par une courroie, mais ça demande un réglage de la tension permanente.



3. Planification du projet

3.1. Les étapes les plus importantes

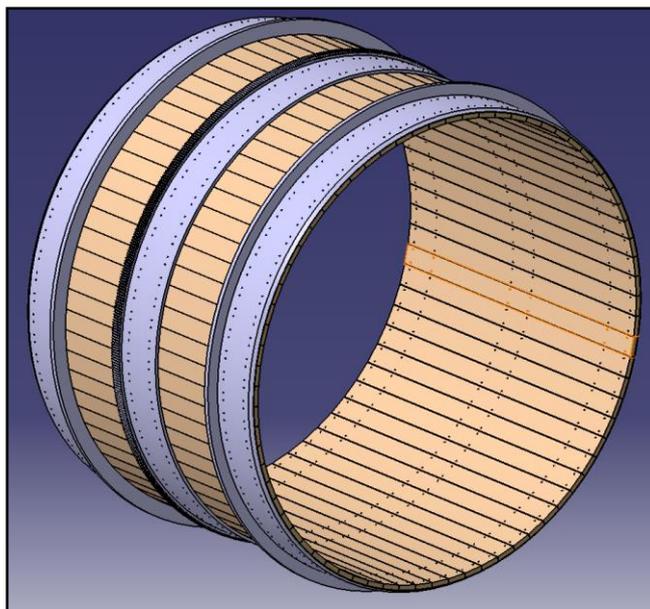
<i>Quoi</i>	<i>Délai</i>
Concept de base et calcule	24.01.2018
Dessin de détail et 3D	14.03.2018
Calcul du prix de fabrication	14.03.2018
Journal de projet	21.03.2018

3.2. Plan détaillé des tâches

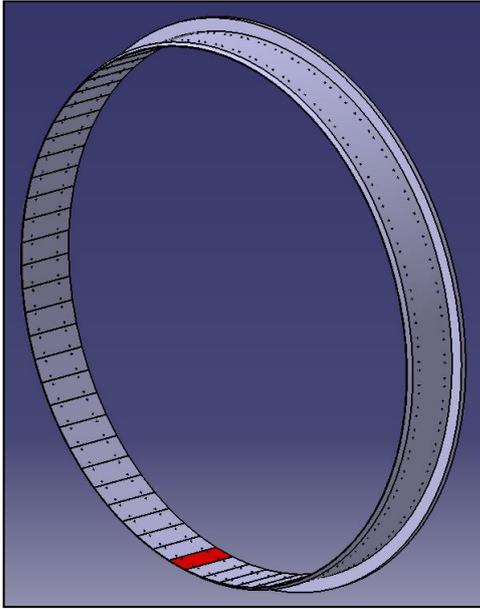
<i>Quoi</i>	<i>Qui</i>	<i>Jusque quand</i>
Concept de base et calcule	Tous	24.01.2018
Dessin de détail et 3D	<i>Méthannman</i>	14.03.2018
Recherche alternateur et démultiplications	Noé Babey	21.03.2018
Calcul prix de fabrication	Noé Babey	14.03.2018
Journal de projet	Basile Migy	21.03.2018
Organisation groupe et planification	Quentin Riat	22.11.2017

4. Mise en œuvre concrète

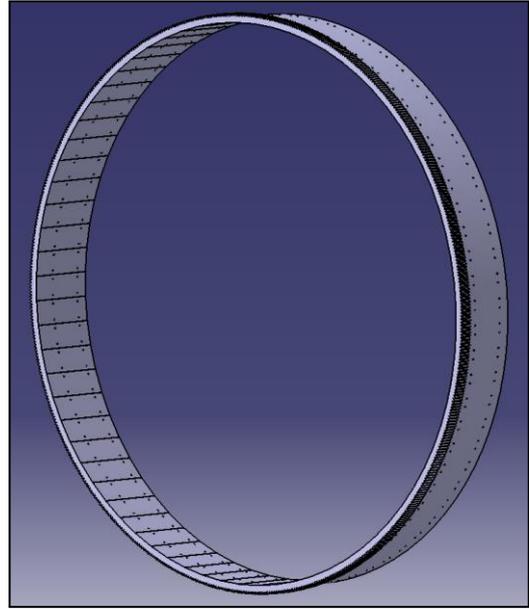
Ce projet permet de produire de l'électricité avec d'une part une roue hamster. La roue est fabriquée à partir d'un acier inox x20Cr13+QT800. Cet acier possède une grande limite d'élasticité 600 N/mm^2 et une résistance à la traction de 800 à 950 N/mm^2 . Cette roue est faite de 3 parties métalliques reliées par des planches en bois.



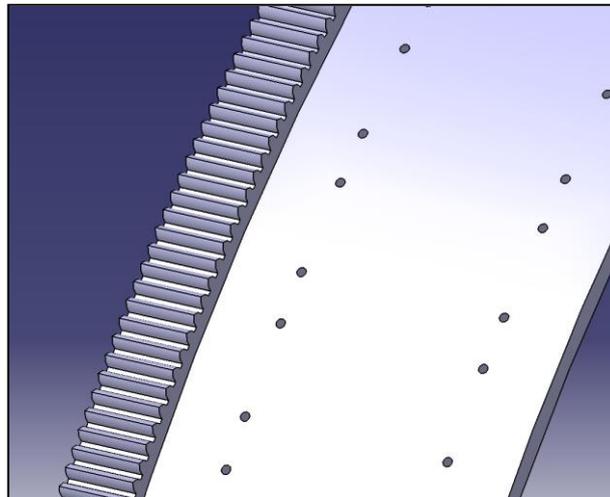
Les deux parties métalliques extérieures sont identiques et servent de zone de roulement pour la roue. Elles bloquent la roue longitudinalement et transversalement. La partie du milieu sert d'entraînement pour transmettre la force rotative de la roue à l'alternateur. Pour transmettre cette force, nous avons choisi de faire une denture pour éviter tout risque de glissement au démarrage.



Partie métallique zone de roulement

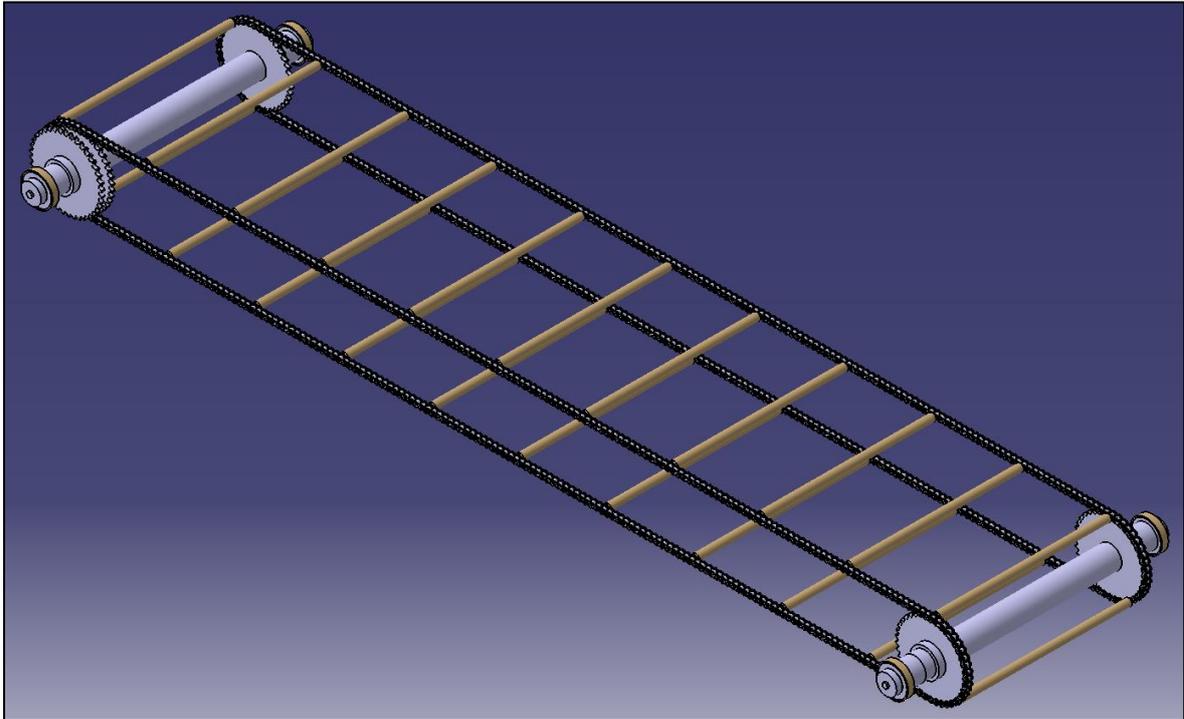


Partie métallique transmission force



Dentelure partie centrale

Pour l'échelle infinie, nous avons choisi le même acier que la roue, car il est soumis aux mêmes conditions climatiques. Le système est simple, chaque échelon est fixé à deux chaînes tenues par deux arbres. Une résistance permet que l'échelle puisse tourner, mais que l'enfant arrive quand même à monter.



Échelle sans attache

5. Calculs

Roue hamster

Périmètre = $D \times \pi = 2800 \times \pi = 8796,45 \text{ mm} = 87,964 \text{ m}$

Vitesse de course de l'enfant 3 m/sec

Fréquence de rotation = $\frac{\text{vitesse de course}}{\text{Périmètre}} = \frac{3}{87,964} = 0,341 \text{ tr/sec}$

Fréquence optimum Alternateur 1500 tr/min = 25 tr/sec

Rapport de réduction entre la roue et l'alternateur = 73,313

Intensité du courant produit (I) = 50 Ampère

Tension délivrée par alternateur (U) = 14 volts

Temps d'utilisation par année = 365 jours x 1 heure = 365 heures ou 1 314 000 secondes

Production total = $U \times I \times T = 14 \times 50 \times 1\,314\,000 = 255,5 \text{ kWh}$

Échelle

Vitesse de l'enfant 1 échelon par seconde

Distance entre les échelons 300 mm

Vitesse de l'échelle 0,3 m/sec

Diamètre roue engrenage 200mm

Périmètre = $D \times \pi = 200 \times \pi = 628 \text{ mm} = 0,628 \text{ m}$

Fréquence de rotation = $\frac{\text{Vitesse de l'échelle}}{\text{Périmètre}} = \frac{0,3}{0,628} = 0,477 \text{ tr/sec}$

Fréquence optimum Alternateur 1500 tr/min = 25 tr/sec

Rapport de réduction entre la roue et l'alternateur = 52,41

Intensité du courant produit (I) = 50 Ampère

Tension délivrée par alternateur (U) = 14 volts

Temps d'utilisation par année = 365 jours x 30 minutes = 182,5 heures ou 657000 secondes

Production total = $U \times I \times T = 14 \times 50 \times 657000 = 127,75 \text{ kWh}$

Production totale pour l'ensemble = 383,25 kWh

Calcul du prix

Prix total du projet climat :

77'205CHF

Prix total de l'usinage

10'885CHF

<u>Usinage</u>		
Eco_00017	13.70CHF/pièce	300 CHF
Eco_00018	450CHF/pièce	900 CHF
Eco_00019(1)	42.90CHF/pièce	128.60CHF
Eco_00019(2)	42.90CHF/pièce	171.50CHF
Eco_00020	37.50CHF/pièce	150 CHF
Eco_00027	225CHF/pièce	900 CHF
Eco_00029	300CHF/pièce	600 CHF
Eco_00031	200CHF/pièce	400 CHF
Eco_00032	125CHF/pièce	250 CHF
Eco_00047	250CHF/pièce	1 000 CHF
Eco_00048	1125CHF/pièce	4 500 CHF
Eco_00050	75CHF/pièce	450 CHF
Eco_00051	100CHF/pièce	200 CHF

