Haute École d'Ingénierie et de Gestion du canton de Vaud

PROJET DE BACHELOR

Diplôme 2010

Conception d'un observatoire astronomique robotisé et contrôlable par Internet

Par

Marc LAURENT

Département : TIN

Professeur responsable : Dr Lorenzo ZAGO

Filière: Microtechnique - MI

heig-vd HES-SO

Yverdon-les-Bains, le 23 juillet 2010

Cahier des charges

Complément de formation et recherche documentaire sur les télescopes d'amateur, familiarisation avec tous les détails du LX200.

Conception du schéma fonctionnel pour un observatoire automatique opérable à distance et identification de tous ses éléments mécaniques, électroniques et logiciels.

Conception d'un abri tous-temps pour le télescope sur le toit de la HEIG-VD:

- Revue des diverses alternatives (coupole, abri déplaçable, etc.) et sélection du concept en fonction du coût et la faisabilité rapide.
- Conception générale et design CAO de la base du télescope et de l'abri, ainsi que des capteurs pour les mesures environnementales nécessaires : température, vitesse du vent, humidité, précipitation, ... ainsi que d'une ou plusieurs webcams.
- Prise en compte de toutes les conditions de charge extrême (ex. vent, pluie).
- Identification et spécification des éléments motorisé (probablement deux) de l'abri, des électroniques de commande ainsi que des câbles et autre éléments de connexion électrique.
- Dessins de fabrications et/ou spécifications d'achat de tous les composants.

Conception du logiciel de commande de l'abri et des divers capteurs, qui sera installé sur le mini-PC. Une interface graphique, par exemple en LabVIEW, est désirable, prévue ensuite pour être interfacée au LAN.

Dans la mesure du temps disponible : spécifications d'achat, procédures de fabrication des composants et montage de la base du télescope, de l'abri et de capteurs.

HES-SO i Travail de Bachelor 2010

Remerciements

En premier lieu je voudrais remercier monsieur Lorenzo ZAGO pour m'avoir permis de faire ce travail de Bachelor. Je voudrais surtout le remercier, lui ainsi que monsieur Michel ETIQUE, pour leur soutient et la compréhension dont ils ont fait preuve vis-à-vis de la période particulièrement difficile que j'ai traversée au cours de ce travail.

Un grand merci à monsieur Claude D'ERAMO, astronome amateur basé à Combremont-le-Petit (VD), pour nous avoir reçus chez lui et montrés son propre observatoire astronomique. Merci pour son accueille chaleureux et pour nous avoir si bien communiqués sa passion.

Je voudrais encore remercier les professeurs, comme monsieur Pierre DUMUSC, et les employés de la HEIG-VD, comme monsieur Cyril OTTONIN ou André STEINER, pour leur aide, qu'elle ait été ponctuelle ou non.

Un dernier merci à tous mes compagnons de volée. L'entre-aide et la motivation dont ils ont fait preuve m'aura aidée à arriver au bout de mes objectifs.

Table des matières

C	AHIER D	ES CHARGES	
D	ENJEDON	EMENTS	
T	ABLE DE	S MATIÈRES	III
1	DÉCL	JMÉ	1
2	INTR	ODUCTION	2
3	OBJE	CTIF DU PROJET	3
4	TÉLE	SCOPE MEADE LX200 EMC	4
		Descriptif	
		MONTURE	
		Monture alt-az	
		Monture équatoriale	
		BASE RELATIVE ET ANCRAGE	
		Fréquence propre	
	4.3.2		
		B Dessin d'ensemble	
5	SPEC	CIFICATIONS TECHNIQUES	10
6	CON	CEPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME	12
7	DESC	CRIPTION DES SOUS-SYSTÈMES	14
•			
		ABRIS	
		Dôme	
	7.1.2		
		MOTORISATION	
	7.2.1		
		? Trappe	
	7.2.3		
		CAPTEURS	
	7.3.1		
	7.3.2		
		3 Webcams	
		ALIMENTATION	49

8	CON	CONCLUSION					
LIST	E DE	RÉFÉRENCES	52				
Bı	Bibliographie						
WEBOGRAPHIE							
IMA	GES		54				
ANN	IEXE	A – CODE MATLAB	A - I				
Α.	. 1	CALCULS DE FLEXION DU PIER	A - I				
Α.	. 2	CALCULS DE FLEXION DES ÉLÉMENTS ITEM	A - II				
Α.	. 3	CALCULS RELATIFS À LA MOTORISATION DU CIMIER	A - IV				
Α.	. 4	CALCULS RELATIFS À LA MOTORISATION DE LA TRAPPE	A - VIII				
A.	. 5	CALCULS RELATIFS À LA MOTORISATION DU DÔME	A - XV				
ANN	IEXE	B – PLAN D'ENSEMBLE	B - I				
ANN	IEXE	C – LISTES & DATASHEETS	C - I				
C.	. 1.	COMPOSANTS À ACHETER	C - II				
C.	. 2.	COMPOSANTS À MODIFIER	C - IV				
C.	. 3.	COMPOSANTS À FABRIQUER	C - V				
C.	. 4.	COMPOSANT ITEM	C - VI				
C.	. 5.	DATASHEETS DES MOTEURS	C - XI				
C.	. 6.	DATASHEETS DES RÉDUCTEURS	C - XV				
C.	. 7.	AUTRES DATASHEETS	C - XVIII				
ANN	1EXE	D – PLANS ET MISES EN PLAN	D - I				
IOII	RΝΛ	I DE TRAVAII	IDT - I				

1 Résumé

Cet observatoire astronomique robotisé et contrôlable par Internet sera placé sur le toit de la HEIG-VD.

Le télescope est un MEADE LX200 300 mm, qui a une monture alt-az, actuellement au laboratoire d'optique (B64). Il s'agira de lui constituer une base semi-permanente et de le protéger par un abri dont les éléments motorisés permettront l'ouverture automatique et donc l'observation du ciel par le télescope.

Un mini-PC sur place commandera le télescope et l'abri, par des logiciels soit disponibles (pour le télescope) soit à réaliser (pour l'abri et le contrôle des conditions d'environnement). Le mini-PC étant branché sur le LAN de la HEIG-VD, il pourra être contrôlé à distance depuis n'importe quel PC agréé, au moyen d'un logiciel et une interface graphique à configurer.

2 Introduction

Ce travail de Bachelor se présente comme étant largement pluridisciplinaire.

Il demande, dans un premier temps, un approfondissement de nos connaissances sur le matériel à disposition, et principalement le télescope.

Dans un deuxième temps, il nécessite la recherche d'informations et de fournisseurs ainsi que l'analyse des coûts.

Par la suite vient la partie mécanique à proprement parler, avec le développement des motorisations et l'incorporation de ceux-ci dans un système complet.

Avec ces motorisations et l'automatisation de l'ensemble, la recherche et l'installation de capteurs et de détecteurs est la suite logique du travail que nous avons à faire.

Pour finir, une vue d'ensemble du système d'automatisation devra être posée.

3 Objectif du projet

Comme mentionné en introduction, plusieurs thématiques, bien différentes les unes des autres, se dégagent de l'ensemble de ce travail de Bachelor.

Tout d'abord, l'approfondissement de nos connaissances en ce qui concerne principalement le télescope LX200 EMC de chez Meade. Bien qu'étant la propriété de la HEIG-VD depuis un moment, et que la moitié de la visserie manque, nous avons pu nous procurer de la documentation sur le télescope lui-même, sur ses différentes montures ou encore sur les logiciels qui l'accompagnent. Cette documentation nous permet de nous faire une idée assez précise sur son mode de fonctionnement ainsi que sur la manière la plus optimale de l'installer dans un observatoire automatisé, comme par exemple la recommandation d'utilisation d'un pier.

La compatibilité ou la mise en compatibilité des différents éléments formant l'abri sont des points essentiels. Toutes les parties de l'abri doivent pouvoir se fixer les unes aux autres et être stable. L'encrage du tout est un point des plus importants pour pouvoir assurer un ensemble facilement démontable et déplaçable mais également stable et solide.

La conception des motorisations est la partie principale du travail. Nous devons, après analyse des structures à disposition, trouver, calculer dessiner et développer différents types de motorisations pour des mouvements et des applications toutes aussi différentes. La recherche d'éléments finis, la création de pièces bien distinctes et leur mise en corrélations représentent l'ensemble de cette partie.

L'automatisation de l'observatoire a aussi son importance dans le développement du système. La prise d'information sur les éléments déjà existants, la recherche de fournisseurs pour les pièces manquantes ou à compléter ainsi que leur installation est également une part importante du développement total. Pour cela, une analyse préliminaire des conditions environnementales et mécaniques est nécessaire. Par la suite, l'installation de ces derniers éléments requiert un développement mécanique, développement qui s'avère moins poussé que celui des motorisations.

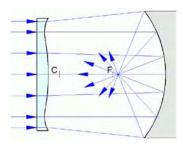
Le contrôle du tout est un point qui demande une vue d'ensemble très claire afin de bien savoir qu'est-ce qui communique avec quoi et dans quel sens ou encore qu'est-ce qui contrôle quoi et pourquoi. Un schéma aide à la compréhension du tout.



4 Télescope Meade LX200 EMC

4.1 Descriptif

La HEIG-VD possède un télescope 12" LX200 de chez Meade dont la focale est de 3048 mm. C'est un télescope de type Schmidt-Cassegrain, c'est-à-dire que c'est un dispositif optique de type catadioptrique (dispositif rétro-réfléchissant), composé d'un miroir primaire concave et sphérique, d'un miroir secondaire convexe hyperbolique et d'une lentille appelée *lame de Schmidt*.



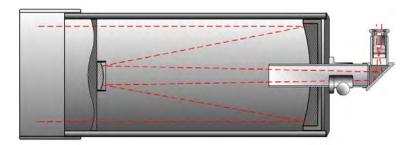


Figure 1 - Lame de Schmidt.

Figure 2 - Télescope de Type Schmidt-Cassegrain.

Il est principalement composé d'un tube de 345 mm de diamètre et 580mm de long, monté sur une fourche motorisé, elle-même positionnée sur une base comportant tout les systèmes nécessaires à l'automatisation du télescope. L'ensemble pèse environ 45 kg.

La motorisation de la fourche permet de mouvoir le télescope en altitude, tandis que la motorisation de la base permet un déplacement azimutal comme montré sur les figure ci-dessous..



Figure 3 - Mouvement en altitude.



Figure 4 - Mouvement azimutale.

L'ensemble peut être contrôlé à l'aide de la raquette (sorte de grosse télécommande) ou par un ordinateur. Le télescope est fournis avec des logiciels d'astronomie permettant une utilisation facile est aisée même pour une personne débutant dans l'observation astronomique.

HES-SO 4 Travail de Bachelor 2010

4.2 Monture

Il existe deux principaux types de monture pour le télescope. Les montures alt-az et les montures équatoriales.

4.2.1 Monture alt-az

Ce type de montures comporte un axe horizontal (l'altitude) et un axe vertical (l'azimut). Cette disposition permet d'orienter facilement l'instrument de visée. La motorisation de celles-ci permet de compenser la rotation de la voûte céleste. Ce suivi sur les deux axes ne rend pas pour autant la monture directement apte à la photographie du ciel. En effet, quand les mouvements sont compensés en altitude et en azimut, le champ observé tourne lentement et accomplit une rotation complète en un jour sidéral (pour comprendre ce phénomène, il suffit d'imaginer que l'instrument est pointé vers le pôle céleste, l'étoile Polaire, aucun mouvement n'est alors nécessaire ni en hauteur, ni en azimut. En revanche, le champ visé tourne autour du pôle céleste). Pour compenser cet effet, la platine supportant l'instrumentation peut être mise en rotation.



Figure 5 – Télescope Meade sur monture alt-az.

4.2.2 Monture équatoriale

Une monture équatoriale comporte un axe de rotation parallèle à l'axe de rotation terrestre. Elle permet de suivre facilement un astre lors de son parcours dans la voûte céleste.

Les étoiles, comme le Soleil, se lèvent à l'est et se couchent à l'ouest, or pour faire une observation, il faut que la direction pointée par l'instrument reste fixe par rapport aux étoiles. On compense donc la rotation de la Terre par une rotation opposée du télescope. Comme la Terre tourne autour de l'axe nord-sud, l'instrument doit tourner autour d'un axe parallèle, dans le sens contraire et à la même vitesse. C'est un des axes de la monture équatoriale qui remplit ce rôle, le second axe permet de changer la direction visée.

Pour être opérationnelle, la monture équatoriale nécessite un réglage appelé mise en station. Il est en effet possible de modifier l'inclinaison et l'orientation de l'axe polaire. L'inclinaison par rapport à l'horizontale doit correspondre à la latitude du site. L'orientation doit se faire vers le Nord ou le Sud,

HES-SO 5 Travail de Bachelor 2010

selon l'hémisphère. Lorsque la monture est mise en station, l'axe polaire doit pointer vers le pôle céleste qui se trouve sur l'étoile polaire dans l'hémisphère nord. Cela signifie que l'axe polaire de la monture est parallèle à l'axe de rotation de la Terre. Ainsi, la rotation de l'instrument autour de cet axe permet de suivre l'ascension droite de la sphère céleste, et la rotation autour de l'autre axe change la déclinaison.



Figure 6 - Télescope Meade sur monture équatoriale.

Le télescope à disposition possède les deux montures, la monture équatoriale étant simplement la monture alt-az fixée sur un berceau. Ayant le choix, nous avons décidé d'utiliser la monture équatoriale. Elle est certes plus difficile à mettre en station mais son emploi ne nécessite que l'utilisation de deux motorisations contrairement à la monture alt-az qui en demande trois. De plus lors de l'observation, seul un des deux moteurs est utile car l'autre sert juste à pointer l'astre désiré au début de l'observation.

Pour la mise en station, le berceau doit être placé dans l'axe du pôle céleste et son inclinaison doit correspondre à la latitude de l'école, soit 46.7794°.

4.3 Base relative et ancrage

Le télescope est ensuite posé sur un pied, plus communément appelé *pier*. Ce pier nous pouvons le faire nous-mêmes. Les seules conditions à respecter sont les suivantes :

- Le pier doit être massif et lourd pour rendre la base du télescope bien stable.
- Sa fréquence propre de celui-ci doit être supérieure à 100 Hz, toujours pour assurer une bonne stabilité.
- Le sommet doit permettre une installation réglable afin d'avoir une surface la plus horizontale possible.

4.3.1 Fréquence propre

Tout d'abord nous devons vérifier si la fréquence propre du pier est supérieure à 100 Hz. Pour cela nous supposons que le corps du pier est un tube en fonte de 300 mm de rayon extérieur et de 280

HES-SO 6 Travail de Bachelor 2010

mm de rayon intérieur et que sa longueur est de 740 mm (base et sommet compris). En tout, ce pier pèse 73 kg et l'ensemble du télescope pèse 45 kg, ce qui nous fait une masse totale de 118 kg.

Il nous faut maintenant calculer l'inertie de ce pier. Pour une poutre à section circulaire, celle-ci se calcule avec la formule suivante :

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \tag{4-1}$$

Où:

• d = diamètre

Pour calculer l'inertie d'un tube, il nous faut alors simplement soustraire l'inertie du trou à celle du tube sans trou.

$$I = I_{ext} - I_{int} = \frac{\pi \cdot d_{ext}^4}{64} - \frac{\pi \cdot d_{int}^4}{64} = \frac{\pi}{64} \cdot \left(d_{ext}^4 - d_{int}^4 \right) \tag{4-2}$$

Ce qui dans notre cas nous fais :

$$I_{pier} = \frac{\pi}{64} \cdot (300^4 - 280^4) = 95.89 \cdot 10^6 \ [mm^4]$$
 (4-3)

Calculons maintenant la flèche pour une force latérale de 100 N. Pour cela, nous utilisons la formule suivante :

$$fl\`{e}che_{pier} = \frac{F \cdot l_{pier}^3}{3 \cdot E \cdot I_{pier}} \tag{4-4}$$

Où:

- F =force latérale
- l_{pier} = longueur du pier
- *E* = module d'élasticité de la fonte
- $I_{pier} = l'inertie du pier$

Ce qui nous donne une flèche de :

$$fl\grave{e}che_{pier} = \frac{100 \cdot 740^3}{3 \cdot 100000 \cdot 95.89 \cdot 10^6} = 0.0014 \ [mm] \tag{4-5}$$

Nous savons qu'une poutre réagie comme un ressort lors de l'application d'une force latérale, ce qui nous permet d'utiliser les deux formules ci-dessous :

$$k_{pier} = \frac{F}{f l \grave{e} che_{pier}} \quad \text{et} \quad \omega_{pier} = \sqrt{\frac{k_{pier}}{m_{total}}} \quad \Rightarrow \quad \omega_{pier} = \sqrt{\frac{F}{m_{total} \cdot f l \grave{e} che_{pier}}} \tag{4-6}$$

Où:

- K_{pier} = rigidité du pier
- ω_{pier} = pulsation du pier
- m_{total} = masse du pier et de l'ensemble du télescope

Nous obtenons alors une pulsation du pier de l'ordre de :

$$\omega_{pier} = \sqrt{\frac{100}{118 \cdot 0.0014 \cdot 10^{-3}}} = 776 \left[\frac{rad}{s} \right]$$
 (4-7)

Il nous est maintenant facile de déterminer la fréquence du pier qui est de :

$$f_{pier} = \frac{\omega_{pier}}{2 \cdot \pi} = \frac{776}{2 \cdot \pi} = 123.5 \ [Hz]$$
 (4-8)

Celle-ci et supérieure à notre limite qui était de 100 Hz. Les dimensions choisis pour le pier sont donc acceptable. De plus, il est nécessaire de noter que les calculs ci-dessus reflètent un cas extrêmement pessimiste. Nous nous sommes basés sur une approximation du pier où toute sa masse, ainsi que celle de l'ensemble du télescope, se trouve en un même point au bout d'une barre de masse nulle et de même longueur que le pier.