Prix total de la serrurerie

37'320CHF

<u>Serrurerie</u>		
Eco_00001		
Eco_00002	680CHF/pièce	680 CHF
Eco_00003		
Eco_00021	4880CHF/pièce	9 760 CHF
Eco_00022	4200CHF/pièce	4 200 CHF
Eco_00023	3400CHF/pièce	3 400 CHF
Eco_00024	3300CHF/pièce	3 300 CHF
Eco_00025		
Eco_00026		
Eco_00028	480CHF/pièce	960 CHF
Eco_00033		

Eco_00047		
Eco_00049		
Eco_00053		
Eco_00054	7510CHF/pièce	15 020 CHF

Prix total des pièces achetées
1'000CHF

<u>Pièces achetées</u>	
Eco_00011	8.40CHF/pièce
Eco_00014	216.70CHF/pièce
Eco_00015	500CHF/pièce

Prix total du montage
28'000CHF

<u>Montage</u>	
200 heures de mécanique	(100CHF/heure)
50 heures d'électricité	(120CHF/heure)
location d'un élévateur	(500CHF/semaine)

6. Rapport du projet

6.1. Rétrospective

Notre objectif a été atteint. Nous voulions fabriquer de l'électricité avec l'énergie disponible dans les parcs pour enfants et c'est chose faite. Notre idée de départ a quand même bien changé, mais en mieux. Le projet final nous satisfait car nous sommes vraiment contents du travail réalisé. La production électrique qu'un simple système peut produire est vraiment incroyable, nous n'attendions pas à un tel résultat avant de commencer. Nous avons quand même rencontré des problèmes par exemple l'entraînement des alternateurs. Nous avons aussi essayé d'avoir un projet peu coûteux, mais sans besoin d'une grande maintenance. Nous avons trouvé de l'aide auprès de nos professeurs, de nos formateurs, des responsables sécurité dans nos usines, et de notre entourage. Nous avons eu aussi quelque problème de discussion avec nos professeurs ce qui a un peu entaché notre motivation.

6.2. Prises de conscience

Nous nous sommes rendu compte que créer un projet d'une telle ampleur n'est pas chose aisée. Pour arriver à un projet final comme celui présenté il y a beaucoup de paramètres à prendre en compte. Nous ne pensions pas qu'il y avait autant de contraintes mécaniques à calculer. Nous avons aussi remarqué que le chemin était long pour produire un peu d'électricité. Du coup cette électricité il nous faut l'économiser au maximum.

6.3. Perspective

Notre projet va rester au stade de projet et ne va sûrement pas se concrétiser dans un premier temps. Nous trouvons la production électrique acceptable, mais pas suffisamment rentable. C'est pourquoi un travail plus approfondit sur l'alternateur et le train planétaire doit être réalisé avant une potentielle commercialisation.

7. Bibliographie

Ouvrage de référence :

Extrait de Normes 2014. SWISSMEM/SNV, Zurich 2014

Lien internet :

Jacob's Ladder : <https://www.adamkempfitness.com/jacobs-ladder-exercise/>

[l'accès : le 13.12.2017]

Human hamster wheel: <https://www.youtube.com/watch?v=GC7X1X0kdQI>

[l'accès : le 06.12.2017]

7.1. Annexes

Temps de travail

Date	Travail	Temps	Nom
22.11.2017	Réflexion projet	2 h 15	Noé
22.11.2017	Réflexion projet	2 h 15	Basile
22.11.2017	Réflexion projet	2 h 15	Yoann
22.11.2017	Réflexion projet	2 h 15	Quentin
06.11.2017	Réflexion projet	0 h 45	Noé
06.11.2017	Réflexion projet	0 h 45	Basile
06.11.2017	Réflexion projet	0 h 45	Yoann
06.11.2017	Réflexion projet	0 h 45	Quentin
13.12.2017	Réflexion projet	0 h 45	Noé
13.12.2017	Réflexion projet	0 h 45	Basile
13.12.2017	Réflexion projet	0 h 45	Quentin
02.01.2018	Dessin CAO idée projet	2 h	Yoann
03.01.2018	Dessin CAO idée projet	2 h	Yoann
10.01.2018	Réflexion projet	1 h	Noé
10.01.2018	Réflexion projet	1 h	Basile
10.01.2018	Réflexion projet	1 h	Yoann
10.01.2018	Réflexion projet	1 h	Quentin
24.01.2018	Réflexion projet	0 h 45	Noé
24.01.2018	Réflexion projet	0 h 45	Basile
24.01.2018	Réflexion projet	0 h 45	Yoann
25.01.2018	calcul dimension roue hamster	1 h 15	Basile
24.01.2018	Réflexion projet	0 h 45	Quentin
31.01.2018	Réflexion projet	0 h 45	Noé
31.01.2018	Réflexion projet	0 h 45	Basile
31.01.2018	Réflexion projet	0 h 45	Yoann
31.01.2018	Réflexion projet	0 h 45	Quentin
07.02.2018	Réflexion projet	0 h 45	Noé
07.02.2018	Réflexion projet	0 h 45	Basile
07.02.2018	Réflexion projet	0 h 45	Yoann
07.02.2018	Réflexion projet	0 h 45	Quentin
12.02.2018	Rapport	2 h	Basile
12.02.2018	Dessin CAO	2 h	Yoann
13.02.2018	dessin axe roue hamster	2 h	Basile
13.02.2018	Dessin CAO	2 h	Yoann
14.02.2018	Dessin CAO	2 h	Yoann
15.02.2018	Dessin CAO	2 h	Yoann
16.02.2018	Dessin CAO	2 h	Yoann
17.02.2018	Dessin CAO	4 h	Yoann
18.02.2018	Dessin CAO	4 h	Yoann
20.02.2018	Dessin brouillon et calculs	0 h 30	Quentin

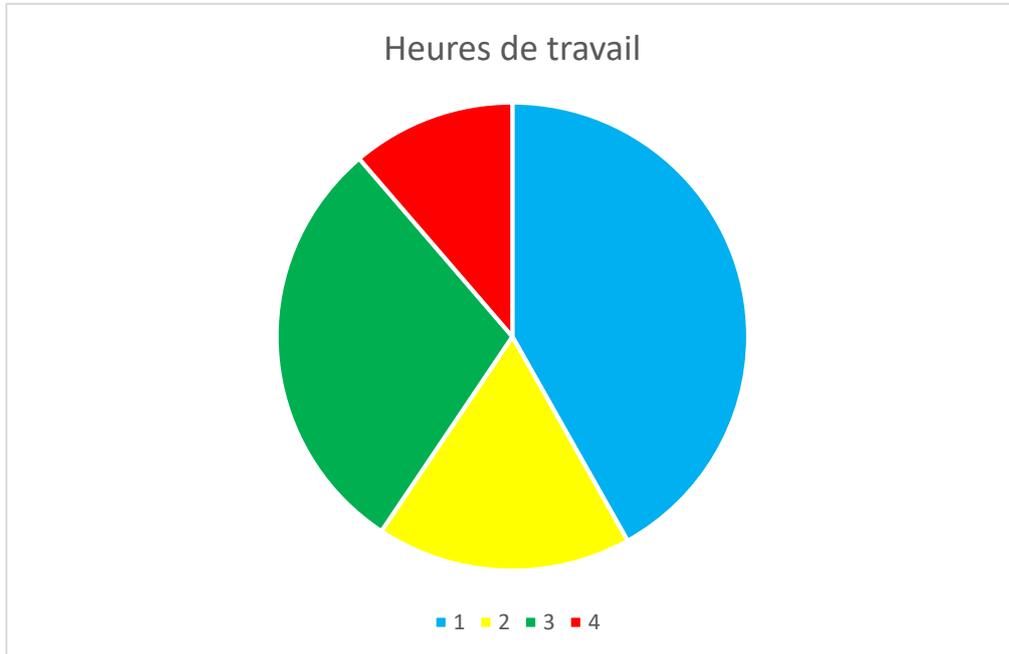
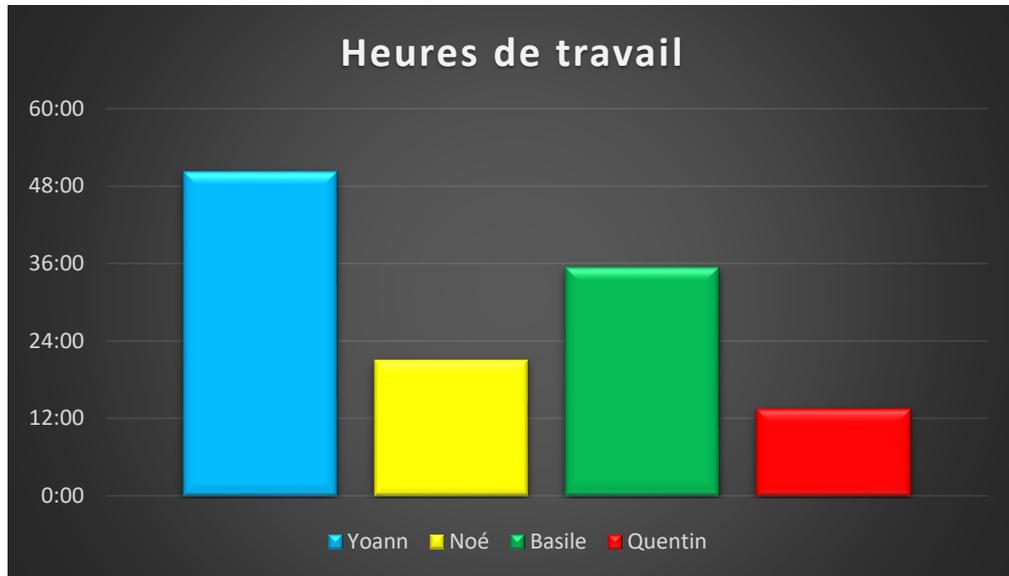
19.02.2018	Dessin brouillon	1 h	Basile
15.02.2018	Réflexion alternateur	1 h 30	Noé
21.02.2018	Réflexion projet	1 h	Noé
21.02.2018	Réflexion projet	1 h	Basile
21.02.2018	Réflexion projet	1 h	Yoann
21.02.2018	Réflexion projet	1 h	Quentin
22.02.2018	Prix	1 h 30	Noé
25.02.2018	Dessin CAO	4 h	Yoann
27.02.2018	Rapport	1 h	Basile
28.02.2018	Réflexion projet	0 h 45	Noé
28.02.2018	Réflexion projet	1 h 30	Basile
28.02.2018	Réflexion projet	0 h 45	Yoann
28.02.2018	Réflexion projet	0 h 45	Quentin
04.03.2018	Prix	1 h	Noé
06.03.2018	Prix	1 h	Noé
03,03, 2018	Rapport	2 h	Basile
04.03.2018	Dessin CAO	4 h	Yoann
07.03.2018	Prix	1 h 15	Noé
07.03.2018	Rapport et calcul production	3 h 45	Basile
07.03.2018	Rapport et calcul production	1 h 15	Yoann
07.03.2018	PowerPoint	1 h 15	Quentin
08.03.2018	Prix	1 h	Noé
10.03.2018	Mise en plan	4 h	Yoann
10,03, 2018	Rapport	2 h	Basile
11.03.2018	Mise en plan	4 h	Yoann
11.03.2018	Rapport	2 h	Basile
12.03.2018	Prix	1 h 30	Yoann
12.03.2018	Prix	1 h 30	Noé
12.03.2018	Rapport	1 h 30	Basile
13.03.2018	Rapport	2 h	Basile
13.03.2018	mise en page temps de travail	1 h 15	Basile
14.03.2018	Rapport	1 h 30	Basile
14.03.2018	PowerPoint	1 h 30	Quentin
14.03.2018	Prix	1 h 30	Noé
14.03.2018	Finition	1 h 30	Yoann
17.03.2018	Finition	1 h	Basile
17.03.2018	Finition	2 h	Noé
18.03.2018	Finition	1 h 30	Basile

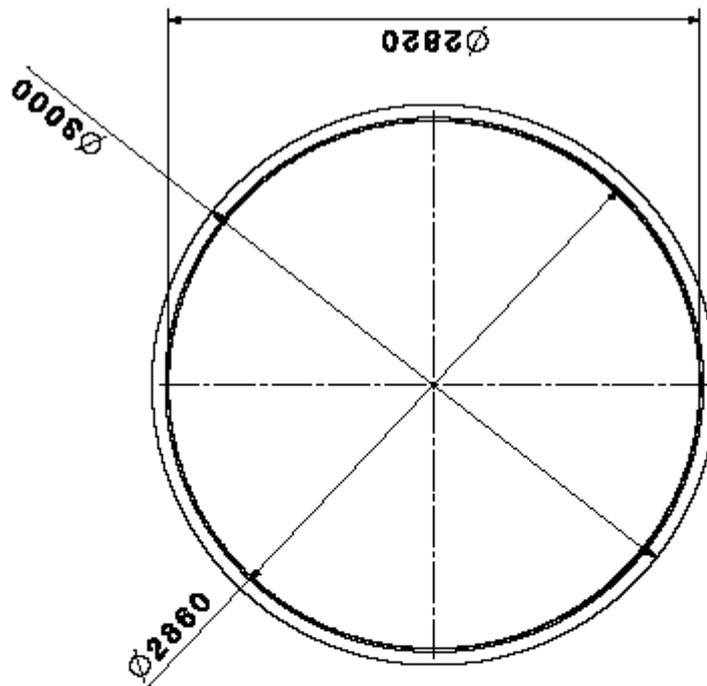
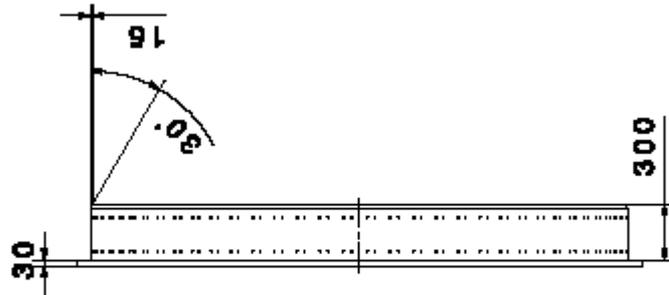
Temps par personne

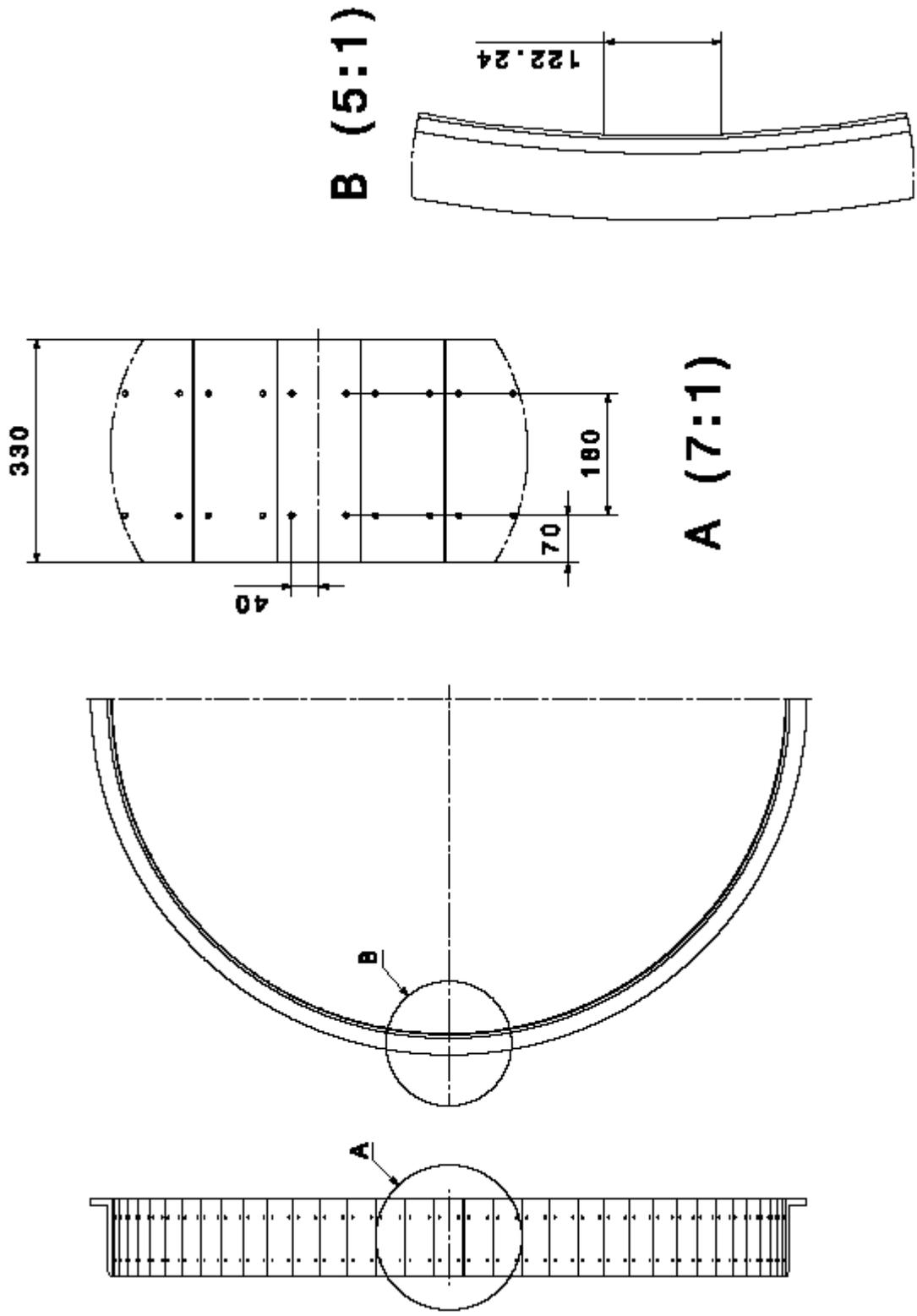
Yoann	50 h 15
Noé	21 h 00
Basile	35 h 15
Quentin	13 h 30