4.3.2 Sommet réglable

Pour pouvoir rendre le sommet réglable afin d'obtenir une surface parfaitement horizontale, un système très simple a été choisis. La partie du pier où est fixée la base du télescope, est liée au reste du pier par trois vis. Le vissage des écrous sur ces vis permet un léger réglage sur ces trois points d'appuis que sont les vis.

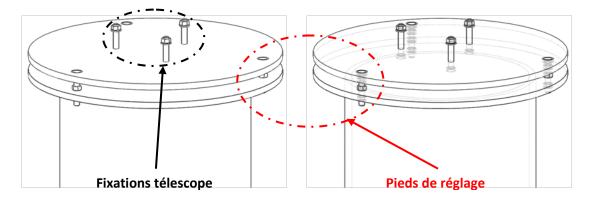


Figure 7 - Vue du système de réglage et des fixations au télescope.

La fixation avec la base du télescope se fait via 3 vis M8. L'ensemble du télescope est au format américain, les vis de fixation (manquantes) étant normalement du 5/16, le M8 est la norme ISO plus au moins équivalente.

Une rondelle ainsi qu'un écrou doivent également être ajoutés à chacune de ces trois vis pour permettre un maintient stable du télescope.

HES-SO 8 Travail de Bachelor 2010

4.3.3 Dessin d'ensemble

Pour les dessins de détail et d'assemblage, se référer à l'annexe D, documents :

- Dessins de pièces :
 - o Pier_CorpsDisqueBas
 - o Pier_CorpsDisqueHaut
 - o Pier_CorpsDisqueTube
 - o Pier _DisqueHaut
- Dessins d'ensemble et liste de pièces:
 - o Pier_Total
 - o Pier_Total_Eclate

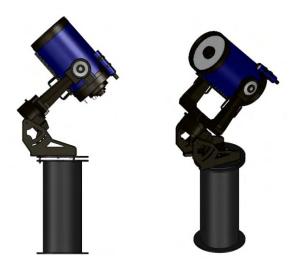


Figure 8 - Vue d'ensemble du télescope et de son pier.



Figure 9 - Vues d'ensemble et de coupe du système de réglage en position et du système de fixation au berceau du télescope.

HES-SO 9 Travail de Bachelor 2010

5 Spécifications techniques

L'installation d'un observatoire astronomique sur le toit de la HEIG-VD demande de prendre en compte de nombreux paramètres, que ce soit par exemple d'ordre dimensionnel ou encore d'ordre climatique. Afin de bien cerner toutes ces contraintes, nous les avons regroupées dans le tableau cidessous.

Ensemble	Types de contraintes	Descriptions	Valeurs
	Dimension	D'une hauteur suffisante permettant d'utiliser le télescope posé sur son pier pour une observation horizontale	■ < 1240 mm
	Ouverture	Nécessité d'avoir une porte d'accès afin de pouvoir entrer dans l'abri	■ ≈ 700 x 800 mm
Abri	Mouvement	Fixe mais facilement déplaçable ou démontable si besoin est	
	Charge	Suffisamment robuste et solide pour supporter les intempéries	Pression du vent≈ 200 kgÉtanchéité
	Fixation	Elle doit pouvoir se faire sans endommager le toit, c'est-à-dire sans percer de trous ni détériorer l'étanchéité du bâtiment	
	Dimension	D'un diamètre suffisant pour permettre un libre mouvement du télescope mais pas trop grand afin que celui-ci ne soit pas trop éloigné de l'ouverture, ce qui réduirait son champs de vision	■ ≈ 2 à 2.5 m de diamètre
	Ouverture	En une ou deux parties, permettant une observation quasi horizontale ainsi qu'une observation au zénith	■ ≈ 120° d'ouverture
Dôme		D'une largeur suffisante pour ne pas diminuer ou gêner le champ de vision lors des observations, qu'elles soient statiques ou dynamiques	 Prendre en compte des marges de sécurités
_	Mouvement	Rotation sur lui-même permettant un vaste champ d'observation	■ ≥ 360°
		Des systèmes de motorisation doivent pouvoir être installés afin d'automatiser l'observatoire	 2 ou 3 systèmes de motorisation
	Sécurité	Toutes les motorisations doivent être "foolproof". Elles doivent permettre une rupture contrôlée afin d'éviter des endommagements préjudiciables	

Capteurs et détecteurs	Climat	Doivent permettre une automatisation complète. Pour cela il est nécessaire de connaitre l'environnement climatique	 Température Pression atmosphérique Vitesse du vent Direction du vent Humidité Précipitation
. · ·	Sécurité	En supplément des capteurs et détecteur, une analyse et vérification humaine doit pouvoir être possible, même à distance, ce qui implique l'utilisation de webcams	 ≈ 1 ou 2 webcams, intérieures et extérieures
ion	Observation	Utilisation simple	 Programmes d'astronomie
sati		Pointage automatique d'un astre désiré	
Automatisation	Sécurité	Doit permettre d'engendrer des actions faisant passer en priorité la sécurité du télescope, tout en demande une confirmation humaine si en cours d'utilisation	 Fermeture du dôme en cas d'intempéries
eg e	Accessible	Accès au toit et à l'observatoire de l'alimentation électrique et de l'intranet/Internet	• 230 V AC • LAN
Câblage		Permettre une alimentation des systèmes de motorisation et des capteurs fixés sur la partie mobile du dôme sans gêner la rotation de celui-ci	Contacts glissants

Tableau 1 - Synthèse des exigences pour l'installation d'un observatoire sur le toit de la HEIG-VD.

6 Conception générale du système

Dans un premier temps, une ébauche de l'idée des besoins généraux que demande ce projet a été établi. Celle-ci est reprise par la figure suivante.

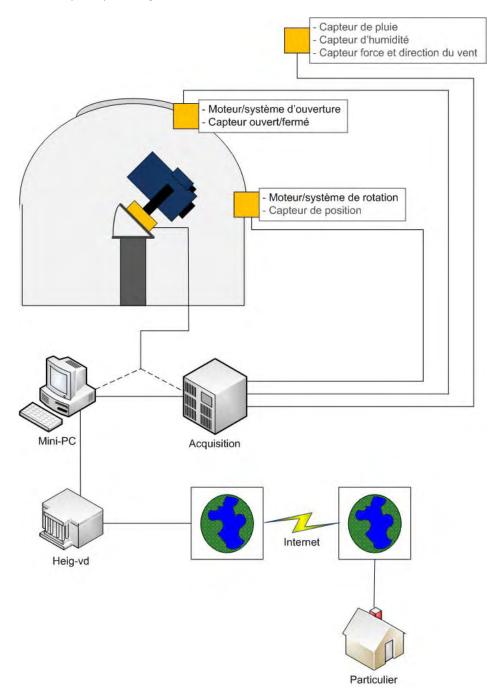


Figure 10 - Première ébauche du projet et de ses éléments et connexions.

Par la suite, à la fin du projet, un schéma à blocs plus complet comprenant plus ou moins tous les détails de l'ensemble du projet pu été dressé. Celui-ci comprend également les connexions électriques et LAN.

Certain des éléments mentionnés dans le schéma fonctionnel ci-dessous seront repris en détail et approfondis par la suite.

HES-SO 12 Travail de Bachelor 2010

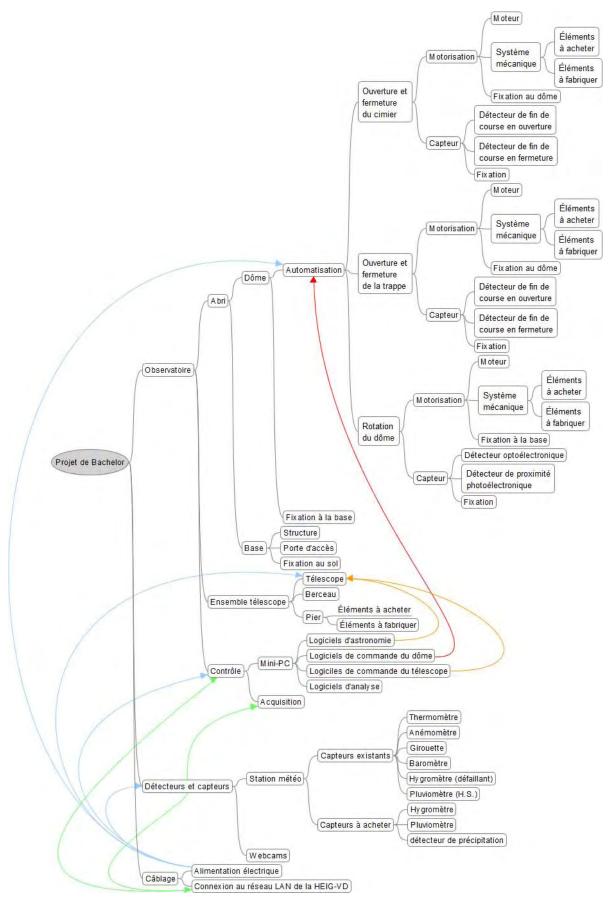


Figure 11 - Schéma fonctionnel du projet.

7 Description des sous-systèmes

L'ensemble du projet comprend de nombreux points de recherche, de travail et de développement bien distincts les uns des autres. Pour permettre une compréhension plus aisée, tous ces points ont été classés en sous-systèmes que nous allons détailler ci-dessous.

7.1 Abris

L'abri est décomposé en deux principaux sous-systèmes que sont le dôme et la base.

7.1.1 Dôme

7.1.1.1 Choix du fournisseur

Dans un premier lieu, notre travail consiste à trouver un fournisseur de coupoles dédiées à l'observation astronomique amateur ou même professionnel.

La plupart des fournisseurs se trouvent en Amérique du nord. Au vue de la taille des coupoles, leur prix de transport vers la Suisse est bien trop élevé, ce qui nous oblige à pousser nos recherches plus loin et de nous limiter à l'Europe.

Nous avons trouvé des fournisseurs en Espagne, en France, en Allemagne ainsi qu'en Grande-Bretagne. Après analyse des différents modèles et prix proposés, nous nous décidons pour le fournisseur français (www.galileo.cc) et cela pour plusieurs raison. La première, qui et aussi la principal, c'est que le fournisseur possède une succursale en Suisse et plus précisément à Lausanne. De plus Monsieur Zago connait l'un des responsables de cette succursale, ce qui est un avantage non négligeable. Autre raison, les coupoles sont d'une très bonne qualité et facile à motoriser. Elles ne sont pas les moins chères du marché mais avec les accords que nous avons passés (aller chercher la coupole au sud de la France nous même plutôt que nous la faire livrer et installer), nous réalisons une économie d'environ 1 000 CHF. Dernier avantage, le délai de livraison est très court, d'autant plus court que nous allons la chercher nous même, alors que pour d'autres fournisseur qui ne se trouvent pas forcément plus loin, les délais peuvent aisément dépasser les deux mois.

7.1.1.2 Description du dôme

Galileo (le fournisseur) vend des coupoles de chez Sirius Observatories. Il existe plusieurs tailles de coupole Sirius, les « HOME » de 2.30 m, les « SCHOOL » de 3.50 m, les « COLLEGE » de 5.00 m et les « UNIVERSITY » de 6.70 m. Dans notre cas, les coupoles « HOME » suffisent amplement.

Celles-ci sont vendues avec une base de 1.50 m ou sans base. La coupole avec la base coût passablement plus chère, de plus la haute de la base est trop haute pour notre cas, ce qui nous donne deux bonnes raisons de ne prendre que la coupole, sans la base.

Elle permet une rotation sur 360° sans fournir un effort trop important. Sont ouverture se fais en deux partie; une trappe qui descend sur l'avant ainsi qu'un cimier qui coulisse sur le reste du dôme par simple traction sur une corde (on tire d'un côté de la corde, le cimier s'ouvre, on tire de l'autre côté, il se ferme). L'angle d'ouverture est de 120° et permet une observation au zénith ainsi qu'une observation horizontale et la largeur de cette ouverture est de 600 mm.



Figure 12 - Coupole Sirius Observatories taille "HOME", sans base.

7.1.2 Base

Maintenant que nous savons à quoi ressemble le dôme, il nous faut trouver un moyen de construire une base sur laquelle le poser et le fixer. Une base est indispensable car sans ça, le dôme serait trop bas. De plus une porte d'accès est nécessaire car il faut pouvoir entrer dans le dôme. Certes un passage par l'ouverture est envisageable mais fort peu pratique et pas sans risque pour le dôme, le télescope ou même la personne.

7.1.2.1 Forme générale

La première question est de savoir comment construire cette base, doit-elle être cylindrique ou plutôt du type octogonale ? Sachant que la construction d'une structure cylindrique de cette taille est assez difficile (trouver des éléments circulaires de la bonne taille, ...), nous optons pour une structure à base octogonale, plus facile à réaliser car faisable en utilisant que des éléments rectilignes. Donc dans le principe de base, nous partons sur une structure comportant huit colonnes reliées entres elles par 16 poutres, comme sur le croquis suivant :

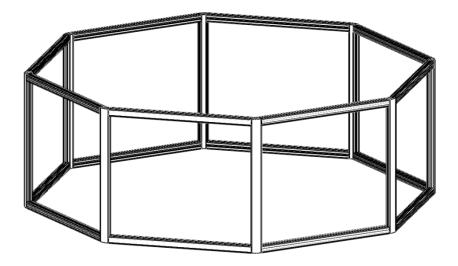


Figure 13 - Croquis de l'aspect de la base.

HES-SO 15 Travail de Bachelor 2010

7.1.2.2 Conception

Pour pouvoir construire cette base, nous choisissons d'utiliser presque exclusivement que des produits de chez Item.

En premier lieu il nous faut connaître les dimensions totales de la structure pour par la suite pouvoir déterminer les dimensions des éléments principaux (colonnes et poutres). Nous savons que le diamètre du dôme et de 2.30 m. Nous souhaitons avoir le plus de points de contact possible entre la base et le dôme, ce qui implique que ces points ne se trouve pas sur les colonnes (ce qui en ferait 8), mais plutôt sur les poutres, de sorte que le dôme passe deux fois sur chaque poutre (ce qui fait 16 points de contact), de plus nous voulons également que ces points ne soit pas trop éloignés des colonnes pour ne pas trop contraindre les poutres en flexion.

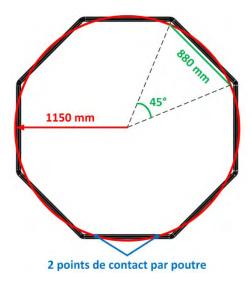


Figure 14 - Vue de dessus de la structure avec superposition du diamètre du dôme.

Nous pouvons voir sur la figure ci-dessus que la longueur des poutres devrait être au minimum de 880 mm. La pratique nous montre qu'une longueur de 860 mm est suffisante car il faut encore prendre en compte la largeur des colonnes ainsi que l'épaisseur des poutres. Nous choisissons alors d'utiliser des poutres de 860 mm de long.

Pour les colonnes, nous décidons de les prendre avec une longueur de 700 mm, ce qui correspond plus ou moins à la hauteur d'une table. Ce choix est dicté par la porte (plus c'est haut mieux c'est) ainsi que par la hauteur du télescope sur son pier (il faut permettre une observation horizontale).

Notre choix se porte alors sur les éléments Item suivants :

Colonne : Profilé 8 R40/80-45°, 700 mm (8x)
 Poutre : Profilé 8 40x40 1N léger, 860 mm (16x)

Nous devons maintenant être sur que ces éléments résistent aux charges auxquelles ils sont soumis. Pour ça, nous effectuons des calculs de flexion d'une poutre encastrée en prenant une force de 1 000 N.

HES-SO 16 Travail de Bachelor 2010



Figure 15 - Flexion d'une poutre encastrée.