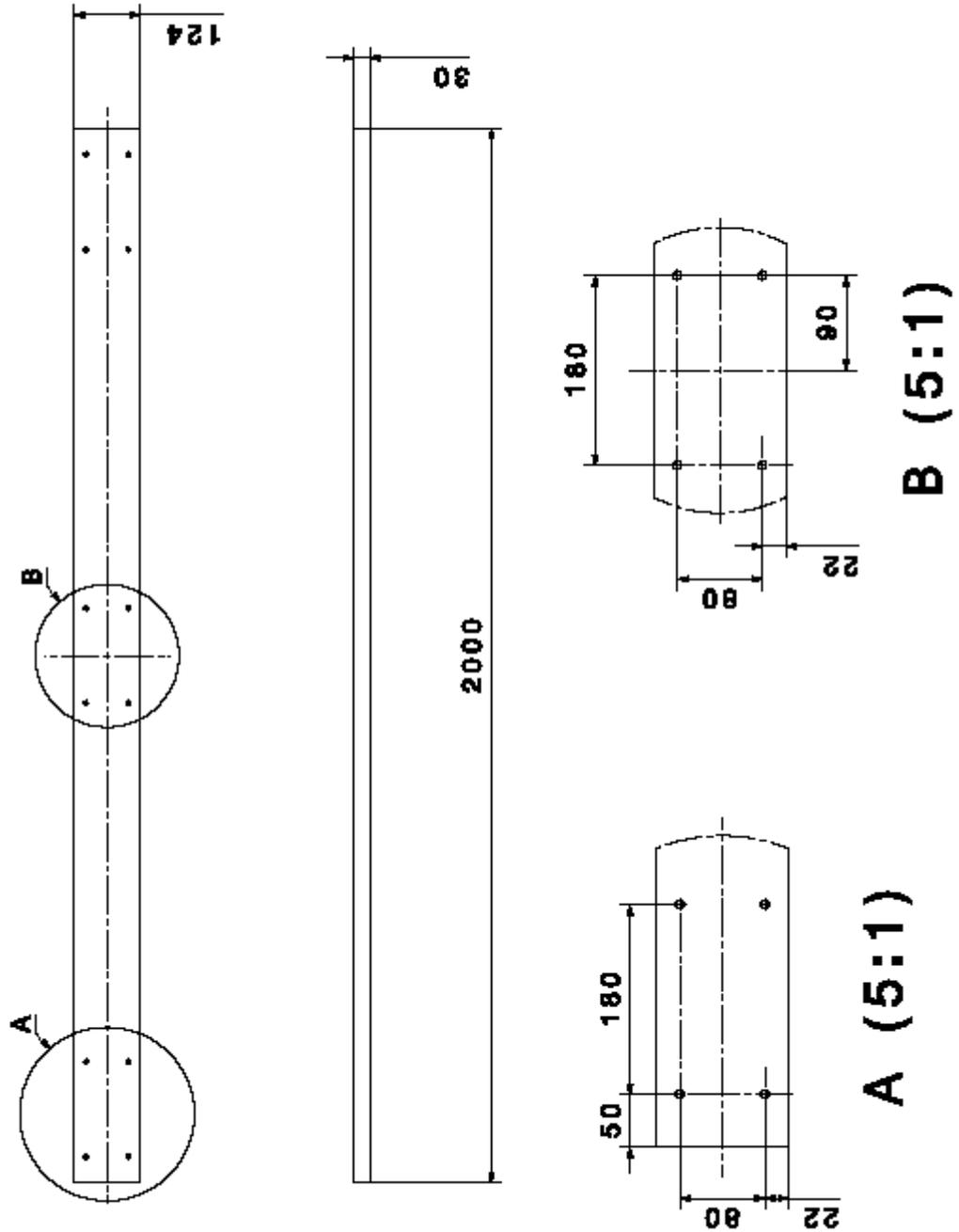
Temps total

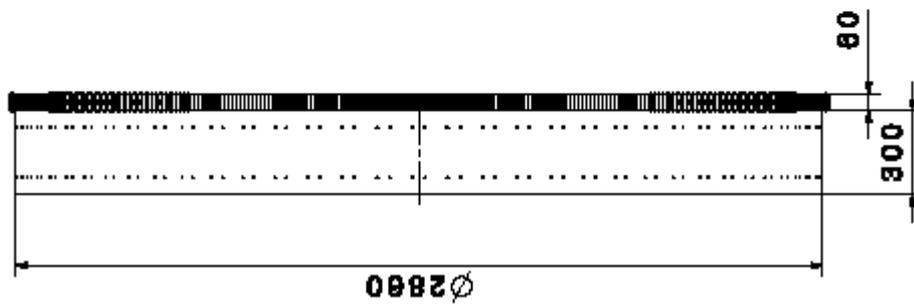
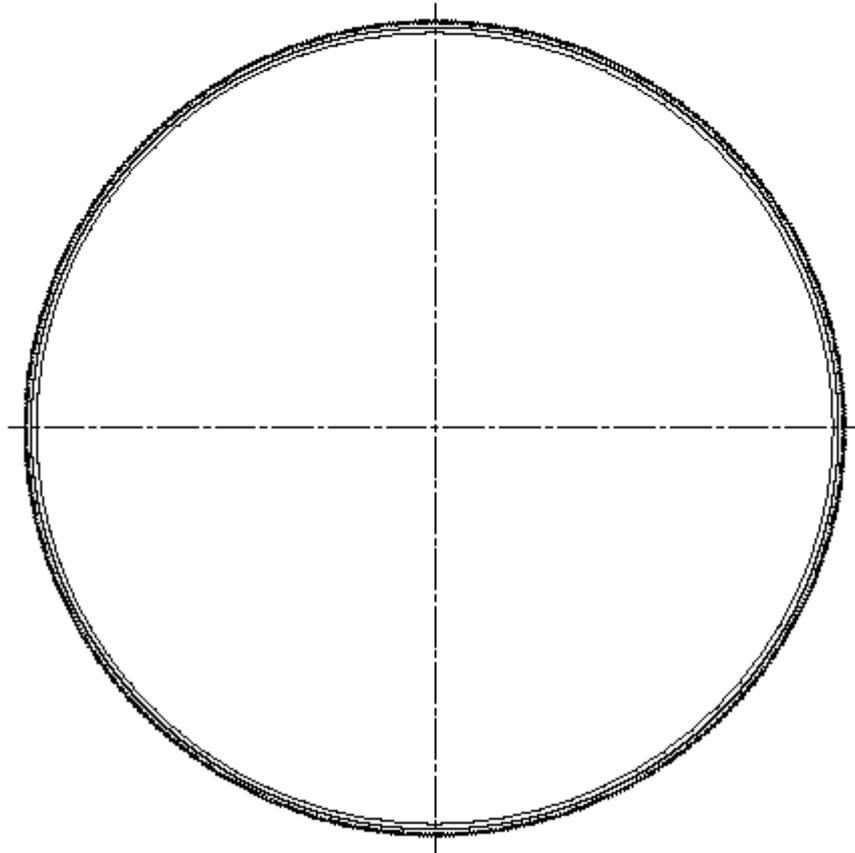
120 h 00



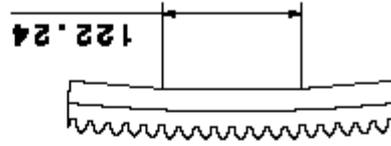
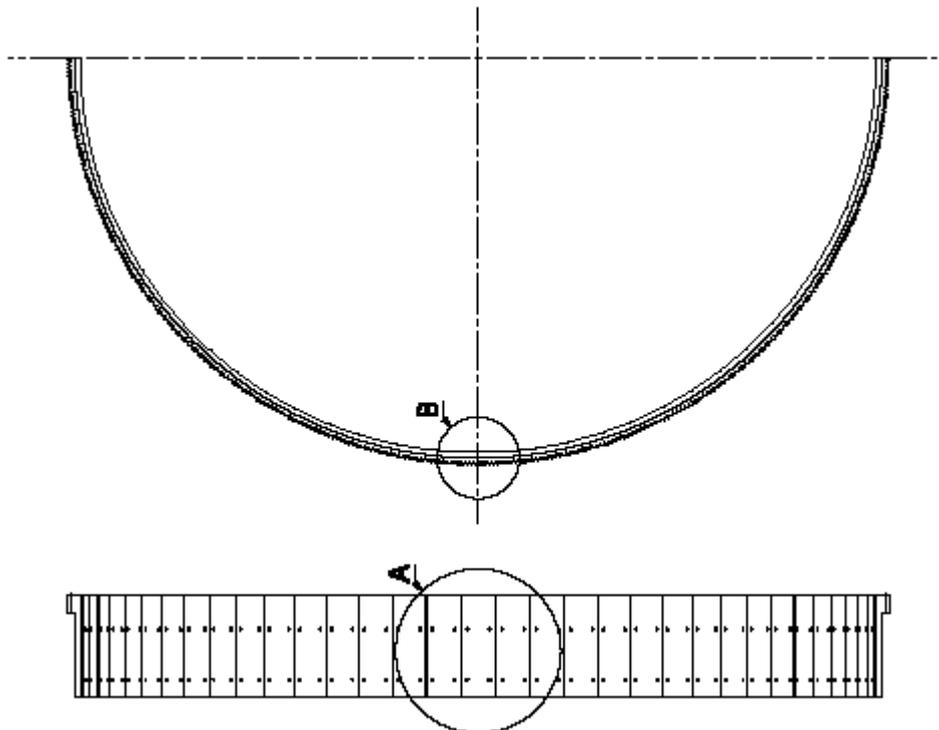
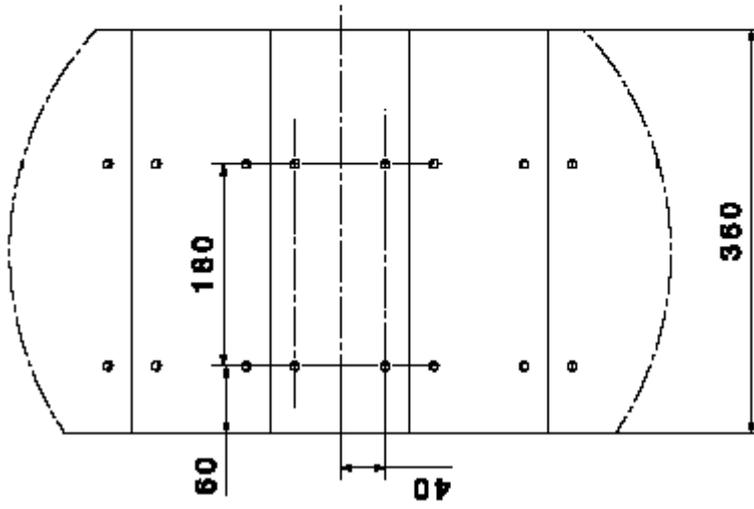




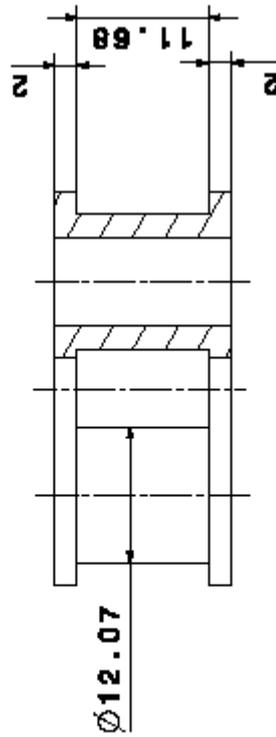
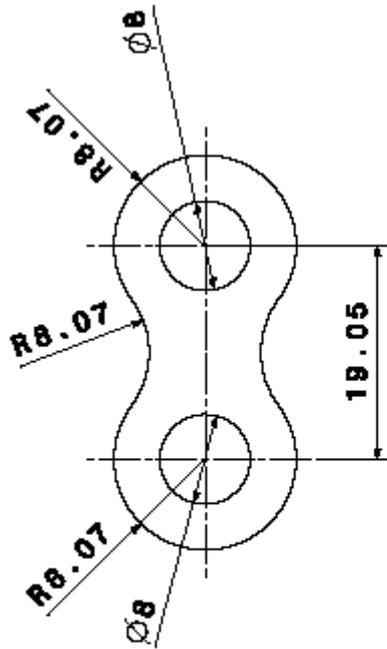
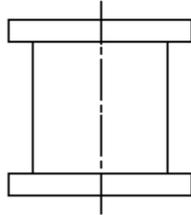


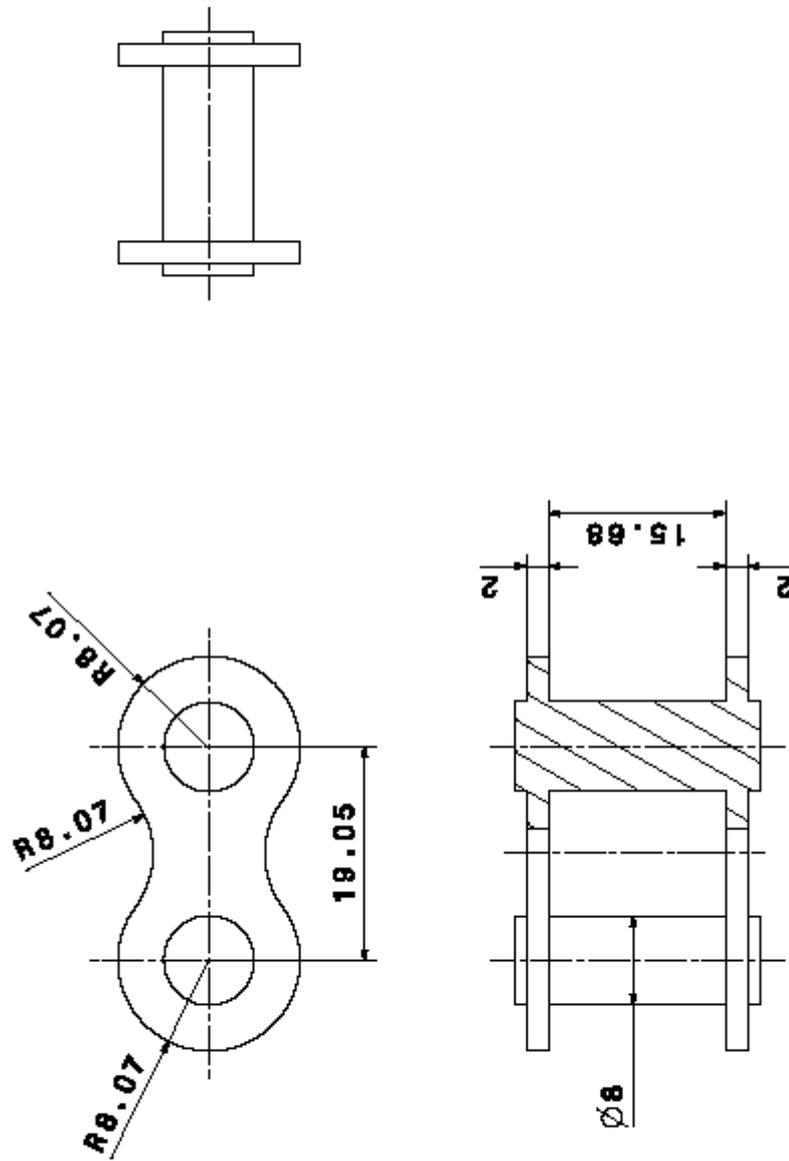


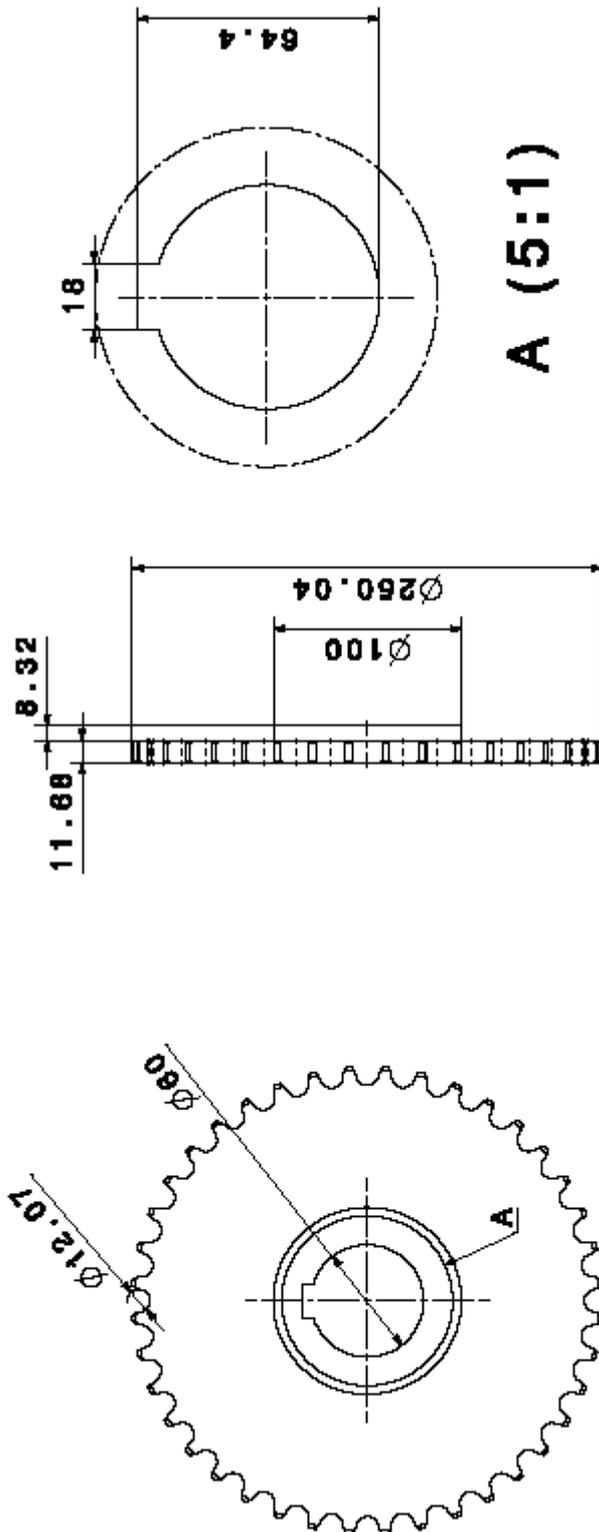
A (5:1)

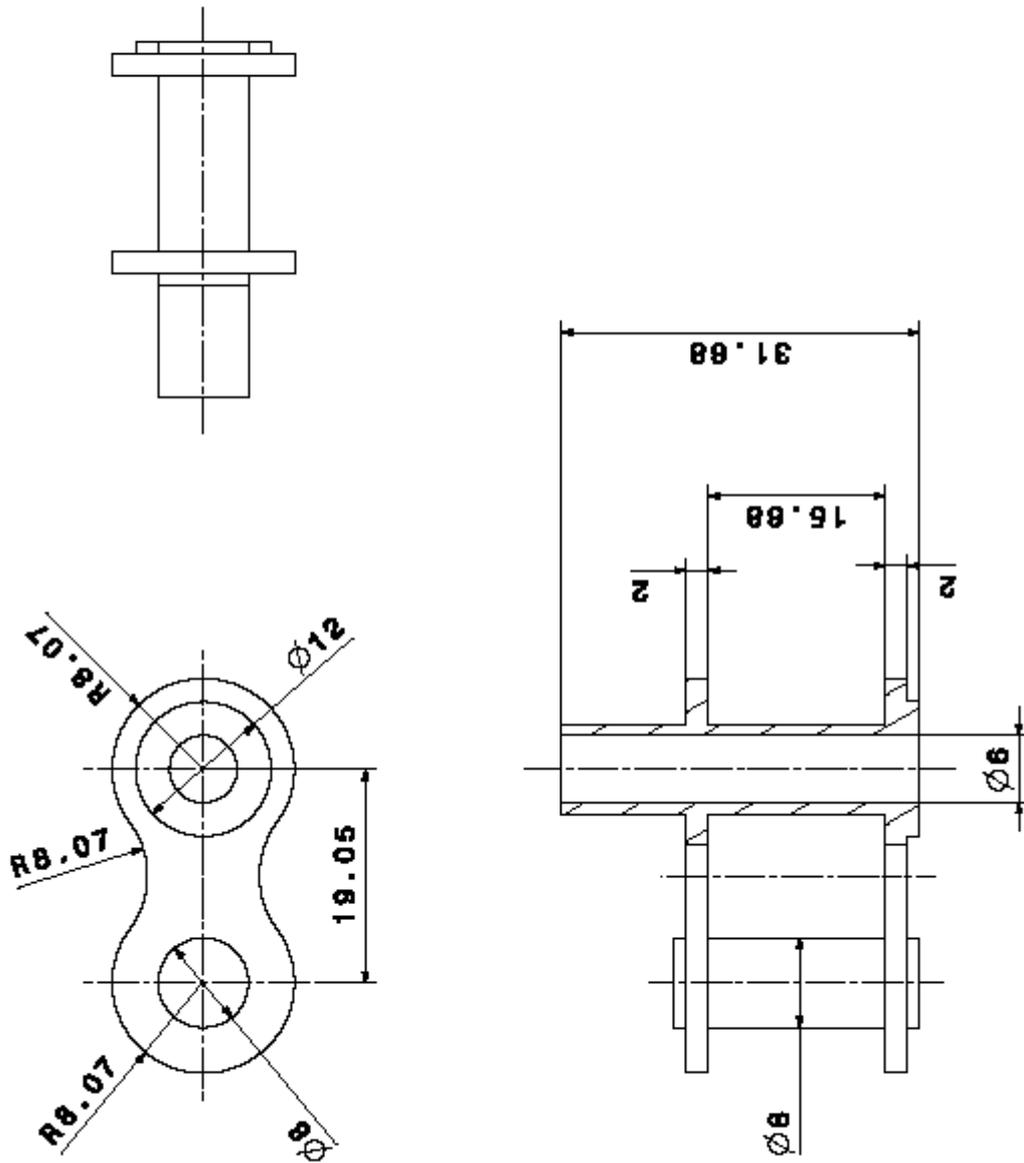


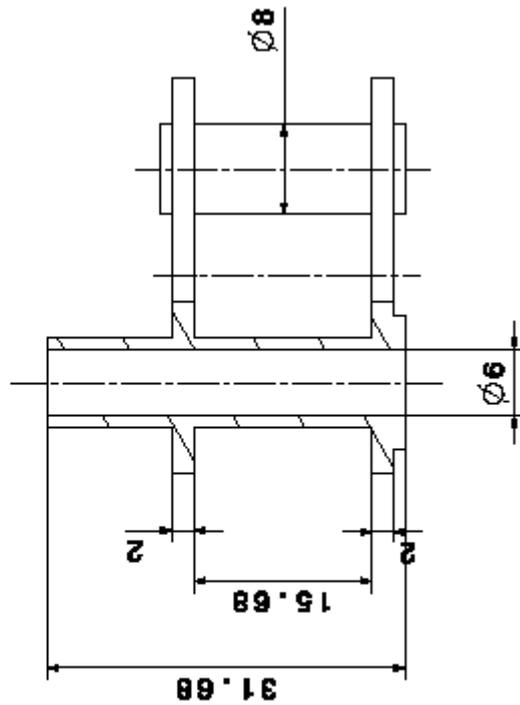
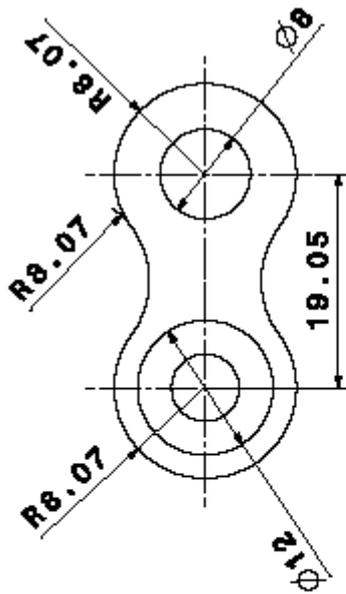
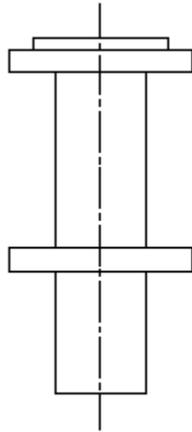
B (5:1)

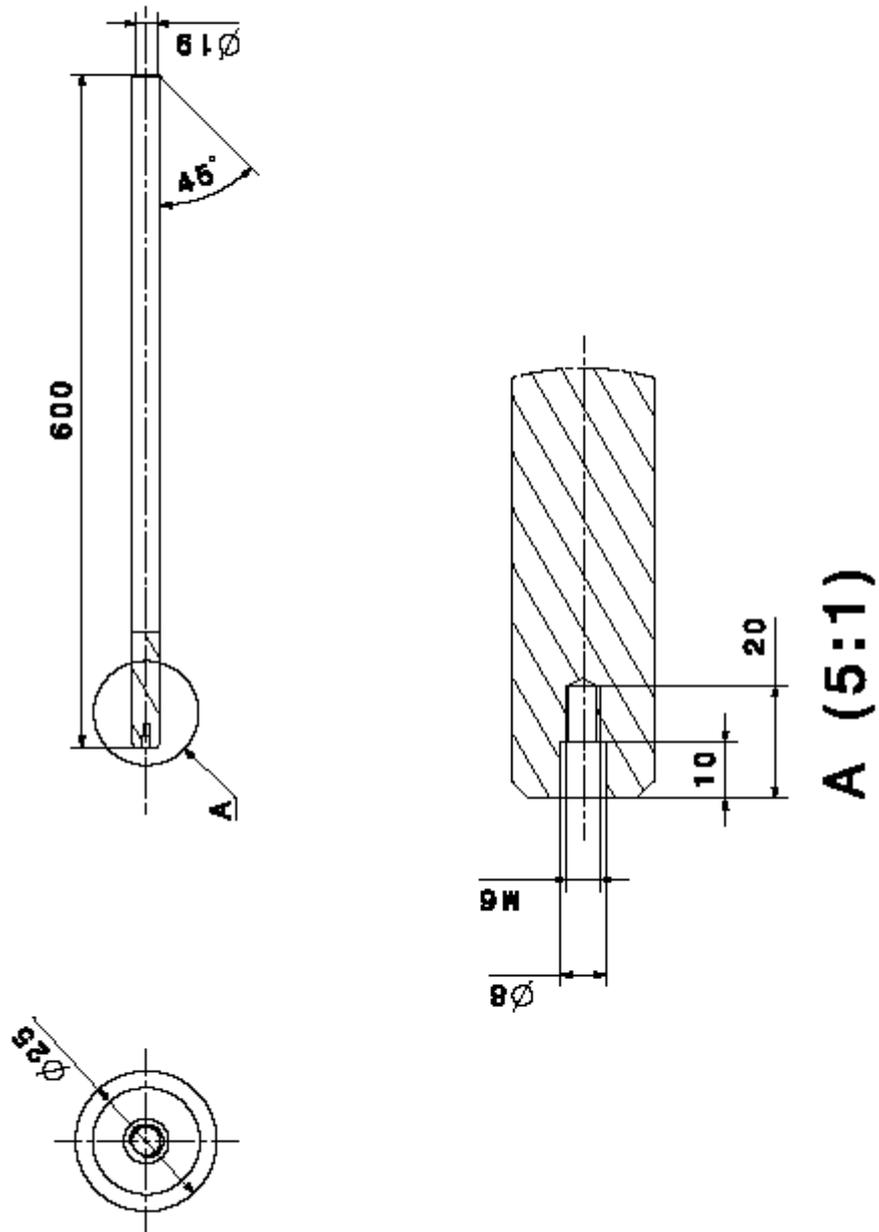


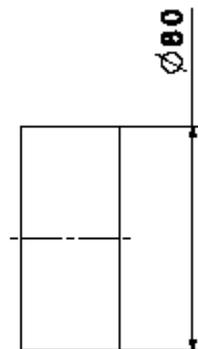
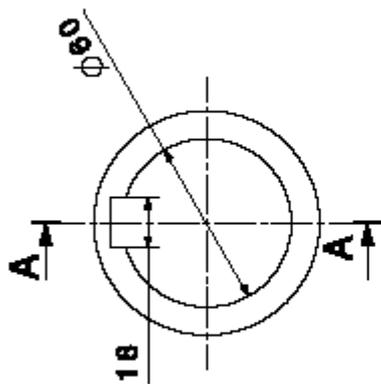
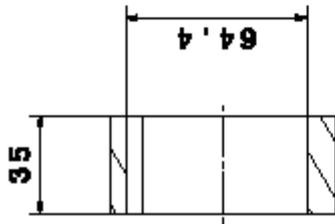