La formule pour calculer la contrainte normale de flexion est la suivante :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{F \cdot l}{W} \tag{7-1}$$

Où:

- *M* = moment de flexion appliqué sur la poutre
- W = moment résistant de la poutre
- F = force appliquée au bout de la poutre
- *l* = longueur de la poutre

Les moments résistants des éléments nous sont donnés par Item :

- $W_{x/poutre}$ = 4.66x10³ [mm³] selon l'axe x
- $W_{v/poutre} = 4.50 \times 10^3 \text{ [mm}^3 \text{] selon l'axe y}$
- $W_{x/colonne} = 6.74 \times 10^3 \text{ [mm}^3 \text{] selon l'axe x}$
- $W_{v/colonne} = 6.14 \times 10^3 \text{ [mm}^3 \text{] selon l'axe y}$

Ce qui nous permet de calculer les différentes contraintes normales de flexion :

$$\sigma_{x/poutre} = \frac{F \cdot l_{poutre}}{W_{x/noutre}} = \frac{1000 \cdot 860}{4.66 \cdot 10^3} = 184.55 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-2)

$$\sigma_{y/poutre} = \frac{F \cdot l_{poutre}}{W_{y/poutre}} = \frac{1000 \cdot 860}{4.50 \cdot 10^3} = 191.11 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-3)

$$\sigma_{x/colonne} = \frac{F \cdot l_{colonne}}{W_{x/colonne}} = \frac{1000 \cdot 700}{6.74 \cdot 10^3} = 103.86 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-4)

$$\sigma_{y/colonne} = \frac{F \cdot l_{colonne}}{W_{y/colonne}} = \frac{1000 \cdot 700}{6.14 \cdot 10^3} = 114.01 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-5)

HES-SO 17 Travail de Bachelor 2010

Nous devons maintenant vérifier si ces contraintes sont acceptable pour en fonction de la matière des éléments. Pour ça nous allons utiliser la limite d'élasticité du matériau qui est de l'aluminium anodisé.

$$\sigma_{adm} = 0.6 \cdot Re_{aluminium} = 0.6 \cdot 200 = 120 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-6)

Nous voyons bien que les colonnes supportent une telle contrainte que ce soit selon l'axe x ou l'axe y, par contre les poutres ne résistent pas, mais de peu. Considérant que les poutres ne seront jamais soumises à une force de 1 000 N en leur extrémité, puisque les points de contact se trouvent assez proche des points de fixation des poutres, nous pouvons valider le choix de ces éléments (colonne et poutre) au vu des résultats obtenus.

Les poutres sont fixées aux colonnes à l'aide de fixations universelles 8 St inoxydables de chez Item.

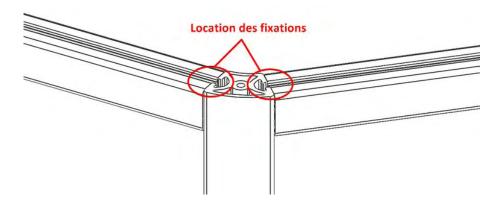


Figure 16 - Liaison entre une colonne et deux poutres. Les fixations ne sont pas représentées.

Nous avons maintenant une structure mais il faut lui « mettre » des murs ! Les éléments Item comportent des rainures sur toute leur longueur. Ceci nous permet d'y glisser des plaques de tôle qui formeront ainsi les parois de l'abri. Des joints de remplissage Item sont également ajoutés afin d'améliorer la stabilité mais surtout pour permettre une certaine étanchéité.

Les plaques ont comme dimensions 884 x 644 mm. Leur épaisseur peut-être comprise entre 2 et 4 mm. Il nous faut 7 plaques car nous avons besoin de laisser une face libre pour pouvoir y loger la porte.

7.1.2.3 Porte

Pour pouvoir accéder à l'intérieur de l'abri, une porte est indispensable. Pour cela nous continuons a nous fournir chez Item pour permettre une compatibilité certaine.

Nous trouvons chez Item des éléments de porte déjà tout fait. Nous sélectionnons donc 2 charnières 8 Al PP4 légères, 2 paires de butées de porte 8, un bloc de rotation 8 et un bouton de porte quart de tour verrouillable.

HES-SO 18 Travail de Bachelor 2010

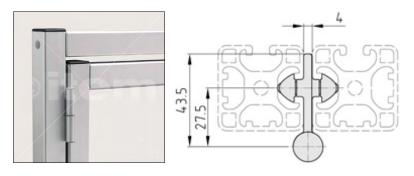


Figure 17 – Charnière 8 Al PP4 légère (images Item).

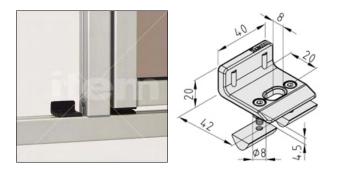


Figure 18 - Butée de porte 8 (images Item).

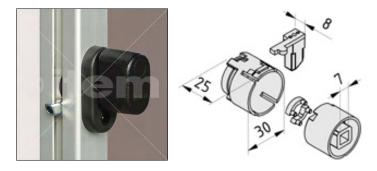


Figure 19 - Bloc de rotation 8 (images Item).

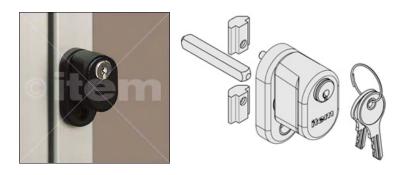


Figure 20 - Bouton de porte quart de tour verrouillable (images Item).

Il nous faut maintenant un cadre de porte. Faisons simple et reprenons les mêmes profilés que nous avons utilisés pour la structure principale. En respectant les dimensions imposées par la structure et les espaces nécessaires entre éléments, nous avons besoins de :

Cadre horizontal : profilé 8 40x40 1N léger, 771 mm (2x)
 Cadre vertical : profilé 8 40x40 1N léger, 610 mm (2x)

De plus, il nous est également nécessaire d'avoir une paroi pour fermer le tout. Pour cela nous nous répétons encore une fois et nous utilisons une plaque de tôle comme précédemment, mais 795 x 554 mm de dimensions.

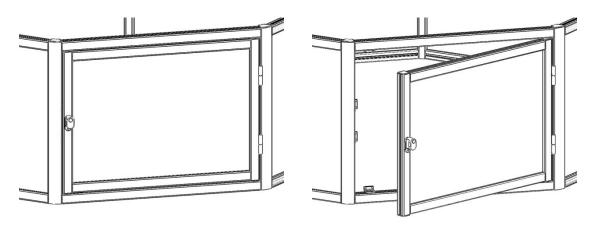


Figure 21 - Porte en position fermée et ouverte (vue depuis l'extérieur de l'abri).

Le nombre ainsi que le positionnement des butées est déterminé afin d'offrir une bonne stabilité et surtout une bonne résistance de la porte lorsque celle-ci est fermé et que le vent souffle fort. Nous les plaçons donc toutes sur un côté car sur l'autre il y a les deux charnières qui remplisse le même rôle de solidité.

7.1.2.4 *Ancrage*

Voici maintenant un point important. Comment ancrer l'abri sur le toit de la HEIG-VD sans pour autant faire de perçages. Il n'y a pas énormément de solution possible, nous choisissons alors la méthode du lestage.

Celle-ci consiste simplement à ajouter du poids à notre structure afin de la rendre plus lourde et donc plus difficilement déplaçable.

Pour cela il nous faut tout d'abord trouver un emplacement sur la structure où placer ce lestage car nous ne disposons pas de beaucoup de place libre. Nous allons donc rajouter des éléments afin d'augmenter la surface disponible pour pouvoir y poser le lestage. Ne cherchons pas trop loin, puisons une fois de plus chez Item.

Ceux-ci nous proposent des profilés en « L », les profilés M W80x40x8 E. Il nous en faut huit (un par côté) que nous prenons d'une longueur de 800 mm pour pas qu'elles n'entrent en collision les unes avec les autres car elles seront placées à l'intérieur de l'abri. Afin de pouvoir les fixer à la base de la structure, nous perçons 6 trous passages des vis M8 ce qui nous permet de les assembler au reste de l'abri à l'aide de vis M8 d'une longueur de 20 mm. L'utilisation d'écrous 8 St M8 de chez Item viennent compléter l'ensemble.

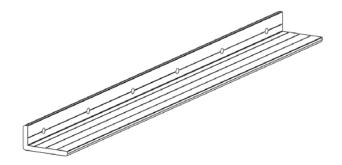


Figure 22 - Vue d'un profilé M W80x40x8 E avec les six passages de vis percés.

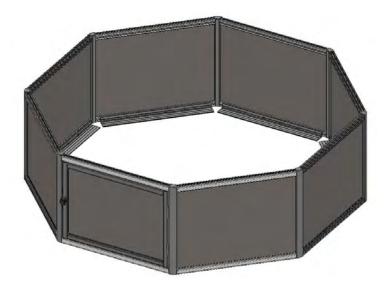


Figure 23 - Base dans son ensemble.

Il ne nous reste plus qu'à trouver un lestage adéquat. L'utilisation d'éléments en plomb nous parait être une idée acceptable. Si nous prenons une brique de plomb de dimension 60 x 60 x 800 mm, soit 2.88×10^6 mm³, avec une masse volumique de 11 350×10^{-9} kg/mm³, cela nous fait un total d'environ 260 kg pour 8 barre, ce qui ajouté à la masse propre de la base (> 60 kg) et du dôme (non spécifiée), nous donne un abris avec une masse total d'environ 350 kg, ce qui est suffisant pour assurer une bonne stabilité et un bon ancrage du tout.

7.1.2.5 Revêtement du toit

L'observatoire va être installé sur le toit de la HEIG-VD. Une petite analyse de celui-ci s'impose donc.

Le toit est recouvert de gros graviers sous lesquels se trouve la couche assurant l'étanchéité du bâtiment. Il nous est impossible de « poser » notre abri directement sur le gravier, par contre, d'autres éléments déjà présents sur le toit nous montrent la voie à suivre. En effet, ceux-ci sont positionnés sur des dalles en bétons qui sont directement posées sur l'étanchéité, le gravier ayant été « gratté ». Nous faisons donc de même, et pour cela nous devons trouver un fournisseur de dalles. Rien de plus simple, après quelques recherches, nous trouvons des dalles en bétons 40 x 40 x 4 cm chez Coop Brico+loisirs. Il nous en faut 17 pour pouvoir bien suivre le contour de la base ainsi que pour pouvoir y poser le pier. Ceci nous est suffisant car il nous est inutile de faire en sorte que toute l'intérieure de l'abri soit dallée (c'est faisable si l'envie nous prend).

HES-SO 21 Travail de Bachelor 2010

7.1.2.6 Fixation du dôme à la base

Il nous reste encore une dernière étape avant de pouvoir passer à la motorisation de l'observatoire. Cette étape c'est le moyen de fixation utilisé pour rendre le dôme solidaire à sa base.

Nous savons qu'il existe 16 points de contact. Il nous faut trouver des éléments de fixation assez robustes pour que 16 points d'attaches suffisent. Encore une fois Item nous apporte la solution. Nous utilisons des fixations 8 M12 très résistantes. Ces fixations sont placées dans les rainures des poutres et correspondent à des vis de taille M12. Leur résistance est alors suffisante pour permettre une fixation sure en 16 points. Ces fixations sont fournies avec des rondelles et des écrous M12 également.

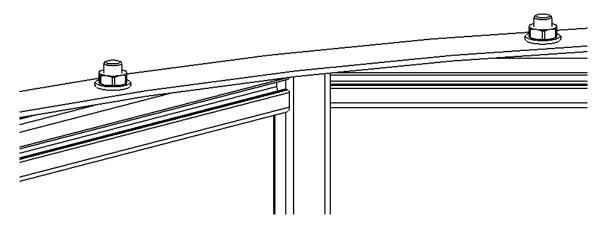


Figure 24 - Vue de deux points de fixation entre le dôme et la base.

7.2 Motorisation

La coupole de chez Sirius Observatories peut être achetée motorisée. Malheureusement son prix pas du simple au double. Nous allons donc développer nous-mêmes la motorisation en nous inspirant des méthodes employées par le fabriquant.

7.2.1 Cimier

Comme expliquer plus haut, le cimier s'ouvre en tirant d'un côté d'une corde et se referme en tirant de l'autre côté. Nous décidons donc d'adapter une motorisation pour pouvoir tous simplement tirer sur cette corde. Nous nous orientons alors logiquement sur un système à tambour.

7.2.1.1 Études préliminaires

Avant toutes choses, nous devons connaître la force maximale nécessaire à la mise en mouvement du cimier. Une visite chez Galileo Lausanne (où une coupole « HOME » est exposée) nous a permis, à l'aide d'un dynamomètre, d'évaluer me poids maximal qu'il faut appliquer lors de l'ouverture et de la fermeture. Celle-ci et de 13 kg au grand maximum, soit une force de traction arrondie de 130 N.

7.2.1.2 Mécanisme

Notre système à tambour se présente de la manière suivante. Nous avons un tambour profilé qui chevauche le col de la roue dentée, ceux-ci sont liés en translation par deux vis M3 et en rotation par deux goupilles de 2 mm de diamètre. Cet ensemble est mis en rotation à l'aide d'un moteur et de son pignon liés quant à eux par chassage.

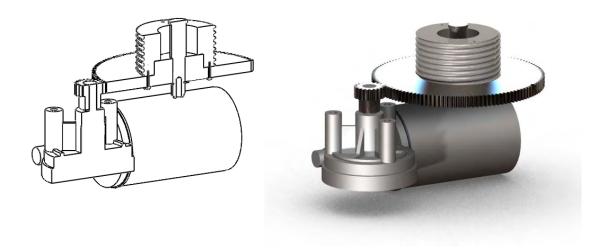


Figure 25 - Vues de coupe et d'ensemble de la motorisation du cimier.

Après de nombreux calculs et essais, nous sélectionnons les éléments suivants.

Un tambour d'un diamètre extérieur de 60 mm et d'une longueur de 30 mm. Une roue cylindrique de chez Nozag avec un module de 1 et un diamètre de 120 mm à laquelle nous devons encore apporter quelques légères modifications telle que les perçages pour y loger les goupilles ainsi que les passages de vis M3. Ces deux éléments sont supportés par une barre en acier. Nous avons également besoin d'une autre roue cylindrique de chez Nozag, aussi avec un module de 1 mais avec un diamètre de 20 mm. Cette roue nécessite aussi une modification de notre part. Elle est livrée avec un moyeu de 6 mm que nous devons agrandir à 10 mm pour pouvoir y passer l'arbre du moteur. Ce moteur justement, nous le prenons chez Bosch, il s'agit d'un moteur D.C. à transmission ayant une puissance de 22 W. Celui-ci et son pignon sont directement vissés au boitier du système.

7.2.1.3 *Calculs*

Montrons maintenant que ces éléments sont adéquats (se référer à l'annexe A pour tout les détails de calcul). Lors de la visite chez Galileo Lausanne, nous avons pu mesurer qu'il faut tirer 1.20 m de corde pour ouvrir ou fermer complètement le cimier, ce que représente 6.4 tours de tambour. Nous désirons ouvrir (ou fermer) le cimier en une douzaine de secondes, ce qui nous permet de savoir que le tambour tourne à une vitesse de 32 rpm (3.35 [rad/s]). Sachant qu'il faut une force de 130 N, cela demande au tambour de développer un couple de 4 Nm. Connaissant le couple ainsi que la vitesse du tambour, nous déterminons la puissance de celui-ci, celle-ci est de :

$$P_T = T_T \cdot \omega_T = 4 \cdot 3.35 = 13.4 \, [W] \tag{7-7}$$

Il nous reste encore quelques calculs et cette puissance va augmenter, mais nous pouvons déjà dire qu'avec une puissance de 22 W, notre moteur répond déjà à un des critères les plus importants.

Connaissant la vitesse angulaire du tambour, nous pouvons affirmer en toute logique que la roue dentée a exactement la même. Pour connaitre la vitesse de pignon, il nous faut déterminer le rapport de transmission entre ces deux éléments :

$$i_{RD/P} = \frac{d_{RD}}{d_P} = \frac{120}{20} = 6 \tag{7-8}$$

HES-SO 23 Travail de Bachelor 2010

Où:

- d_{RD} = diamètre de la roue dentée
- d_P = diamètre du pignon

Ce qui nous donne une vitesse pour le pignon et le moteur de :

$$\omega_M = \omega_T \cdot i_{RD/P} = 3.35 \cdot 6 = 20 \left[\frac{rad}{s} \right] = 191 [rpm]$$
 (7-9)

Profitons-en pour déterminer le couple au moteur, avec un rendement pour l'engrenage de 90% :

$$T_M = \frac{T_T}{i_{RD/P} \cdot \eta_{RD/P}} = \frac{4}{6 \cdot 0.9} = 0.74 [Nm]$$
 (7-10)

Comme pour la puissance, nous pouvons dire à ce stade des calculs qu'avec une vitesse nominale de 260 rpm et un couple nominal de 0.8 Nm, notre moteur est adéquat pour le moment, mais nous n'en somme pas encore à la fin puisqu'il nous faut encore déterminer les inerties du mécanisme rapportées au moteur.