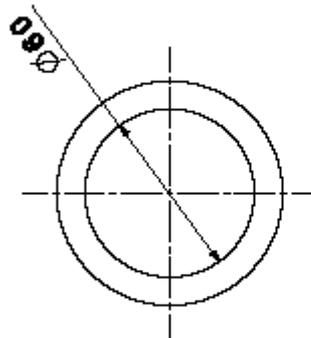
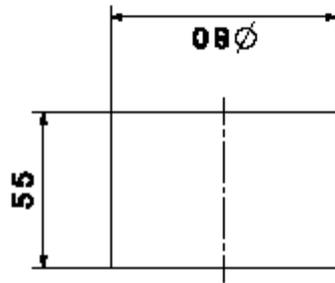


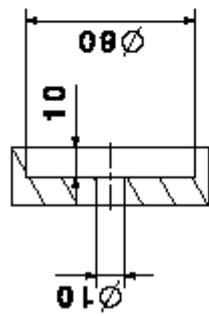




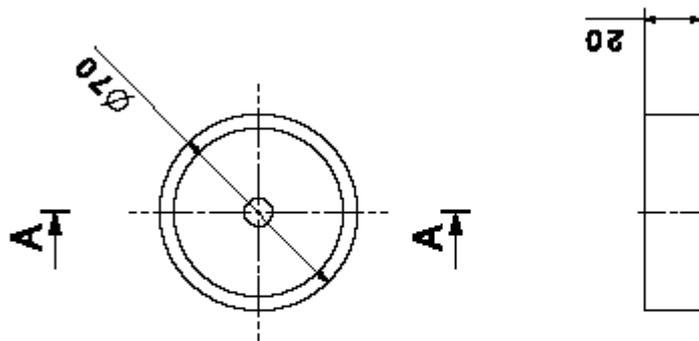


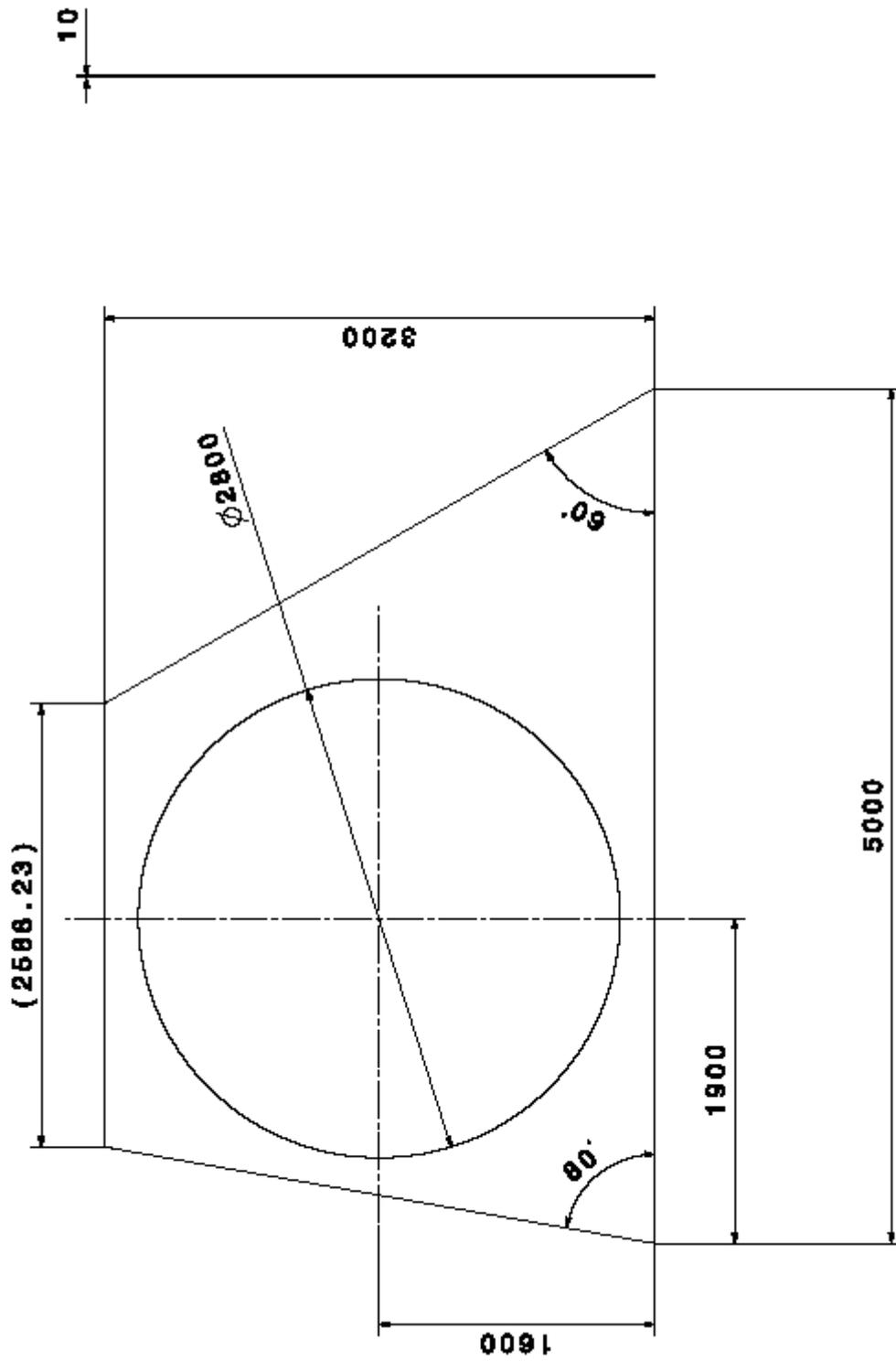


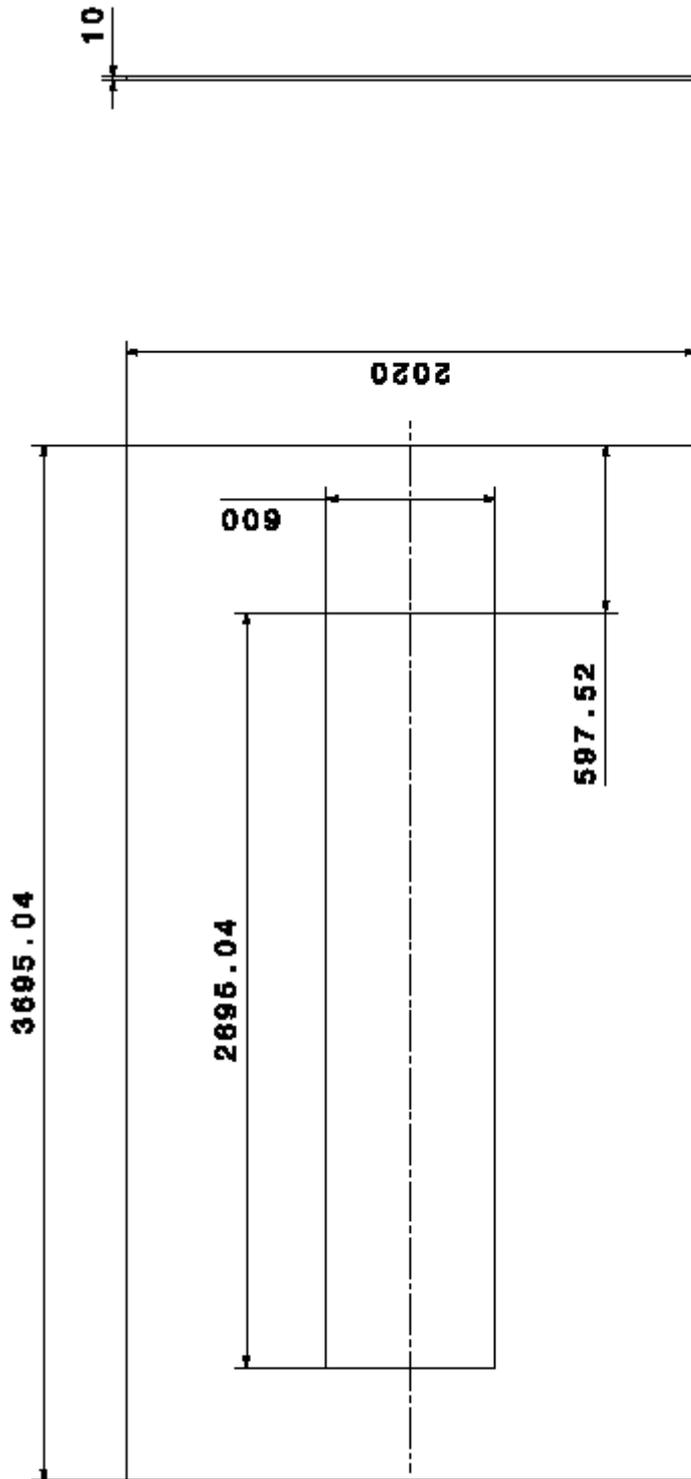


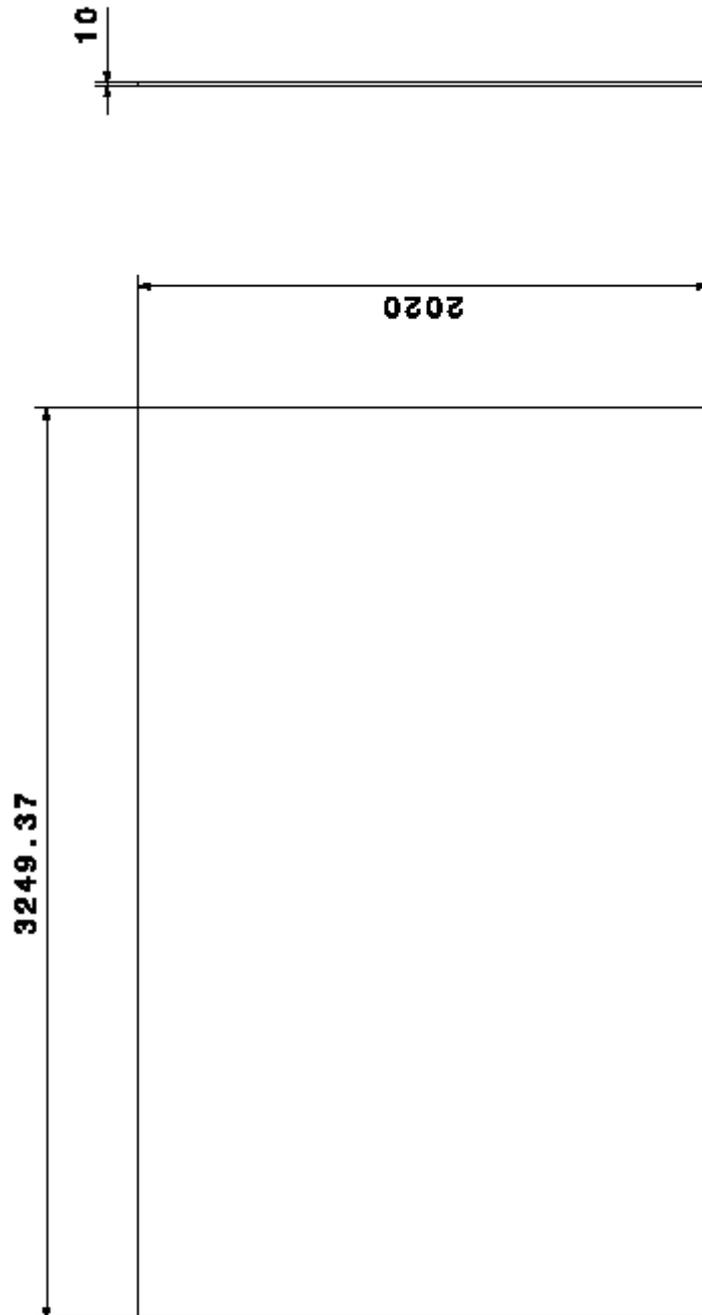


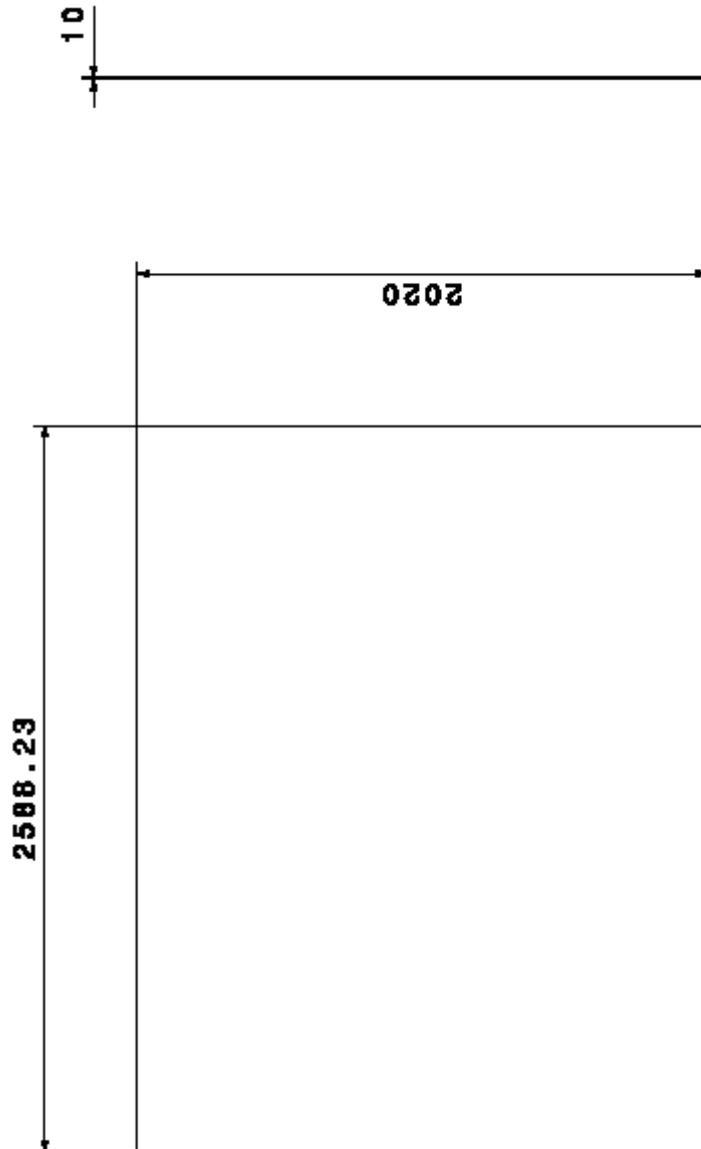
Coupe A-A

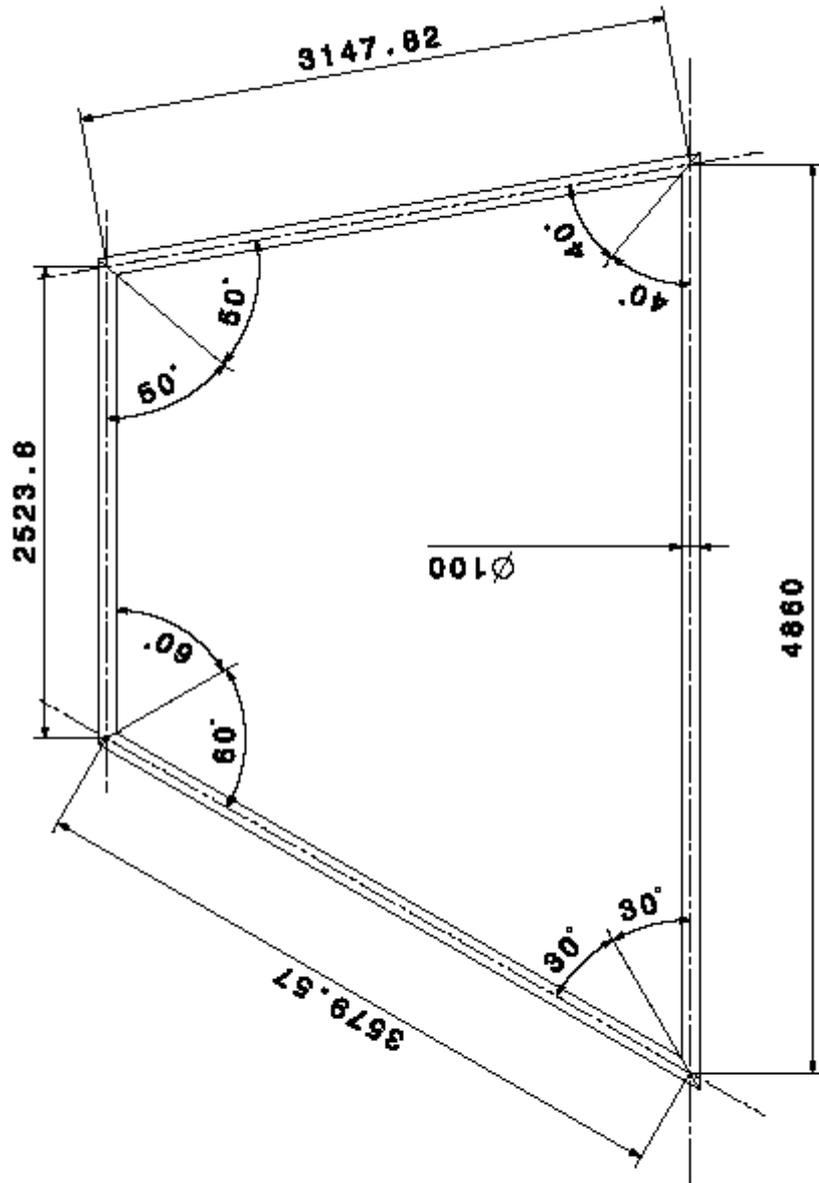


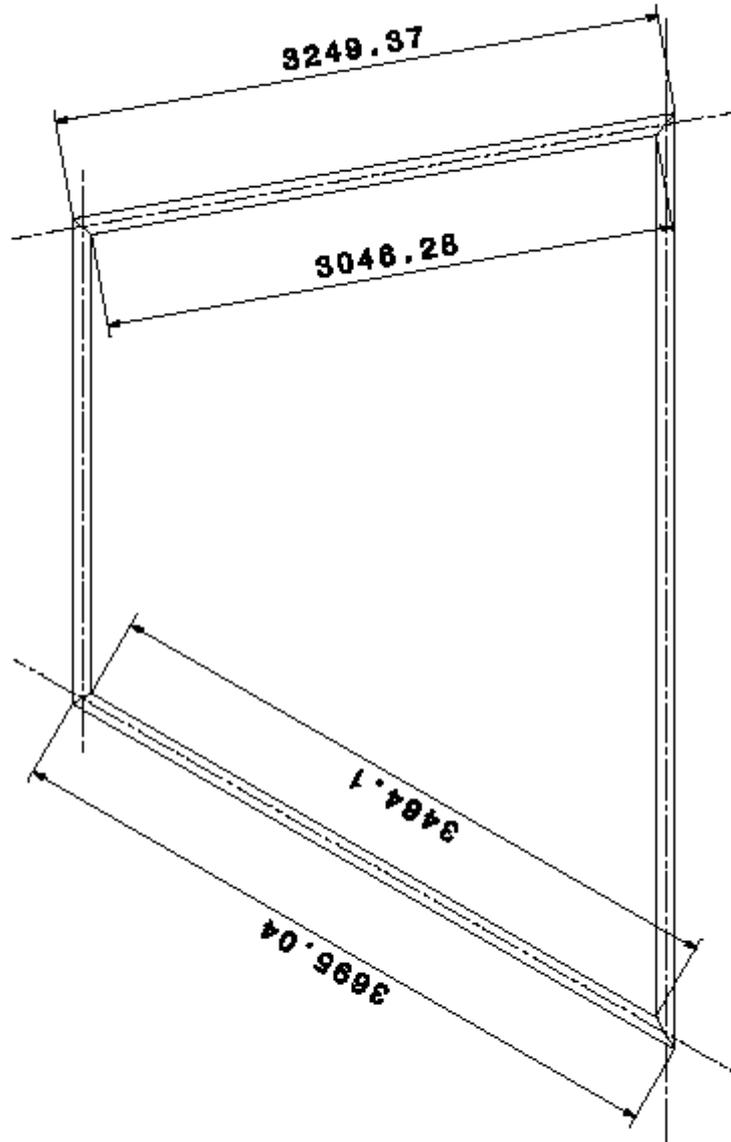