Suivant les dimensions et les masses des éléments, leur moment d'inertie sont les suivants (voir annexe A pour les détails des calculs) :

• Moteur:
$$J_M = 4 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-11)

• Pignon :
$$J_P = 1.24 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-12)

• Roue dentée :
$$J_{RD} = 1.3 \cdot 10^{-3} [kgm^2]$$
 (7-13)

• Tambour :
$$J_T = 47.7 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-14)

• Cimier :
$$J_C = 84.6 \cdot 10^{-3} [kgm^2]$$
 (7-15)

À partir de ces moments d'inertie, nous pouvons calculer les énergies cinétiques :

$$E = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2 \tag{7-16}$$

• Moteur :
$$E_M = 800 \cdot 10^{-6} \, [J]$$
 (7-17)

• Pignon :
$$E_P = 248 \cdot 10^{-6} [J]$$
 (7-18)

• Roue dentée :
$$E_{RD} = 7.2 \cdot 10^{-3} [J]$$
 (7-19)

• Tambour :
$$E_T = 265 \cdot 10^{-6} [J]$$
 (7-20)

• Cimier:
$$E_C = 181 \cdot 10^{-6} [J]$$
 (7-21)

Le travail créé par ces énergie est de :

$$W = E_M + E_P + \frac{E_{RD}}{\eta_{RD/P}} + \frac{E_T}{\eta_{RD/P}} + \frac{E_C}{\eta_{RD/P} \cdot \eta_{C/T}}$$
 (7-22)

Où:

• $\eta_{C/T}$ = rendement entre le tambour et le cimier

$$W = 800 \cdot 10^{-6} + 248 \cdot 10^{-6} + \frac{7.2 \cdot 10^{-3}}{0.9} + \frac{265 \cdot 10^{-6}}{0.9} + \frac{181 \cdot 10^{-6}}{0.9 \cdot 0.9} = 0.01 [J]$$
 (7-23)

De ce travail nous tirons le moment d'inertie rapporté au moteur :

$$J_{rM} = 2 \cdot \frac{W}{\omega_M^2} = 2 \cdot \frac{0.01}{20^2} = 50 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-24)

Puis le couple rapporté :

$$T_{rM} = J_{rM} \cdot \alpha_M = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 1.7 = 85 \cdot 10^{-6} [Nm]$$
 (7-25)

Où:

• α_M = accélération angulaire du moteur

Nous pouvons maintenant déterminer le couple total nécessaire au moteur ainsi que sa puissance :

•
$$T_{total} = T_M + T_{rM} = 0.74 + 85 \cdot 10^{-6} = 0.74 [Nm]$$
 (7-26)

•
$$P_M = T_{total} \cdot \omega_M = 0.74 \cdot 20 = 14.8 \, [W]$$
 (7-27)

Nous observons que l'inertie du système n'influence pas les conditions nécessaires au moteur. Ces conditions sont d'ailleurs bien respectées car avec une puissance de 22 W, une vitesse nominale de 260 rpm et un couple nominal de 0.8 Nm, notre moteur s'avère être un très bon choix.

7.2.1.4 Résistance des matériaux

Un calcul de résistance des matériaux est nécessaire pour certifier que les dents de la roue dentée ou du pignon supportent les charges auxquelles ils sont soumis.

Pour cela nous réalisons un calcul de contrainte de flexion au pied des dents dont la formule est la suivante :

$$\sigma = \frac{F \cdot \cos(\alpha)}{module \cdot e} \tag{7-28}$$

Où:

- α = angle de pression réel
- module = module de l'engrenage
- *e* = épaisseur du pied des dents

$$F = \frac{T_{total}}{\frac{d_P}{2}} = \frac{0.74}{\frac{20 \cdot 10^{-3}}{2}} = 74 [N]$$
 (7-29)

$$\sigma = \frac{74 \cdot \cos(20^{\circ})}{1 \cdot 8} = 8.7 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-30)

La contrainte de flexion admissible étant quant à elle de :

$$\sigma_{adm} = 0.6 \cdot Re_{acier} = 0.6 \cdot 235 = 141 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-31)

Nous pouvons dire que les matériaux tiendront très bien le coup.

7.2.1.5 *Fixation*

La fixation de ce système de motorisation au dôme se fait à l'aide de 2 vis et de deux écrous M5.

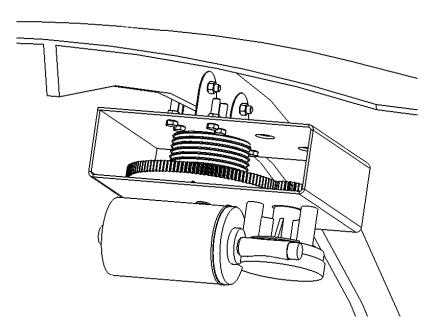


Figure 26 - Vue du boitier et du mode de fixation de la motorisation du cimier.

HES-SO 26 Travail de Bachelor 2010

7.2.2 Trappe

Comme son nom l'indique, la trappe s'ouvre et se referme comme une trappe (une porte horizontale avec charnières). Pour sa motorisation, nous nous somme inspirés du produit proposé par le fabricant, soit l'emploi d'une vis de mouvement comme montré sur la figure ci-dessous.



Figure 27 - Système de motorisation de la Trappe proposé par Sirius Observatories (images Galileo).

7.2.2.1 Études préliminaires

Avant de pouvoir commencer le développement du mécanisme, il nous faut connaître la force nécessaire à la mise en mouvement de la trappe. Comme pour le cimier, nous allons directement mesurer, à l'aide d'un dynamomètre, sur la coupole d'exposition chez Galileo Lausanne.

Dans un premier temps nous relevons les dimensions de la trappe que nous approximons à une plaque rectiligne et non courbe. Celle-ci fait 880 x 710 mm. Nous devons maintenant déterminer la masse de la trappe. Pour cela nous mesurons avec le dynamomètre en tirant verticalement vert le haut.

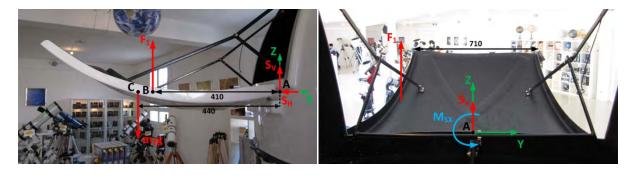


Figure 28 - Vues avec système de coordonnées et position du point de mesure F₁ (en B).

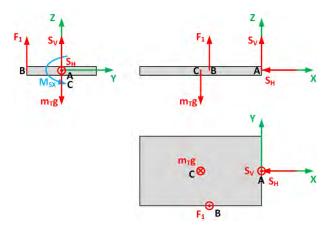


Figure 29 - Schéma du système.

Cette mesure, nous la faisons au point B et nous obtenons 6 kg, soit environ une force de 60 N. Essayons maintenant d'estimer la masse total de la trappe. En faisans des calculs d'équilibre des forces et des moments, nous obtenons :

$\sum F = 0$:

• Selon l'axe X :
$$S_H = 0$$
 (7-32)

• Selon l'axe
$$Y: 0 = 0$$
 (7-33)

• Selon l'axe Z :
$$S_V + F_1 - m_T g = 0$$
 (7-34)

$\sum M_A = 0$:

• Autour de l'axe X :
$$M_{SX} - F_1 \cdot \frac{710}{2} = 0$$
 (7-35)

• Autour de l'axe Y :
$$F_1 \cdot 410 - m_T g \cdot 440 = 0$$
 (7-36)

• Autour de l'axe
$$Z: 0 = 0$$
 (7-37)

En utilisant l'équation 6-36, nous pouvons déterminer la masse de la trappe qui est de :

$$m_T = \frac{F_1 \cdot 410}{g \cdot 440} = \frac{60 \cdot 410}{9.81 \cdot 440} = 5.7 \approx 6 \, [kg]$$
 (7-38)

Maintenant que nous connaissons la masse de la trappe, nous pouvons établir une équation nous permettant de calculer, en fonction de certaines variables α et α que nous contrôlons, la force nécessaire à l'ouverture et à la fermeture de la trappe.

HES-SO 28 Travail de Bachelor 2010

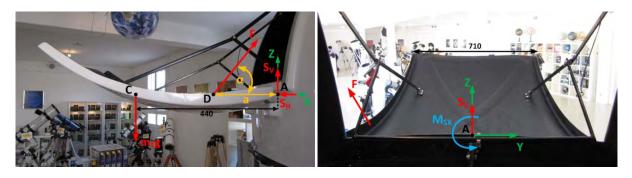


Figure 30 - Vues avec système de coordonnées et position du point de traction de la trappe F (en D).

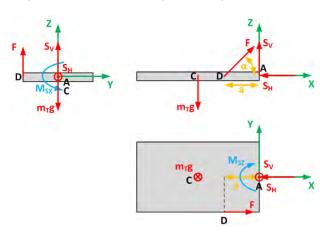


Figure 31 - Schéma du système.

Comme nous l'avons fait précédemment, passons par les calculs d'équilibre des forces et des moments.

$\sum F = 0$:

• Selon l'axe X :
$$F \cdot cos(\alpha) - S_H = 0$$
 (7-39)

• Selon l'axe
$$Y: 0 = 0$$
 (7-40)

• Selon l'axe Z :
$$S_V + F \cdot sin(\alpha) - m_T g = 0$$
 (7-41)

$\sum M_A = 0$:

• Autour de l'axe X :
$$M_{SX} - F \cdot sin(\alpha) \cdot \frac{710}{2} = 0$$
 (7-42)

• Autour de l'axe Y :
$$F \cdot sin(\alpha) \cdot a - m_T g \cdot 440 = 0$$
 (7-43)

• Autour de l'axe Z :
$$F \cdot cos(\alpha) \cdot \frac{710}{2} - M_{SZ} = 0$$
 (7-44)

Ce quoi nous permet de poser l'équation liant nos deux variable avec la force recherchée.

$$F = \frac{m_T g \cdot 440 \cdot 10^{-3}}{a \cdot \sin(\alpha)} = \frac{6 \cdot 9.81 \cdot 440 \cdot 10^{-3}}{a \cdot \sin(\alpha)} \cong \frac{26}{a \cdot \sin(\alpha)} [N]$$
 (7-45)

F étant la force que la vis de mouvement doit appliquer sur la trappe pour pouvoir l'ouvrir ou la fermer. Le variable a et α dépendent du choix du point de fixation de la motorisation, c'est ce que nous allons voir au point suivant.

7.2.2.2 Mécanisme

Dans un premier temps il nous faut déterminer les coordonnées du centre de rotation de la vis de mouvement. La figure ci-dessous montre le problème.

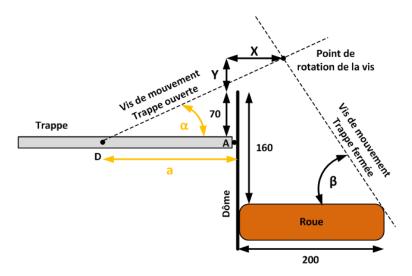


Figure 32 - Schéma des positions de la vis de mouvement pour la trappe ouverte et fermé.

La roue fait référence à la motorisation de la rotation du dôme que nous verrons plus loin. Cette roue est fixe tandis que la motorisation de la trappe tourne avec le dôme, il faut donc éviter que ces deux éléments n'entrent en collision lorsque la trappe est fermée (la vis de mouvement est alors dirigée vers le bas).

Le choix des variables est contraint par plusieurs exigences :

- Un angle α trop petit risque de faire entrer en contact la vis de mouvement avec le dôme.
- Plus l'angle α est petit, plus la force nécessaire pour mouvoir la trappe doit être grande.
- Plus l'angle α est grand, plus la longueur de la vis de mouvement doit être importante.
- Si l'angle β est top grand lorsque la trappe est fermée, il risque d'y avoir contact entre la vis de mouvement et la roue du système de motorisation de rotation du dôme.
- Si la vis de mouvement est trop longue, elle risque d'entrer en contact avec le télescope lors de l'ouverture ou de la fermeture de la trappe.

Après quelques calculs et essais, nous nous décidons pour les valeurs suivantes :

- a = 140 mm
- x = 50 mm
- y = 50 mm
- $\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{70 + y}{a + x} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{120}{190} \right) = 0.56 \ [rad] = 32.28 \ [^{\circ}]$ $\beta = \tan^{-1} \left(\frac{a (70 + y)}{x} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{20}{50} \right) = 0.38 \ [rad] = 21.80 \ [^{\circ}] \text{ (en sachant que } \alpha > 70 + y)$

Et nous pouvons maintenant calculer la valeur numérique de la force à exercer par la vis de mouvement en nous aidant de l'équation **6-45**.

$$F = \frac{26}{a \cdot \sin(\alpha)} = \frac{26}{140 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(32.28^{\circ})} = 347 [N]$$
 (7-46)

Nous pouvons également par la même occasion déterminer la longueur minimale de cette vis.

$$l_V = \sqrt{(a+x)^2 + (70+y)^2} = \sqrt{(140+50)^2 + (70+50)^2} = 224.7 \text{ [mm]}$$
 (7-47)

Nous la prenons d'une longueur de 250 mm car il nous faut encore lui modifier les extrémités. Nous choisissons donc comme vis de mouvement une broche à filetage trapézoïdal TR 10 x 3 de chez Nozag. Nous perçons un taraudage M3 à une de ses extrémités et l'autre nous l'usinons afin d'obtenir une tige de 5 mm de diamètre et 10 mm de longueur. Nous y perçons également un trou d'un diamètre de 2 mm pour y loger par la suite une goupille cylindrique.

Avec cette broche, nous prenons un écrou à filetage trapézoïdale, de chez Nozag également, que nous devons également modifier. Nous l'usinons sur l'un de ses côtés afin de l'amincir et d'obtenir un écrou de 17 mm de diamètre sur 5 mm.

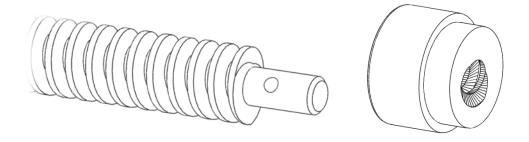


Figure 33 - Vue d'une des extrémités modifiés de la broche et de l'écrou.

La broche est mise en translation par la rotation de l'écrou qui est lui-même mis en mouvement par un roue denté que nous venons chasser sur sa partie fraichement usinée. Cet ensemble est maintenu en place par un roulement à bille et, dans le sens où la plus grosse force s'exerce (force dû au maintient de la trappe pour pas qu'elle tombe), par une butée à aiguilles. La roue dentée et mis en rotation par un pignon lié à l'arbre du système moteur/réducteur par une vis venant serrer un méplat présent sur celui-ci. Le système moteur/réducteur est quant à lui directement vissé au boitier de la motorisation.

HES-SO 31 Travail de Bachelor 2010



Figure 34 - Vues de coupe et d'ensemble de la motorisation de la trappe.

Arrivés au bout de notre conception, nous nous sommes décidés à prendre les éléments suivants.

Une roue cylindrique sans épaulement de chez Nozag, avec un module de 1 et d'un diamètre de 30 mm. Comme modifications à apportées, nous devons percer un moyeu plus gros pour qu'il ait un diamètre de 20 mm au lieu de 6 mm. Nous devons également « creuser » sur l'une des faces un trou de 26 mm de diamètre et de 0.5 mm de profondeur pour pouvoir venir y loger la butée à aiguilles de chez SKF. Le roulement à billes à une rangée provient également de chez SKF. Il nous faut aussi une autre roue cylindrique de chez Nozag mais avec épaulement et ayant le même module et le même diamètre que la première. Finalement nous nous fournissons chez Maxon pour l'ensemble moteur/réducteur. Il s'agit d'un moteur D.C. RE 30 de 60 W et de son réducteur Koaxdrive KD 32.

7.2.2.3 *Calculs*

Il nous faut maintenant montrer que le choix de tous ces éléments est bon (se référer à l'annexe A pour les détails de calcul). Nous avons calculé précédemment qu'il nous faut développer sur la broche une force en translation de 347 N. Nous souhaitons pouvoir ouvrir et fermer la trappe en une dizaine de seconde. Pendant ces dix secondes, la vis doit avoir été déplacée de 225 mm (voir la longueur minimale de la vis calculée plus haut), ce qui nous fait une vitesse linéaire de 22.5x10⁻³ m/s.