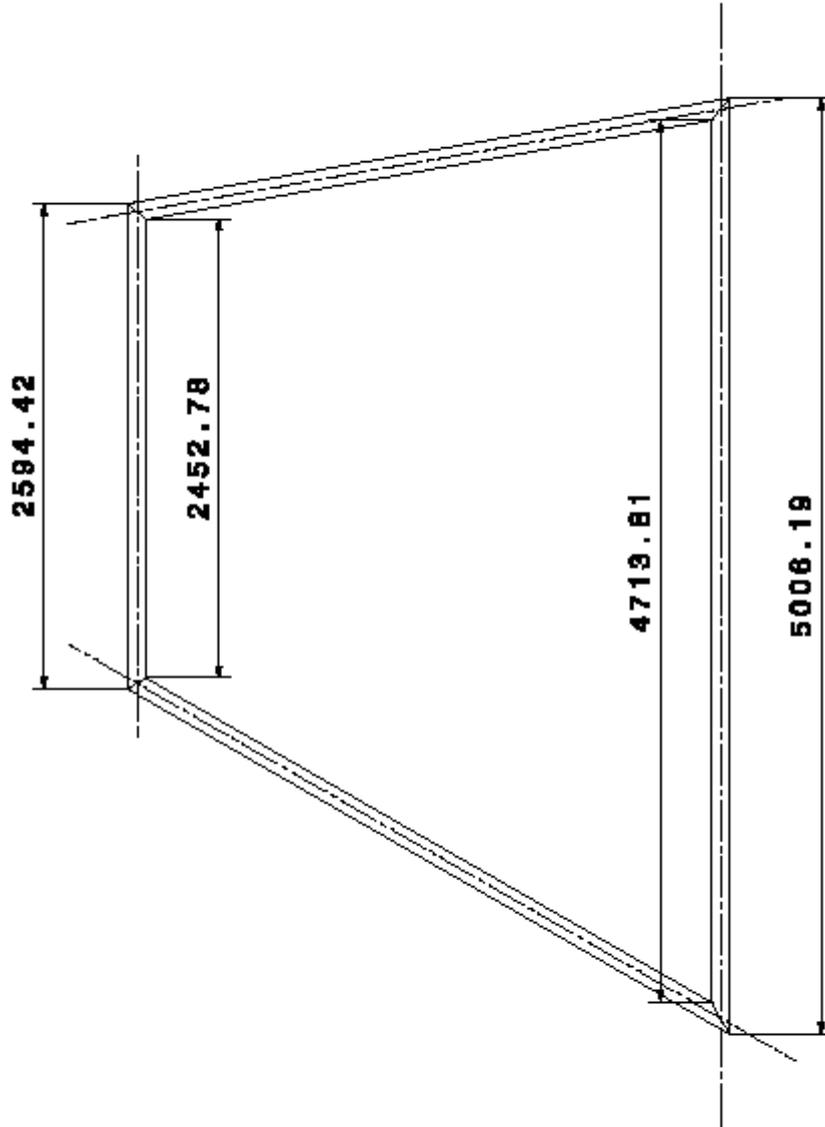


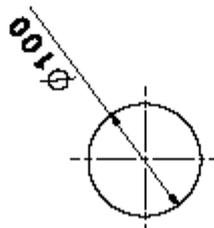
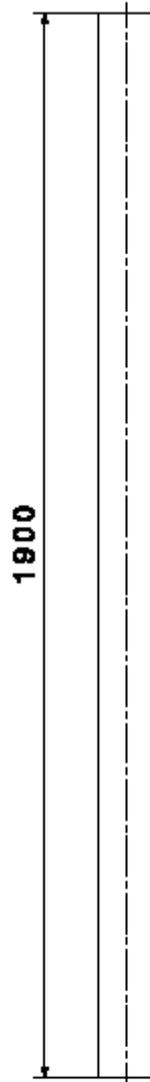


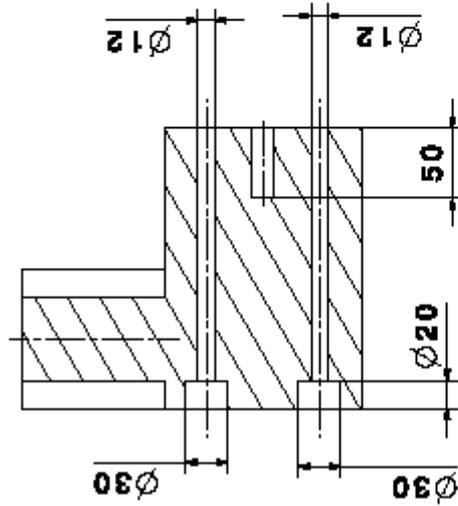




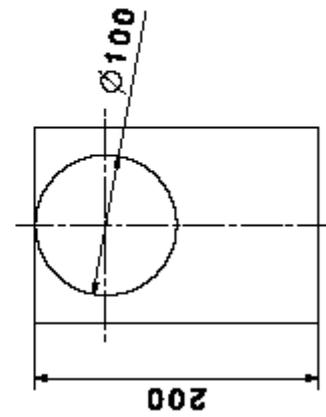
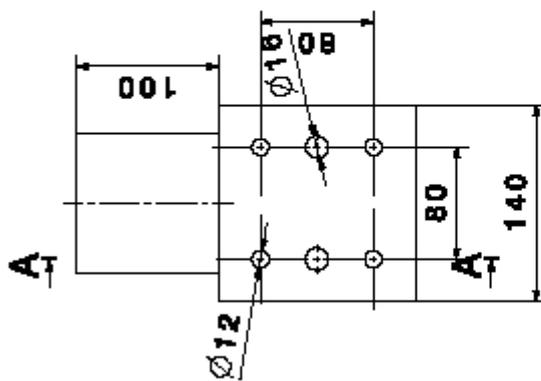


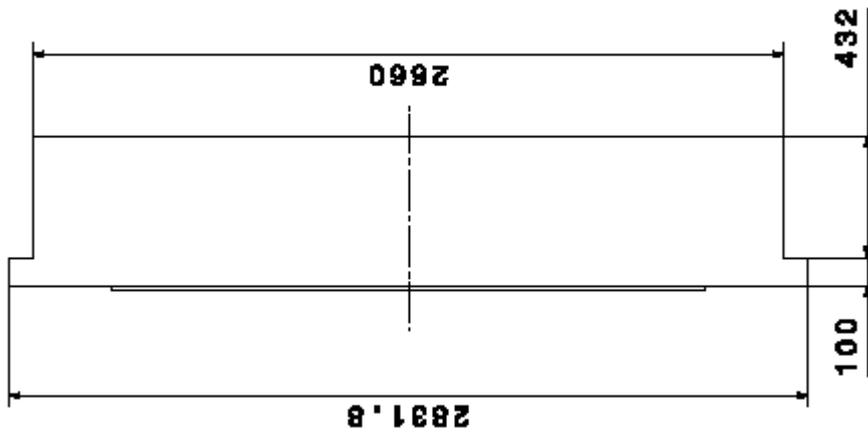
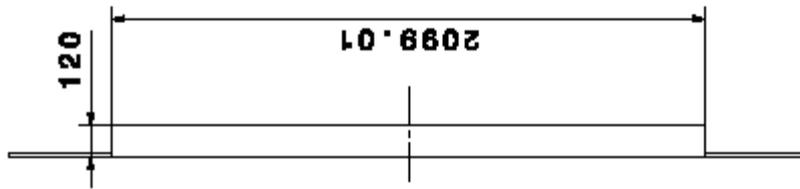
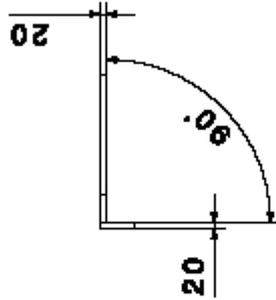