Reportons cette force sur l'écrou à l'aide de la formule utilisée pour déterminer un couple de serrage :

$$T_E = tan(\alpha + \rho') \cdot F \cdot \frac{d_V}{2}$$
 (7-48)

Où:

- T_E = couple de serrage que l'écrou doit fournir
- α = angle d'hélice du filetage

$$\alpha = tan^{-1} \left(\frac{pas}{\frac{d_V}{2} \cdot \pi} \right) = tan^{-1} \left(\frac{3}{\frac{10}{2} \cdot \pi} \right) = 0.1887 \ [rad]$$
 (7-49)

- μ = coefficient de frottement. Selon les données Nozag, est égal à 0.1
- ρ = angle de frottement

$$\rho = tan^{-1}(\mu) = tan^{-1}(0.1) = 0.0997$$
(7-50)

HES-SO 32 Travail de Bachelor 2010

- $\beta = 30^{\circ} = \pi/6$ rad pour un filetage trapézoïdal
- ρ' = angle de frottement équivalent

$$\rho' = \frac{\rho}{\cos\left(\frac{\beta}{2}\right)} = \frac{0.0997}{\cos\left(\frac{\pi/6}{2}\right)} = 0.1032$$
 (7-51)

Et donc:

$$T_E = tan(0.1887 + 0.1032) \cdot 347 \cdot \frac{10 \cdot 10^{-3}}{2} = 0.52 [Nm]$$
 (7-52)

Transposons également la vitesse linéaire de la broche en vitesse angulaire de l'écrou :

$$\omega_E = \frac{v_V \cdot 2\pi}{pas} = \frac{22.5 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi}{3 \cdot 10^{-3}} = 47.1 \left[\frac{rad}{s} \right] \cong 450 [rpm]$$
 (7-53)

À partir de la nous pouvons déterminer une estimation de la puissance de la motorisation.

$$P_E = T_E \cdot \omega_E = 0.52 \cdot 47.1 = 24.5 [W] \tag{7-54}$$

Nous somme donc bon pour l'instant avec le choix du moteur.

Pour la suite des calculs il nous est utile de déterminer le rendement du système broche/écrou. Pour cela il nous faut tout d'abord calculer le diamètre sur flancs d_2 du filetage ainsi que le diamètre moyen d_m de l'écrou.

$$d_2 = d_V - 0.5 \cdot pas = 10 - 0.5 \cdot 3 = 8.5 [mm]$$
 (7-55)

$$d_m = d_V - pas = 10 - 3 = 7 [mm] (7-56)$$

$$\eta_{B/E} = \frac{pas}{tan(\alpha + \rho \prime) \cdot d_2 \cdot \pi + \mu \cdot d_m \cdot \pi} = \frac{3}{tan(0.1887 + 0.1032) \cdot 8.5 \cdot \pi + 0.1 \cdot 7 \cdot \pi} = 0.294$$
 (7-57)

Nous voulons maintenant connaître la vitesse angulaire du pignon et donc également celle à la sortie du réducteur. Nous n'avons pas besoin de calculer le rapport de transmission $i_{RD/P}$ de l'engrenage roue dentée/pignon puisque ces deux éléments ont le même diamètre, donc le rapport est de un. Nous avons choisis un rapport de un car un rapport plus haut ou plus bas faisait très vite gonfler le couple ou la vitesse. Ce rapport est un juste équilibre entre un couple et une vitesse acceptable. De plus la principale réduction se trouve dans le système broche/écrou.

La vitesse à la sortie du réducteur doit donc être de :

$$\omega_R = \omega_E = 47.1 \left[\frac{rad}{s} \right] \cong 450 \left[rpm \right] \tag{7-58}$$

HES-SO 33 Travail de Bachelor 2010

Et le couple à la sortie de ce même élément en fonction d'un rendement de l'engrenage roue dentée/pignon de 90% doit être de :

$$T_R = \frac{T_E}{i_{RD/P} \cdot \eta_{RD/P}} = \frac{0.52}{1 \cdot 0.9} = 0.58 [Nm]$$
 (7-59)

À ce stade des calculs, nous pouvons déjà vérifier si notre choix de moteur et de réducteur est sur la bonne voie. Le réducteur a une réduction de 17 :1. La vitesse d'entrée maximale supportée est de 8 000 rpm. Le moteur a une vitesse nominale de 7650 rpm et un couple nominal de 52x10⁻³ Nm.

$$\frac{\omega_M}{r\acute{e}duction} = \frac{7650}{17} = 450 [rpm] \ge \omega_R \tag{7-60}$$

$$T_M \cdot r \in duction = 52 \cdot 10^{-3} \cdot 17 = 0.88 [Nm] \ge T_R$$
 (7-61)

Le couple fournis par le moteur est bon quand à la vitesse elle passe de justesse. Par contre nous devons encore le couple dû aux inerties système rapportées aux réducteur/moteur.

Suivant les dimensions et les masses des éléments, leur moment d'inertie sont les suivant (voir annexe A pour les détails des calculs) :

• Réducteur/moteur :
$$J_{R/M} = J_R + J_M = 3.35 \cdot 10^{-6} + 38 \cdot 10^{-9} = 3.4 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-62)

• Pignon :
$$J_P = 6 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-63)

• Roue dentée :
$$J_{RD} = 5.5 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-64)

• Trappe :
$$J_T = 1.7 [kgm^2]$$
 (7-65)

• Boitier :
$$J_{Bo} = 0.8 \cdot 10^{-3} \ [kgm^2]$$
 (7-66)

À partir de ces moments d'inertie, nous pouvons calculer les énergies cinétiques pour des mouvements circulaires:

$$E = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2 \tag{7-67}$$

• Réducteur/moteur :
$$E_{R/M} = 3.8 \cdot 10^{-3} [J]$$
 (7-68)

• Pignon :
$$E_P = 6.6 \cdot 10^{-3} [J]$$
 (7-69)

• Roue dentée :
$$E_{RD} = 6.1 \cdot 10^{-3} [J]$$
 (7-70)

• Trappe:
$$E_T = 21 \cdot 10^{-3} [J]$$
 (7-71)

• Boitier:
$$E_{Ro} = 3.6 \cdot 10^{-6} [J]$$
 (7-72)

Ainsi que les énergies cinétiques pour des mouvements linéaires :

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \tag{7-73}$$

• Broche :
$$E_B = 34.1 \cdot 10^{-6} [J]$$
 (7-74)

Le travail créé par ces énergie est de :

$$W = E_{R/M} + E_P + \frac{E_{RD}}{\eta_{RD/P}} + \frac{E_B}{\eta_{RD/P} \cdot \eta_{B/E}} + \frac{E_T}{\eta_{RD/P} \cdot \eta_{B/E}} + E_{Bo}$$
 (7-75)

$$W = 3.8 \cdot 10^{-3} + 6.6 \cdot 10^{-3} + \frac{6.1 \cdot 10^{-3}}{0.9} + \frac{34.1 \cdot 10^{-6}}{0.9 \cdot 0.294} + \frac{21 \cdot 10^{-3}}{0.9 \cdot 0.294} + 3.6 \cdot 10^{-6} = 0.097 [J]$$
 (7-76)

De ce travail nous tirons le moment d'inertie rapporté aux réducteur/moteur :

$$J_{rR/M} = 2 \cdot \frac{W}{\omega_R^2} = 2 \cdot \frac{0.097}{47.1^2} = 87 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-77)

Puis le couple rapporté :

$$T_{rR/M} = J_{rR/M} \cdot \alpha_R = 87 \cdot 10^{-6} \cdot 4.7 = 409 \cdot 10^{-6} [Nm]$$
 (7-78)

Où:

• α_R = accélération angulaire du réducteur

Nous pouvons maintenant déterminer le couple total nécessaire à la sortie du réducteur ainsi que la puissance :

•
$$T_{total} = T_R + T_{rR/M} = 0.58 + 409 \cdot 10^{-6} \approx 0.58 [Nm]$$
 (7-79)

•
$$P_R = T_{total} \cdot \omega_R = 0.58 \cdot 47.1 = 27.3 [W]$$
 (7-80)

Nous observons que l'inertie du système n'influence pas les conditions nécessaires aux réducteur/moteur. Ces conditions sont d'ailleurs respectées.

7.2.2.4 Résistance des matériaux

Avant de passer à la fixation, quelques petits calculs de résistance des matériaux sont nécessaires pour certifier que les éléments supportent les charges auxquelles ils sont soumis.

Pour la roue dentée et le pignon, nous réalisons un calcul de contrainte de flexion au pied des dents en utilisant la formule **6-28**, avec la force appliqué tangentiellement (F_{tg}) à la roue dentée et au pignon :

$$F_{tg} = \frac{T_{total}}{\frac{d_P}{2}} = \frac{0.58}{\frac{30 \cdot 10^{-3}}{2}} = 38.7 [N]$$
 (7-81)

$$\sigma = \frac{38.7 \cdot \cos(20^{\circ})}{1 \cdot 8} = 4.55 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-82)

La contrainte de flexion admissible étant quant à elle de :

$$\sigma_{adm} = 0.6 \cdot Re_{acier} = 0.6 \cdot 235 = 141 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-83)

Nous pouvons dire que les matériaux des roues cylindriques tiendront.

Pour calculer la résistance de la dent de la broche à filetage trapézoïdal, nous procédons de la manière suivante. Commençons tout d'abord par calculer la contrainte normale de traction/compression :

$$\sigma = \frac{F}{S} \tag{7-84}$$

Où:

- d_3 = diamètre moyen de la broche. Selon Nozag il vaut 5.84 mm
- S = surface minimale de la broche

$$S = \pi \cdot \frac{d_3^2}{4} = \pi \cdot \frac{5.84^2}{4} = 26.8 \ [mm^2]$$
 (7-85)

Alors:

$$\sigma = \frac{347}{26.8} = 13 \left[\frac{N}{mm^2} \right] \tag{7-86}$$

Il nous faut maintenant déterminer la contrainte tangentielle de torsion :

$$\tau = \frac{T_E}{W_n} \tag{7-87}$$

Où:

• W_p = couple résistant de la broche

$$W_p = \pi \cdot \frac{d_3^3}{16} = \pi \cdot \frac{5.84^3}{16} = 39.1 \ [mm^3]$$
 (7-88)

Et donc:

$$\tau = \frac{0.52}{39.1} = 13.3 \cdot 10^{-3} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-89)

Nous pouvons maintenant trouver la contrainte équivalente :

$$\sigma_{\acute{e}q} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{13^2 + 3 \cdot (13.3 \cdot 10^{-3})^2} = 13 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-90)

Sachant que la contrainte admissible pour l'acier est de 0.6 fois la limite d'élasticité R_e , soit 141 N/mm², la broche supportera la charge exercée sur elle.

7.2.2.5 *Fixation*

La fixation de cette motorisation se fait un peu un l'œil. Pour rendre celle-ci solidaire au dôme tout en lui laissant la liberté de pivoté selon un axe horizontal, nous la glissons sur une barre que nous fixons fermement au dôme, puis nous bloquons la motorisation en translation à l'aide de simples segments d'arrêts. Afin de ne pas endommager le dôme et de bien répartir les forces exercées sur celui-ci, nous le prenons en sandwich entre deux plaques, l'une placée à l'extérieur et l'autre à l'intérieur, sur laquelle vient se souder la barre.

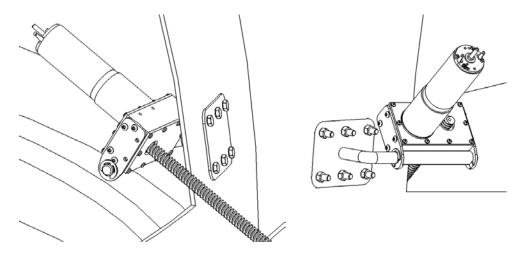


Figure 35 - Fixation au dôme vu depuis l'extérieur et l'intérieur de celui-ci.

La fixation de la broche filetée à la trappe se fait sous le même principe que la fixation au dôme, pour répartir les charges et les contraintes, nous mettons la trappe en sandwich entre deux plaques. Sur l'extrémité de la broche que nous avons usinée afin d'obtenir un diamètre de 5 mm, nous plaçons une fourche que nous fixons à l'aide d'une goupille. Cette fourche vient par la suite pivoté sur la fixation de la trappe.

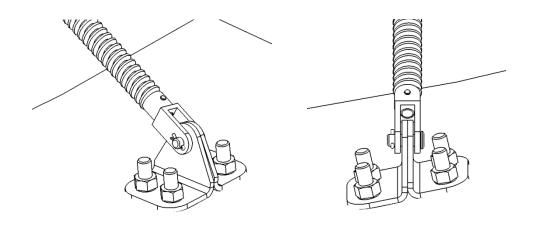


Figure 36 - Vues de la fixation de la fourche aux plaques intérieures du "sandwich".

HES-SO 37 Travail de Bachelor 2010

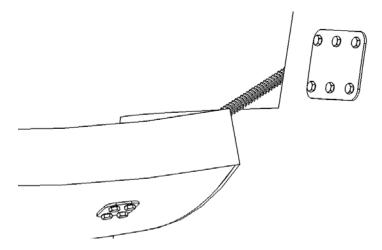


Figure 37 - Vue des plaques externes des "sandwichs" de fixation à la trappe (gauche) et au dôme (droite).

Afin d'éviter tous dommages que pourrais causer une trop forte contrainte sur la trappe, la goupille qui solidarise la broche et la fourche a été dimensionnée pour céder aux environ de 85 kg.

La goupille fait 2 mm de diamètre soit une surface de section de 3.14 mm². Deux points de la goupille sont soumis aux contraintes, ce qui nous fait une surface de section totale de 6.28 mm². La formule de la contrainte de cisaillement simple est la suivante :

$$\tau = \frac{F}{S} \tag{7-91}$$

La contrainte de cisaillement admissible pour l'acier est de :

$$\tau_{adm} = \frac{Re_{acier}}{\sqrt{3}} = \frac{235}{\sqrt{3}} = 135.7 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-92)

La force maximale que peut supporter la goupille est alors de :

$$F_{max} = \tau_{adm} \cdot S = 135.7 \cdot 6.28 = 852.5 [N]$$
 (7-93)

Soit 86.7 kg.

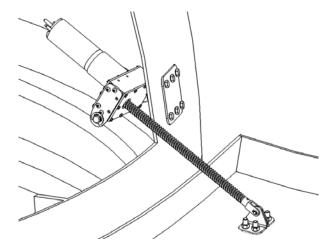


Figure 38 - Vue d'ensemble de l'installation de la motorisation de la trappe.

7.2.3 Dôme

La coupole est formée d'une base fixe (une sorte de grand anneau) et d'un dôme posé sur cette base et libre en rotation suivant un axe vertical. Pour pouvoir mouvoir celui-ci nous choisissons une méthode très simple qui consiste à appuyer une roue que nous mettons en rotation et par friction, celle-ci entraine le dôme.

7.2.3.1 Études préliminaires

Comme pour les précédentes motorisations, nous avons, lors de nos visites chez Galileo Lausanne, mesuré le poids nécessaire à la mise en rotation du dôme. Cette mesure, faite à l'aide d'un dynamomètre, nous a permit de trouver qu'il faut 2 kg, soit environ 20 N, pour que le dôme tourne.

7.2.3.2 Mécanisme

L'axe de la roue en contact avec le dôme est mis en rotation par une roue dentée liée à celui-ci par une goupille radiale. Cette roue dentée est entrainée par un pignon solidarisé à l'arbre du réducteur par une vis transversale venant s'appuyer sur un méplat usiné sur cet arbre. Le réducteur et le moteur sont directement vissés au boitier de la motorisation. L'axe de la roue et quant à lui maintenu dans un tube qui fait office de fourreau par des roulements à billes à une rangée de chez SKF.

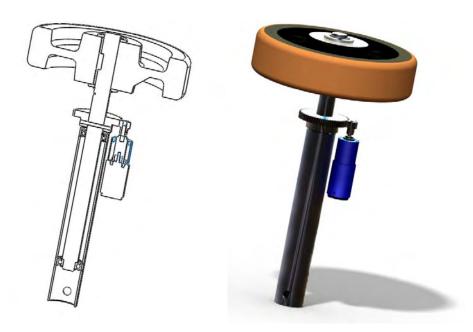


Figure 39 - Vues de coupe et d'ensemble de la motorisation du dôme.

Après nos habituels calculs et essais, nous choisissons de construire cette motorisation avec les éléments suivants.

Deux roulements à billes à une rangée de chez SKF, comme dit plus haut. Une roue cylindrique de chez Nozag, d'un module de 1 et un diamètre de 60 mm. Nous devons percer radialement l'épaulement de celle-ci pour un passage de goupille d'un diamètre de 4 mm. Cette roue est mise en rotation par une autre roue cylindrique de chez Nozag également, ayant aussi un module de 1 mais un diamètre de 12 mm. Nous devons également modifier cette pièce en lui usinant, sur son épaulement, un taraudage pour vis M2. Nous choisissons également un moteur D.C.Re-max 29 de chez Maxon et ayant une puissance de 15 W, que nous couplons avec un réducteur planétaire GP 26

HES-SO 39 Travail de Bachelor 2010

B. Finalement il nous faut aussi une roue d'un diamètre de 200 mm, en fonte avec un bandage en polyuréthane coulé de chez Tente.

7.2.3.3 *Calculs*

Faisons maintenant une série de calculs afin de s'assurer que notre motorisation fonction comme on le souhaite (se référer à l'annexe A pour tout les détails de calcul). Nous désirons que le dôme puisse effectuer un tour complet en une soixantaine de secondes, soit une vitesse de 1 rpm (0.1047 rad/s). Le diamètre intérieur de celui-ci est d'environ 2292 mm alors que celui de la roue est de 200 mm, ce qui nous fait un rapport de transmission entre ces deux éléments de :

$$i_{D/Roue} = \frac{d_D}{d_{Roue}} = \frac{2292}{200} = 11.46$$
 (7-94)

Avec un tel rapport, la roue tourne à la vitesse de :

$$\omega_{Roue} = \omega_D \cdot i_{D/Roue} = 1 \cdot 11.46 = 11.46 [rpm] = 1.2 \left[\frac{rad}{s} \right]$$
 (7-95)

Calculons maintenant le couple nécessaire à la roue en prenant en compte un rendement, pour le système dôme/roue, de 90% :

$$T_{Roue} = \frac{F}{\eta_{D/Roue}} \cdot \frac{d_{Roue}}{2} = \frac{20}{0.9} \cdot \frac{200 \cdot 10^{-3}}{2} = 2.22 [Nm]$$
 (7-96)

Ce qui nous fait une puissance de :

$$P_{Roue} = T_{Roue} \cdot \omega_{Roue} = 2.22 \cdot 1.2 = 2.7 [W]$$
 (7-97)

Nous pouvons dire que pour l'instant, notre motorisation est bonne. Passons à la suite. Le rapport de transmission entre la roue dentée et le pignon est de :

$$i_{RD/P} = \frac{d_{RD}}{d_P} = \frac{60}{12} = 5 \tag{7-98}$$

Cela nous fait une vitesse pour le pignon, et donc aussi pour la sortie du réducteur, de :

$$\omega_R = \omega_{Roue} \cdot i_{RD/P} = 11.46 \cdot 5 = 57.3 \ [rpm] = 6 \ \left[\frac{rad}{s} \right]$$
 (7-99)

Avec un rendement, pour l'engrenage roue dentée/pignon, de 90%, cela donne un couple au pignon et au réducteur de :

$$T_R = \frac{T_{Roue}}{i_{RD/P} \cdot \eta_{RD/P}} = \frac{2.22}{5 \cdot 0.9} = 0.5 [Nm]$$
 (7-100)

HES-SO 40 Travail de Bachelor 2010

Et donc une puissance à la sortie du réducteur de :

$$P_R = T_R \cdot \omega_R = 0.5 \cdot 6 = 3 [W]$$
 (7-101)

Si on s'arrêtait là, notre système de motorisation serait bon, mais il nous faut encore déterminer les inerties du système rapportées au moteur, ainsi que de savoir si le couple réducteur/moteur est bien compatible.

Faisons d'abord le calcul des inerties rapportées. Suivant les dimensions et les masse des éléments, leur moment d'inertie sont les suivants (voir annexe A pour les détails des calculs) :

• Réducteur/moteur :
$$J_{R/M} = J_R + J_M = 50 \cdot 10^{-9} + 1.32 \cdot 10^{-6} = 1.37 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-102)

• Pignon :
$$J_P = 0.16 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-103)

• Roue dentée :
$$J_{RD} = 97.4 \cdot 10^{-6} [kgm^2]$$
 (7-104)

• Barre :
$$J_B = 0.59 \cdot 10^{-3} [kgm^2]$$
 (7-105)

• Roue :
$$J_{Roue} = 26.8 \cdot 10^{-3} [kgm^2]$$
 (7-106)

• Dôme :
$$J_D = 75.66 [kgm^2]$$
 (7-107)

À partir de ces moments d'inertie, nous pouvons calculer les énergies cinétiques à l'aide de la formule **6-16**:

• Réducteur/moteur :
$$E_{R/M} = 24.7 \cdot 10^{-6} [J]$$
 (7-108)

• Pignon :
$$E_P = 2.9 \cdot 10^{-6} [J]$$
 (7-109)

• Roue dentée :
$$E_{RD} = 70 \cdot 10^{-6} [J]$$
 (7-110)

• Barre :
$$E_B = 0.43 \cdot 10^{-3} [J]$$
 (7-111)

• Roue:
$$E_{Roue} = 19.3 \cdot 10^{-3} [J]$$
 (7-112)

• Dôme :
$$E_D = 415 \cdot 10^{-3} [J]$$
 (7-113)

Le travail créé par ces énergie est de :

$$W = E_{R/M} + E_P + \frac{E_{RD}}{\eta_{RD/P}} + \frac{E_B}{\eta_{RD/P}} + \frac{E_{Roue}}{\eta_{RD/P}} + \frac{E_D}{\eta_{RD/P}} \cdot \eta_{D/Roue}$$
 (7-114)

$$W = 24.7 \cdot 10^{-6} + 2.9 \cdot 10^{-6} + \frac{70 \cdot 10^{-6}}{0.9} + \frac{0.43 \cdot 10^{-3}}{0.9} + \frac{19.3 \cdot 10^{-3}}{0.9} + \frac{415 \cdot 10^{-3}}{0.9 \cdot 0.9} = 0.53 \ [J]$$
 (7-115)

De ce travail nous tirons le moment d'inertie rapporté aux réducteur/moteur :

$$J_{rR/M} = 2 \cdot \frac{W}{\omega_R^2} = 2 \cdot \frac{0.53}{6^2} = 30 \cdot 10^{-3} [kgm^2]$$
 (7-116)

Puis le couple rapporté :

$$T_{rR/M} = J_{rR/M} \cdot \alpha_R = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 0.9 = 27 \cdot 10^{-3} [Nm]$$
 (7-117)

Où:

• α_R = accélération angulaire au réducteur

Nous pouvons maintenant déterminer le couple total nécessaire au moteur ainsi que sa puissance :

•
$$T_{total} = T_T + T_{rR/M} = 0.5 + 27 \cdot 10^{-3} \approx 0.51 [Nm]$$
 (7-118)

•
$$P_M = T_{total} \cdot \omega_R = 0.51 \cdot 6 \cong 3.1 [W]$$
 (7-119)

Nous observons que l'inertie du système influence très légèrement les conditions nécessaires au moteur.

Nous devons encore vérifier si le moteur et le réducteur sont bien adaptés. La réduction de ce dernier et de 24 : 1. La vitesse d'entrée maximale supportée est de 8 000 rpm. Le moteur a une vitesse nominale de 5110 rpm et un couple nominal de 26x10⁻³ Nm.

$$\frac{\omega_M}{r\acute{e}duction} = \frac{5110}{24} = 213 [rpm] \ge \omega_R \tag{7-120}$$

$$T_M \cdot r \in duction = 26 \cdot 10^{-3} \cdot 24 = 0.62 [Nm] \ge T_{total}$$
 (7-121)

Le couple fournis par le moteur est bon et la vitesse également.

7.2.3.4 Résistance des matériaux

Comme pour les deux premières motorisations, un petit calcul de résistance des matériaux s'impose pour certifier que les dents de la roue dentée ou du pignon supportent les charges auxquelles ils sont soumis.

Pour cela nous réalisons un calcul de contrainte de flexion au pied des dents dont la formule est l'équation 6-28.

$$F = \frac{T_{total}}{\frac{d_P}{2}} = \frac{0.51}{\frac{12 \cdot 10^{-3}}{2}} = 85 [N]$$
 (7-122)

$$\sigma = \frac{85 \cdot cos(20^\circ)}{1 \cdot 8} \cong 10 \left[\frac{N}{mm^2} \right] \tag{7-123}$$

La contrainte de flexion admissible étant quant à elle de :

$$\sigma_{adm} = 0.6 \cdot Re_{acier} = 0.6 \cdot 235 = 141 \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$
 (7-124)

Nous pouvons dire que les matériaux sont bien assez résistants.

7.2.3.5 *Fixation*

Pour pouvoir fixer cette motorisation, il y a une petite particularité à respecter. Il faut que la roue soit constamment en appuie contre le dôme, même s'il y a de l'usure ou de la dilatation. De plus elle doit appuyer avec une certaine force contre ce dôme pour éviter qu'elle ne glisse. La méthode employée est d'utiliser un ressort qui est constamment sous contrainte et qu'il plaque littéralement la roue au dôme.

Pour cela nous devons tout d'abord connaître la force que la roue doit exercer.

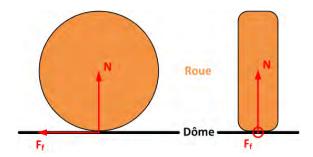


Figure 40 - Schéma de la force de frottement et de la force de réaction.

Nous avons déterminé plus haut que la force nécessaire à la rotation du dôme est de 20 N. Avec une petite marge, prenons 25 N pour F_f . Nous choisissons de faire nos calculs avec un mauvais coefficient de frottement car nous ne trouvons pas de valeurs précises. Nous prenons 0.2. La force de réaction N que doit être de :

$$N = \frac{F_f}{\mu} = \frac{25}{0.2} = 125 [N] \tag{7-125}$$

Pour pouvoir trouver la force que doit pouvoir fournir le ressort, il nous faut encore calculer le bras de levier.

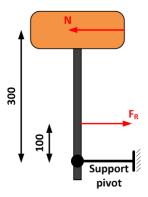


Figure 41 - Schéma du bras de levier.

À l'aide de la figure ci-dessus, nous pouvons aisément écrire l'équation suivante qui nous donne la force de traction minimale du ressort:

$$F_R = \frac{N \cdot 300}{100} = \frac{125 \cdot 300}{100} = 375 [N] \tag{7-126}$$

Notre principale contrainte, c'est la place. Nous n'en disposons pas de beaucoup, ce qui nous oblige à trouver un ressort assez court. Pour cela, nous décidons de mettre deux ressorts en parallèle. Nous trouvons 2 ressorts de chez FederTECHNIK qui répondent parfaitement à notre demande. Pour une longueur sous contrainte de 64.5 mm, chacun fournis une force de 200 N, ce qui nous fait un total de 400 N (> 375 N).

Sur la figure 41, nous pouvons voir un support pivot. Celui-ci est directement fixer à la base de l'abri à l'aide d'éléments que nous glissons dans les rainures des profilés Item qui nous servent de poutre. Une petite barre passe au travers du tube qui fait office de housse et maintient le système d motorisation en hauteur tout en le laissant libre de pivoter.

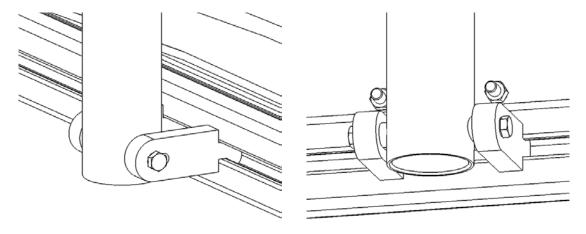


Figure 42 - Vues des éléments de fixation au profilé Item (gauche) et du pivot passant dans le tube (droite).

Pour fixer les ressorts au dôme, nous avons utilisé la même méthode que nous avions utilisée pour la motorisation de la trappe, notre très célèbre méthode du « sandwich »! Nous coinçons donc le dôme entre deux grandes plaques, l'une à l'extérieur et l'autre à l'intérieur du dôme, ceci nous permet de bien répartir les charges.

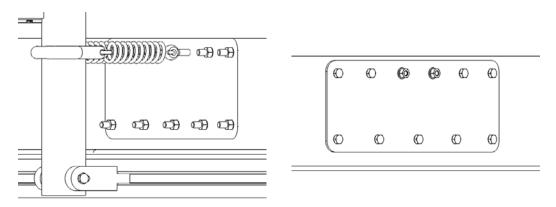


Figure 43 - Vue de la plaque intérieure avec les deux ressorts en parallèle (gauche), et de la plaque extérieure (droite).

Pour lier les ressorts au tube de maintient de la motorisation, nous choisissons d'utiliser tout simplement un gros morceau de cuir. Cette méthode possède plusieurs avantages ; tout d'abord elle est très facile à mettre en place, elle est modulable et facilement démontable.

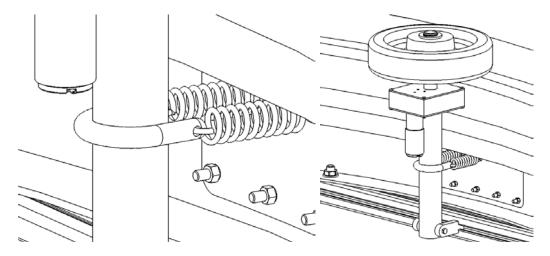


Figure 44 – Vue de la liaison ressorts/tube de maintient (cuir).

Figure 45 – Vue d'ensemble du système de motorisation du dôme.

7.3 Capteurs

7.3.1 Détecteurs de position

Afin de pouvoir automatiser les motorisations, nous devons utiliser des détecteurs de position pour permettre au système de savoir où sont les différents éléments mobiles.

7.3.1.1 *Cimier*

Pour l'automatisation du cimier, nous devons savoir à quel moment il est complètement ouvert afin d'arrêter le moteur et il en va de même lorsqu'il est complètement fermé. Nous utilisons donc des interrupteurs de fin de course type levier à rouleau, l'un monté à droite, l'autre à gauche.

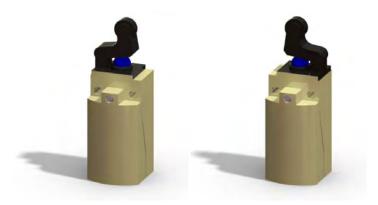


Figure 46 - Interrupteurs de fin de cours type levier à rouleau.

Ces interrupteurs sont fixés sur des plaques qui seront à leur tour directement fixées au dôme. Leur position dépend de la hauteur à laquelle se trouve le cimier lorsqu'il est ouvert ou fermé. Les leviers doivent dépasser dans l'ouverture de telle à se trouver sur le chemin du déclencheur.

HES-SO 45 Travail de Bachelor 2010

Le déclencheur est une pièce fixée sur le cimier et qui entre en contact avec les interrupteurs de fin de course. C'est cet élément qui permet d'enclencher les interrupteurs. Il s'agit d'un triangle monté sur un support et réglable en hauteur.

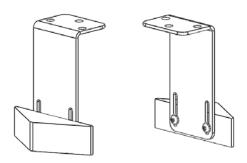


Figure 47 - Déclencheur vue de face et de dos.

Le triangle est conforme aux formes nécessaires à l'enclenchement d'interrupteurs de fin de course type levier à rouleau.

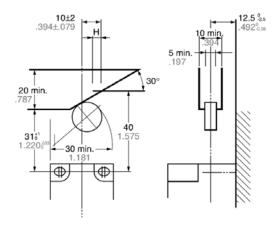


Figure 48 - Forme pour interrupteur de fin de course type levier à rouleau de chez Panasonic (image Panasonic).

7.3.1.2 Trappe.

Pour l'automatisation du mouvement de la trappe, nous utilisons également des interrupteurs de fin de course, mais de type bouton à rouleau.



Figure 49 - Interrupteur de fin de course type bouton à rouleau.

HES-SO 46 Travail de Bachelor 2010

Il nous en faut deux que nous fixons directement sur la motorisation. Nous utilisons pour ça des vis M3 d'une longueur de 30 mm dont il nous faut couper après montage afin que l'elles ne gênent pas le mécanisme intérieur de la motorisation.

Afin d'enclencher ces deux interrupteurs, nous fixons, à l'aide d'une vis, une plaque à l'extrémité libre de la broche filetée. Lorsque la trappe arrive en fin de course lors de l'ouverture, cette plaque vient actionner le premier interrupteur. Pour enclencher lors de la fermeture, nous fixons une autre plaque sur un écrou à filetage trapézoïdale que nous vissons sur la broche à la hauteur désiré. Cet écrou est ensuite maintenu en place par une vis radiale que nous venons serrer sur la broche.

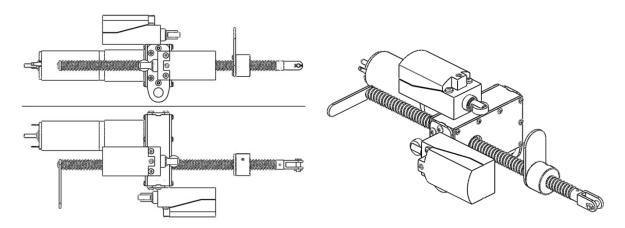


Figure 50 - Vues du système de motorisation de la trappe, avec les interrupteurs de fin de courses et les actionneurs.

7.3.1.3 Dôme

Pour connaître la position du dôme, nous utilisons deux capteurs. Le premier est un détecteur optoélectronique à fourche. Il nous permet de connaître le nombre de tours effectués par la roue et donc, de connaître la rotation du dôme. Il est directement fixé sur le dessus du boitier de la motorisation du dôme. Il « compte » les tours de la roue à l'aide d'un disque comportant une fente et fixé à l'axe de rotation de celle-ci. Sachant que le rapport de transmission $i_{D/Roue}$ est de 11,46, cela fait une résolution de 31.4° (un tour de roue égale une rotation du dôme de 31.4°).