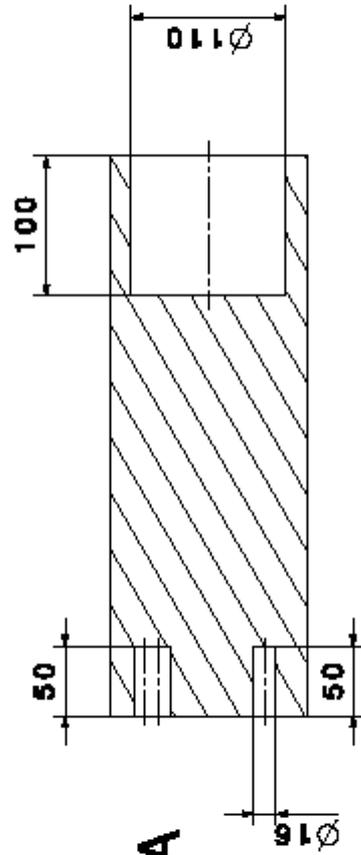
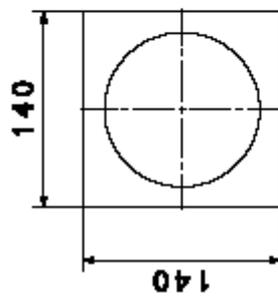
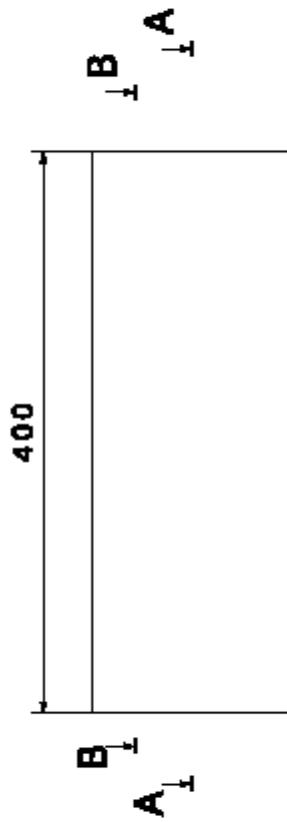
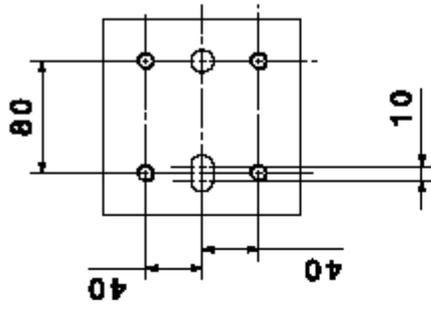




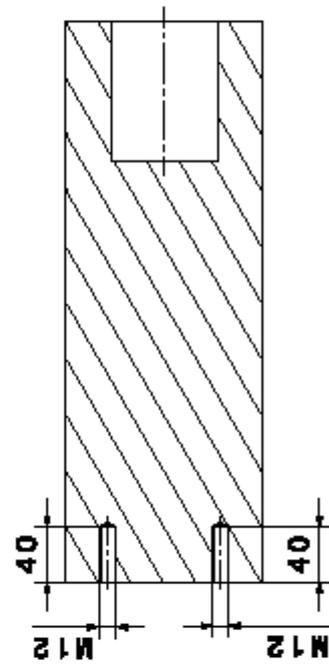
Coupe A-A



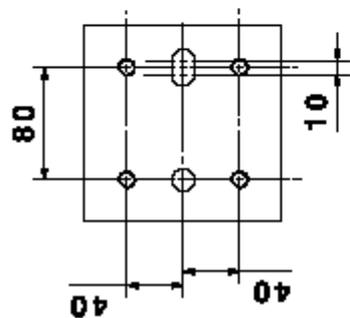
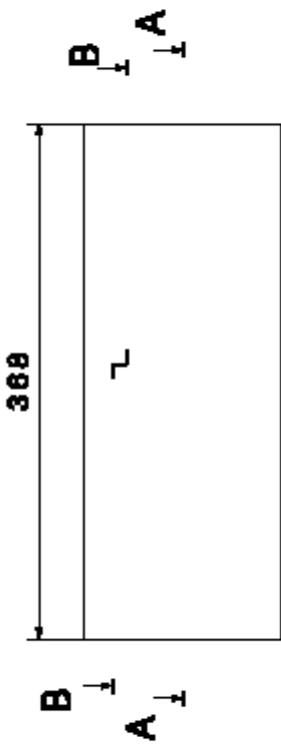
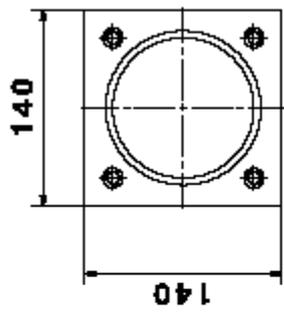




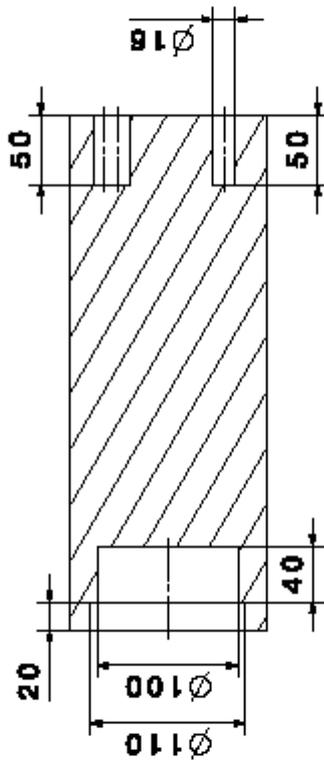
Coupe A-A



Coupe B-B



Coupe A-A



Coupe B-B