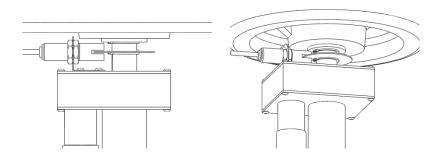


Figure 51 - Vue de détecteur optoélectronique à fourche et du disque à fente.

Le second est un détecteur de proximité photoélectrique. Il est directement fixé à la base de l'abri par un système relativement similaire à celui que nous utilisons pour fixer la motorisation du dôme. Le capteur est orienté vers le dôme et il détecte une marque faite sur celui-ci. Cette marque permet de connaître la position initiale du dôme, elle permet donc, par exemple, une remise à zéro de la position de celui-ci.

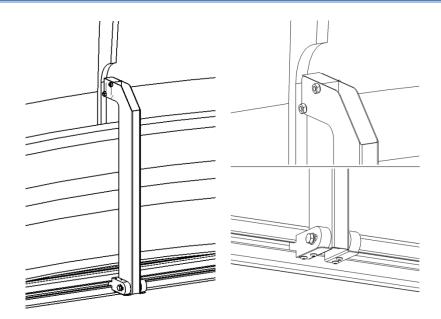


Figure 52 - Vues d'ensemble et de détails du détecteur de proximité photoélectrique et de son support.

7.3.2 Station météo

Afin d'assurer une certaine sécurité, le système doit être capable de connaître et donc de mesurer l'environnement météorologique. Il doit, par exemple, lorsqu'il pleut, interdire l'utilisation du télescope ou refermer le dôme lorsque celui-ci à été oublié. Il peut aussi donner des recommandations telles qu'une humidité de l'air ambiante inadéquat à une observation.

Pour cela nous avons besoin d'une station météo. Il se trouve que l'école en possède déjà une installée sur son toit. Celle-ci comprend :

- Un pluviomètre (quantité d'eau de pluie tombée) hors d'usage
- Un anémomètre (vitesse du vent)
- Une girouette (direction du vent)
- Un baromètre (pression atmosphérique)
- Un hygromètre (humidité) défaillant selon les heures
- Un thermomètre PT100 (température)

Après quelques recherches, il s'avère que c'est le laboratoire LESBAT à St. Roch qui s'occupe de l'exploitation de cette station. Nous prenons alors contact avec monsieur Didier FAVRE qui, après autorisation, nous communique les éléments nécessaires pour pouvoir lire, à l'aide de LabVIEW, les informations données par la station météo. Ces informations sont visibles sur le site http://solarplant.heig-vd.ch/.

Comment cela fonctionne-t-il concrètement ? L'acquisition se fait en temps réel par fieldpoint. Comme mentionné plus haut, LabVIEW est utilisé pour communiquer avec ce fieldpoint, via le réseau LAN de l'école. Le programme LabVIEW doit tourner sur un PC dédié (par exemple le mini-PC de l'observatoire) branché au réseau câblé ethernet de l'école. Afin d'accéder au fieldpoint, il faut créer avec le MAX (Measurement and Automation Explorer) un fichier *.iak contenant la configuration du fieldpoint.

Un fichier *.iak contenant déjà la bonne configuration nous a été aimablement communiqué par le laboratoire LESBAT.

Comme le pluviomètre est hors d'usage et que l'hygromètre est de temps à autre défaillant, il serait plus judicieux de les remplacer. Malheureusement les intempéries ont effacé les indications nécessaires qui se trouvaient sur les éléments composants la station météo. Le laboratoire LESBAT sait seulement que l'hygromètre vient de chez Rotronic et nous pouvons lire sur le pluviomètre qu'il vient de l'entreprise Markasub AG. Des recherches plus approfondies sont nécessaire afin de pouvoir acheter des éléments semblables qui seront bien plus simple à intégrer que des d'autres éléments.

Il nous faut donc acheter un pluviomètre ainsi qu'un hydromètre, mais il nous faut en plus avoir un détecteur de précipitation qui est le capteur le plus important pour notre installation. Ce type de capteur se trouve aisément (chez Conrad par exemple).

7.3.3 Webcams

Même si l'observatoire sera complètement automatisé et normalement capable de se gérer tout seul, il peut toujours s'avérer utile de « voir ce qu'il se passe », et cela également si l'utilisateur ne se trouve pas sur place. C'est pourquoi l'emploi de webcams est nécessaire. Deux unités devraient suffire, une placée à l'intérieur du dôme pour pouvoir contrôler ce qu'il s'y passe, et l'autre à l'extérieur de sorte à bien voir l'observatoire en entier. Selon nous, des caméras à vision nocturne seraient recommandées car il ne faut pas oublier que le télescope s'utilise de nuit.

7.4 Alimentation

Une alimentation électrique de l'observatoire est nécessaire. Pour des éléments fixes comme la motorisation du dôme, les capteurs pour la rotation ou encore le télescope lui-même, l'alimentation se fait aisément. Par contre, pour des éléments mobiles, comme par exemple les motorisations de la trappe et du cimier, ou encore leur capteurs respectifs, l'alimentation s'avère un peu plus compliquée. En effet, le dôme doit pouvoir tourner librement sur, au minimum, 360°. L'utilisation de contacts glissants s'avère des plus nécessaire. Ces contacts peuvent facilement être installable sur le cache des roulements qui servent à la rotation du dôme.

7.5 Système de contrôle

Malheureusement nous n'avons pas pu arriver jusqu'au développement du système de contrôle, le travail de recherche et le développement mécanique ayant demandé beaucoup de temps et d'investissement. Cependant, nous allons, ci-dessous, esquisser une ébauche de ce système et expliqué son principe d'opération.

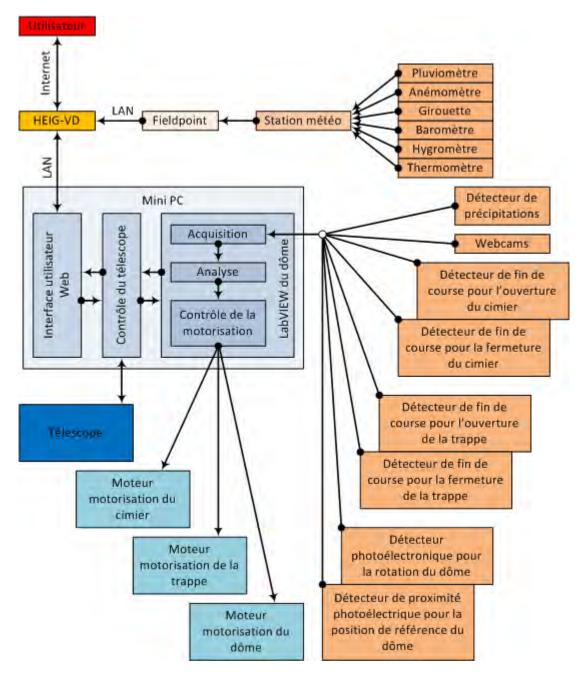


Figure 53 - Diagramme des flux de communication.

Dans un premier temps, toutes les informations des différents capteurs et détecteurs sont relevées, soit par câblage direct, soit via la connexion LAN de l'école (pour la communication avec le fieldpoint par exemple). Ces données sont analysées par le programme de gestion qui « décide » par la suite l'actionner ou non les motorisations. Le télescope est quant à lui directement contrôlé par l'utilisateur via internet et un programme d'astronomie dédié.

HES-SO 50 Travail de Bachelor 2010



8 Conclusion

Ce projet de Bachelor c'est avéré très instructif. De par sa pluridisciplinarité, il a été nécessaire de faire des recherches et des analyses d'un genre que nous n'avions jamais fait, du moins pas de manière aussi poussée. Nous nous sommes donc rendu compte que la recherche d'informations, de fournisseurs ainsi que l'analyse des offres et devis est un travail de longue allène et tout aussi importante que les développements d'ingénieries.

Malgré le temps fou passé sur ce travail, une réponse à tous les critères du cahier des charges n'a pas pu être fourni, néanmoins, tous ont été couverts un minimum. Le projet en lui-même n'était pas destiné à être fini de A à Z, mais le but était d'aller « le plus loin possible » et surtout de fournir un dossier de construction complet ; de ce point de vue, le résultat est satisfaisant.

Il reste encore passablement de travail, notamment tous les câblages et raccordements ainsi que les développements logiciels tel que sur LabVIEW ou encore toute l'interface utilisateur et l'interface web.

Bien entendu il reste également tout le montage et l'installation de l'observatoire, étape que nous n'avons malencontreusement, et à notre grand regret, pas atteint. Nous nous étions déjà imaginés sur le toit de l'école, sous un beau soleil, en train de monter tout un système que nous avions développé du début jusqu'à la fin.

Yverdon-les-Bains, le 23 juillet 2010

Marc LAURENT

HES-SO 51 Travail de Bachelor 2010

Travail de Bachelor 2010

Liste de références

Bibliographie

Chappuis, J.-D. (2008). *Résistance des matériaux pour petits génies*. Yverdon-les-Bains : Polycopié-HEIG-VD.

Clavel, R. (2003). Composants de la microtechnique. Lausanne : Polycopié-EPFL.

Loude, J.-M. et Reichen, W (2007). Les roues dentées. Yverdon-les-Bains : Polycopié-HEIG-VD.

Mischler, G (2007). Les vis de mouvement. Yverdon-les-Bains : Polycopié-HEIG-VD.

WRN, (2005). Assemblages vis. Yverdon-les-Bains: Polycopié-HEIG-VD.

WRN, (2005). Les ressorts. Yverdon-les-Bains: Polycopié-HEIG-VD.

WRN, (2005). *Résistance des matériaux et contraintes admissibles*. Yverdon-les-Bains : Polycopié-HEIG-VD.

WRN, (2005). Roues dentées et engrenages. Yverdon-les-Bains : Polycopié-HEIG-VD.

Webographie

Astrosurf: www.astrosurf.com

Baumer: www.baumerelectric.com

Bosch: www.bosch.ch

Bossard: www.bossard.com

Claude D'Eramo: www.astroderamocielpourtous.ch

Contrinex: www.contrinex.com

Coop Brico+loisirs: www.coop.ch

FederTECHNIK: www.federtechnik.ch

Galileo Lausanne: www.galileo.cc

Google CH: www.google.ch

Item: www.item24.com

Maxon motors: www.maxonmotor.ch

Nozag: www.nozag.ch

Panasonic: www.panasonic-electric-works.ch

Proteau: www.proteaux.fr/thermoplastiques.php

Sirius Observatories : www.siriusobservatories.com

SKF: www.skf.com

Tente: www.tente.ch

Wikipédia DE : de.wikipedia.org

Wikipédia EN: en.wikipedia.org

Wikipédia FR: fr.wikipedia.org

Images

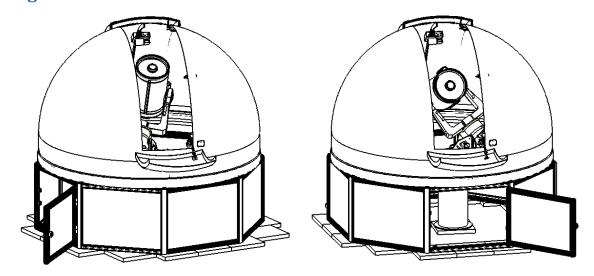


Figure 54 - Diverses représentations de l'observatoire au complet.

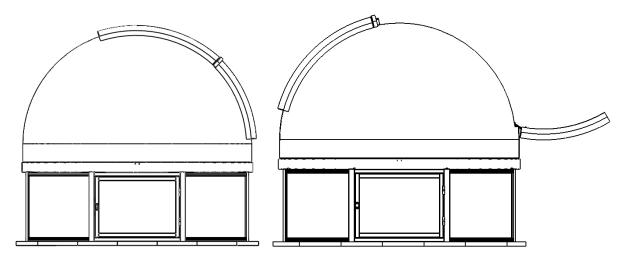


Figure 55 - Vues de côté de l'observatoire fermé (gauche) et ouvert (droite).

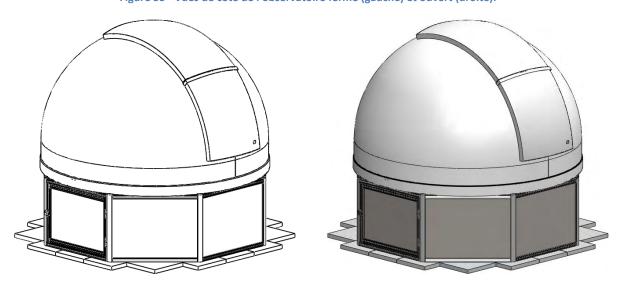


Figure 56 - Vues isométriques de l'observatoire.

HES-SO 54 Travail de Bachelor 2010

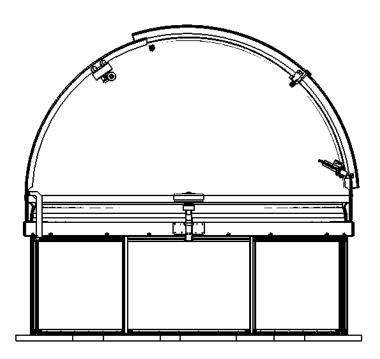
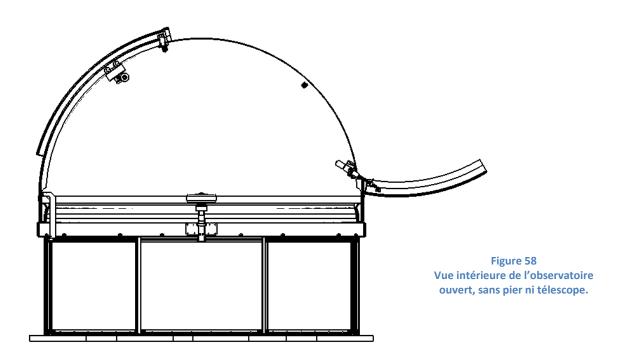
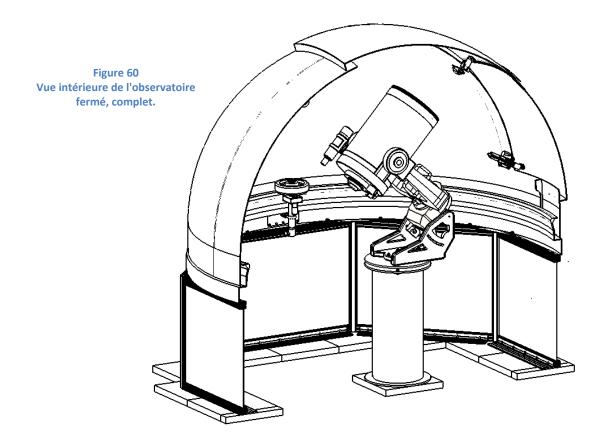
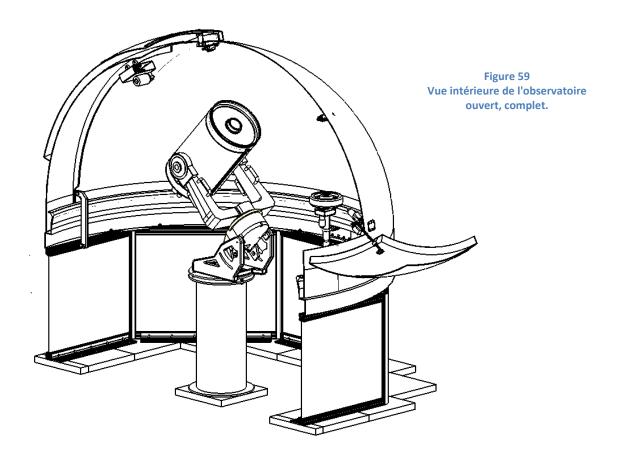


Figure 57 Vue intérieure de l'observatoire fermé, sans pier ni télescope.









Annexe A - Code MatLab

A. 1 Calculs de flexion du pier

```
%% Calcul de flexion du Pier
clear all;
close all;
clc;
%% Données
h = 740;
                                      % [mm] hauteur
d_ext = 300;
                                      % [mm] diamètre extérieur
d_{int} = 280;
                                      % [mm] diamètre intérieur
rho_FONTE = 7100;
                                      % [kg/m^3] masse volumique
                                      % [N/mm^2] module d'élasticité
E_FONTE = 100000;
%% Calculs
V_{ext} = pi * (d_{ext/2})^2 * h;
                                      % [mm^3] volume extérieur
V_int = pi * (d_int/2)^2 * h;
                                     % [mm^3] volume intérieur
                                      % [mm^3] volume total
V_Pier = V_ext - V_int;
m_{pier} = 73;
m_{Tel} = 30 + 15;
                                      % [kg] masse du télescope + fourche
                                      % + table équatoriale
m = m Pier + m Tel;
                                      % [kq] masse totale
F = 100;
                                      % [N] force appliquée au bout de la
                                      % poutre
I_ext = pi * d_ext^4 / 64;
                                      % [mm^4] inertie extérieure
I_int = pi * d_int^4 / 64;
                                      % [mm^4] inertie intérieure
I = I_{ext} - I_{int};
                                      % [mm^4] inertie totale
fleche = F * h^3 / (3 * E FONTE * I); % [mm] flèche
k = F / fleche;
                                      % [N/mm] rigidité de la poutre
w = sqrt((k*10^3) / m);
                                      % [SI] pulsation
f = w / (2 * pi);
                                      % [Hz] fréquence propre de la
                                      % poutre
```

A. 2 Calculs de flexion des éléments Item

```
%% Calcul de flexion des éléments Item
clear all;
close all;
clc;
%% Colonnes
1_C = 700;
                            % [mm] longueur
ml_C = 2.76;
                            % [kg/m] masse en fonction de la longueur
m_C = ml_C * (l_C*10^-3);
                          % [kg] masse
Ix C = 21.33 * 10^4;
                           % [mm^4] inertie axe X
Iy_C = 16.06 * 10^4;
                           % [mm^4] inertie axe Y
Ip_C = 12.41 * 10^4;
                           % [mm^4] inertie polaire
                          % [mm^3] couple résistant axe X
Wx_C = 6.74 * 10^3;
                          % [mm^3] couple résistant axe Y
Wy_C = 6.14 * 10^3;
%% Poutres
1_P = 860;
                            % [mm] longueur
ml_P = 1.78;
                            % [kg/m] masse en fonction de la longueur
m_P = ml_P * (l_P*10^-3);
                          % [kg] masse
Ix P = 9.54 * 10^4;
                           % [mm^4] inertie axe X
Iy P = 9.01 * 10^4;
                           % [mm^4] inertie axe Y
Ip P = 2.99 * 10^4;
                          % [mm^4] inertie polaire
Wx_P = 4.66 * 10^3;
                          % [mm^3] couple résistant axe X
Wy_P = 4.50 * 10^3;
                          % [mm^3] couple résistant axe Y
%% Données
                            % [N/mm^2] limite d'élasticité
Re ALU = 200;
sigma_adm = 0.6 * Re_ALU; % [N/mm^2]
F = 1000;
                            % [N] force exercée au bout de l'élément
                            % encastré
M_C = F * 1_C;
                            % [Nmm] moment de flexion pour C
M_P = F * l_P;
                            % [Nmm] moment de flexion pour P
NOTE = 'Poutre élancée (l<<d), l effort tranchant (tau) est négligeable !'
%% Flexion pure
                            % [N/mm^2] contrainte normal de flexion pure
sigma zx C = M C / Wx C;
                            % axe X de C
sigma_zx_P = M_P / Wx_P;
                            % [N/mm^2] contrainte normal de flexion pure
                            % axe X de P
sigma_zy_C = M_C / Wy_C;
                            % [N/mm^2] contrainte normal de flexion pure
                            % axe Y de C
                            % [N/mm^2] contrainte normal de flexion pure
sigma_zy_P = M_P / Wy_P;
                            % axe Y de P
%% Résistance mtx
OK = 1;
if sigma_adm <= sigma_zx_C</pre>
    OK = 0;
```

```
ATTENTION = 'La colonne ne tient pas selon l axe X !'
end
if sigma_adm <= sigma_zx_P</pre>
   OK = 0;
   ATTENTION = 'La poutre ne tient pas selon l axe X !'
end
if sigma_adm <= sigma_zy_C</pre>
   OK = 0;
   ATTENTION = 'La colonne ne tient pas selon l axe Y !'
if sigma_adm <= sigma_zy_P</pre>
   OK = 0;
   ATTENTION = 'La poutre ne tient pas selon l axe Y !'
if OK == 1
   BON = 'Tout est tip top !'
end
```

A. 3 Calculs relatifs à la motorisation du cimier

```
%% *********** Calculs pour le cimier *****************
%% Remise à zéro
clear all;
close all;
clc;
%% Dimensions et autres valeurs
Tcable = poids_cable * 9.81; % [N] tension du cable
eta1 = 0.9; % rendement entre P et RD
eta2 = 0.9; % rendement entre T et C
tf = 12; % [s] temps de fermeture
lc = 1200; % [mm] longueur de cable
rho_ACIER = 7850;
                   % [kg/m^3]
rho_PCV = 1400;
                   % [kg/m^3]
% E_ACIER = 210000; % [N/mm^2] = [MPa] module d'élasticité
Re_ACIER = 235; % [N/mm^2] = [MPa] limite d'élasticité
Re_POM = 70;
                   % [N/mm^2] = [MPa] limite d'élasticité
% Cimier
mC = 7;
                   % [kg]
aC = 750;
                   % [mm] largeur
bC = 950;
                   % [mm] longueur
dC = 1160;
                   % [mm] distance entre le cimier et le centre du dôme
wC = (pi / 4) / tf; % [rad/s] (mvt d'ouverture sur 45°)
% Roue Dentée - lère partie
LRD = 18;
                                       % [mm] longueur total de la RD
                                       % [mm] longueur rayon max de la RD
LRD_ext_max = 8;
LRD_ext_min = LRD - LRD_ext_max;
                                       % [mm] longueur rayon min de la RD
LRD_int = LRD;
                                       % [mm] longueur de l'alésage
rRD_ext_max = 120/2;
                                       % [mm] rayon max de la RD
 rRD_ext_max = linspace(100/2,200/2,200/2 - 100/2); 
rRD_ext_min = 40/2;
                                       % [mm] rayon min de la RD
rRD int = 10/2;
                                       % [mm] rayon de l'alésage
VRD_ext_max = pi * rRD_ext_max.^2 * LRD_ext_max; % [mm^3] volume de la
                                               % grande partie de la RD
VRD_ext_min = pi * rRD_ext_min^2 * LRD_ext_min; % [mm^3] volume de la
                                               % petite partie de la RD
VRD_int = pi * rRD_int^2 * LRD_int;
                                               % [mm^3] volume de
                                               % l'alésage
VRD = VRD_ext_max + VRD_ext_min - VRD_int;
                                               % [mm^3] volume total
mRD_ext_max = rho_ACIER * (VRD_ext_max*10^-9); % [kg] masse de la grande
                                               % partie de la RD
mRD_ext_min = rho_ACIER * (VRD_ext_min*10^-9); % [kg] masse de la petite
                                              % partie de la RD
mRD_int = rho_ACIER * (VRD_int*10^-9);
                                              % [kg] masse de l'alésage
mRD = mRD_ext_max + mRD_ext_min - mRD_int;
                                             % [kg] masse totale
% Tambour
LT = 30;
                                       % [mm] longueur totale
```

```
% [mm] longueur du grand alésage
LT_int_max = LRD_ext_min;
LT_int_min = LT - LT_int_max;
                                        % [mm] longueur du petit alésage
                                         % [mm] rayon extérieur
rT = 60/2;
% rT = linspace(50/2,80/2,80/2 - 50/2);
                                        % [mm] rayon max alésage
rT_int_max = rRD_ext_min;
                                         % 'mm] rayon min alésage
rT_int_min = 30/2;
                                        % [mm^3] volume sans trou
VT_ext = pi * rT.^2 * LT;
                                                % [mm^3] volume du grand
VT_int_max = pi * rT_int_max^2 * LT_int_max;
                                                 % alésage
                                                % [mm^3] volume du petit
VT_int_min = pi * rT_int_min^2 * LT_int_min;
                                                 % alésage
VT = VT ext - VT int max - VT int min;
                                                % [mm^3] volume totale
mT_ext = rho_PCV * (VT_ext*10^-9);
                                                % [kq] masse sans trou
mT_int_max = rho_PCV * (VT_int_max*10^-9);
                                                % [kq] masse du grand
                                                 % alésage
                                                % [kg] masse du petit
mT_int_min = rho_PCV * (VT_int_min*10^-9);
                                                 % alésage
mT = mT_ext - mT_int_max - mT_int_min;
                                                 % [kq] masse totale
pT = 2 .* pi .* rT;
                                                 % [mm] perimètre du T
                                        % [tour] nombre de tour nécessaire
nb_tour_degre = lc / pT;
                                        % pour enrouler tout le cable
nb_tour = nb_tour_degre * 2 * pi;
                                        % [rad] nombre de radian nécessaire
                                        % pour enrouler tout le cable
wT = nb_tour / tf;
                                        % [rad/s] vitesse de rotation du T
wT_rpm = wT * 60 / (2 * pi);
                                        % [rpm]
FT = Tcable;
                                        % [N] force appliquée
                                        % tangentiellement au T
TT = FT * (rT*10^-3);
                                        % [Nm] couple sur le T
    % Rendements T/C
    eta2 = 0.9;
                                        % rendement entre T et C
% Roue Dentée - 2ème partie
wRD = wT;
                                        % [rad/s] vitesse de
                                        % rotation de la RD
                                        % [rpm]
wRD_rpm = wT_rpm;
% Pignon
module = 1;
                                        % module du système P/RD
alpha_P_RD = 20 * pi / 180;
                                        % [rad]
LP = 18;
                                        \ensuremath{\text{\%}} [mm] longueur total du pignon
                                        % [mm] longueur de la partie au
LP_ext_max = 8;
                                        % rayon le plus grand
                                        % [mm] longueur de la partie au
LP_ext_min = LP - LP_ext_max;
                                        % rayon le plus petit
LP int = LP;
                                         % [mm] longueur de l'alésage
rP ext max = 20/2;
                                        % [mm] rayon le plus grand
% \text{ rP ext max} = \text{linspace}(20/2,40/2,40/2 - 20/2);
rP_ext_min = 15/2;
                                        % [mm] rayon le plus petit
rP_{int} = 10/2;
                                         % [mm] rayon de l'alésage
VP_ext_max = pi * rP_ext_max.^2 * LP_ext_max; % [mm^3] volume de la grande
                                                % partie
VP_ext_min = pi * rP_ext_min.^2 * LP_ext_min; % [mm^3] volume de la petite
                                                % partie
VP int = pi * rP int^2 * LP int;
                                                % [mm^3] volume de l'alésage
VP = VP_ext_max + VP_ext_min - VP_int;
                                               % [mm^3] volume total
mP_ext_max = rho_ACIER * (VP_ext_max*10^-9); % [kg] masse de la grande
                                                % partie
mP_ext_min = rho_ACIER * (VP_ext_min*10^-9); % [kg] masse de la petite
```

```
% partie
mP_int = rho_ACIER * (VP_int*10^-9);
                                                % [kg] masse de l'alésage
mP = mP_ext_max + mP_ext_min - mP_int;
                                               % [kg] masse totale
   % Rendements P/RD
    eta1 = 0.9;
                                                % rendement entre P et RD
% Moteur
il = rRD_ext_max ./ rP_ext_max; % rapport de transmission entre P et RD
mM = 1.03;
                                % [kg]
wM = wRD * i1;
                                % [rad/s]
wM_rpm = wM * 60 / (2 * pi);
                                % [rpm]
TM = TT ./ (i1 * etal);
                                % [Nm] couple sur M
%% Moment d'inertie
JM = 40 * 10^{-3} * 10^{-4};
                                                         % [kgm^2] moteur
                                                         % [kgm^2] partie
JP_ext_max = mP_ext_max .* (rP_ext_max.*10^-3).^2./2;
                                                         % grande du pignon
JP_ext_min = mP_ext_min * (rP_ext_min*10^-3)^2/2;
                                                         % [kqm^2] partie
                                                         % petite du pignon
JP int = mP int * (rP int*10^-3)^2/2;
                                                         % [kgm^2] alésage
                                                         % du pignon
JP = JP_ext_max + JP_ext_min - JP_int;
                                                         % [kgm^2] pignon
JRD_ext_max = mRD_ext_max .* (rRD_ext_max.*10^-3).^2./2;% [kgm^2] partie
                                                         % grande de la RD
JRD ext min = mRD ext min * (rRD ext min*10^-3)^2/2;
                                                         % [kqm^2] partie
                                                         % petite de la RD
JRD int = mRD int * (rRD int*10^-3)^2/2;
                                                         % [kqm^2] alésage
                                                         % de la RD
JRD = JRD_ext_max + JRD_ext_min - JRD_int;
                                                         % [kqm^2] RD
JT_ext = mT_ext .* (rT.*10^-3).^2./2;
                                                         % [kgm^2] T plein
JT_int_max = mT_int_max * (rT_int_max*10^-3)^2/2;
                                                         % [kgm^2] grand
                                                         % trou du T
JT_int_min = mT_int_min * (rT_int_min*10^-3)^2/2;
                                                         % [kgm^2] petit
                                                         % trou du T
JT = JT_ext - JT_int_max - JT_int_min;
                                                         % [kgm^2] T
JC = (bC*10^{-3})^2 / 12 + (mC*10^{-3}) * (dC*10^{-3})^2;
                                                        % [kgm^2] trappe
%% Energie cinétique
EcM = JM * wM.^2 / 2;
                            % [J] moteur
EcP = JP .* wM.^2 ./ 2;
                           % [J] pignon
EcRD = JRD .* wRD.^2 ./ 2; % [J] roue dentée
EcT = JT .* wT.^2 ./ 2;
                           % [J] tambour
EcC = JC * wC^2 / 2;
                            % [J] cimier
%% Travail
W = EcM + EcP + EcRD * 1/eta1 + EcT * 1/eta1 + EcC * 1/(eta1 * eta2); % [J]
%% moment d'inertie rapportée au moteur
Jr = 2 * W / wM.^2; % [kgm^2]
%% Couple rapporté au moteur
alpha = wM / tf; % [rad/s^2]
Tr = Jr * alpha;
                    % [Nm]
%% Couple total applicable sur le moteur
Ttot = Tr + TM; % [Nm]
```

Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud

```
%% Puissance moteur
PM = Ttot .* wM; % [W]
%% Calculs relatif au P et à la RD
F_P_RD = Ttot / (rP_ext_max*10^-3); % [N] force tangentielle à la RD
sigma_P_RD = F_P_RD * cos(alpha_P_RD) / (module * LRD_ext_max);
                       % [N/mm^2] contrainte de flexion au pied de la dent
sigma_P_RD_adm = 0.6 * Re_ACIER;
                                      % [N/mm^2] contrainte de flexion
                                      % admissible
if sigma_P_RD >= sigma_P_RD_adm
   ATTENTION = 'Limite de résistance des matériaux atteinte pour la RD !'
end
%% Graphiques
% RD
% figure
% subplot(4, 1, 1)
% plot (rRD_ext_max,PM); grid; title('Puissance [W]');
% subplot(4, 1, 2)
% plot (rRD_ext_max,wM_rpm); grid; title('Vitesse [rpm]');
% subplot(4, 1, 3)
% plot (rRD_ext_max,Ttot); grid; title('Couple [Nm]');
% subplot(4, 1, 4)
% plot (rRD_ext_max,i1); grid; title('Rapport de transmission');
% T
% figure
% subplot(3, 1, 1)
% plot (rT,PM); grid; title('Puissance [W]');
% subplot(3, 1, 2)
% plot (rT,wM_rpm); grid; title('Vitesse [rpm]');
% subplot(3, 1, 3)
% plot (rT,Ttot); grid; title('Couple [Nm]');
% P
% figure
% subplot(3, 1, 1)
% plot (rP_ext_max,PM); grid; title('Puissance [W]');
% subplot(3, 1, 2)
% plot (rP_ext_max,wM_rpm); grid; title('Vitesse [rpm]');
% subplot(3, 1, 3)
% plot (rP_ext_max,Ttot); grid; title('Couple [Nm]');
```



A. 4 Calculs relatifs à la motorisation de la trappe

```
%% ************* Calculs pour la trappe ****************
%% Remise à zéro
clear all;
close all;
clc;
%% Dimensions et valeurs
% Rapport de transmission
% P et RD : VOIR SOUS LA SECTION "MOTEUR"
% RD et V : VOIR SOUS LA SECTION "ROUE DENTEE"
          % [s] temps de fermeture
tf = 10;
rho_ACIER = 7850;
                   % [kg/m^3]
rho_BRONZE = 8800; % [kg/m^3]
rho_POM = 1440;
                   % [kg/m^3]
rho_ALU = 2700;
                   % [kg/m^3]
% E_ACIER = 210000; % [N/mm^2] = [MPa] module d'élasticité
% [N/mm^2] = [MPa] limite d'élasticité
Re BRONZE = 120;
mu = 0.1; % coefficient de frottement (données Nozag)
% Position fixation V/T
rRoue = 100;
                       % [mm] rayon de la roue en contacte avec le dôme
                       % pour la rotation
                       % [mm] distance dôme/fixation selon x
a_Pos = 140;
                       % [mm] position verticale de V dans l'ouverture
y_Pos = 50;
x_Pos = 50;
                       % [mm] position horizontale de V dans le dôme
alpha_Pos = atan((70 + y_Pos) / (a_Pos + x_Pos)); % [rad] angle avec
                                                  % l'horizontale
                                                  % [0]
alpha_Pos_degre = alpha_Pos * 180 / pi;
if a_Pos < (70 + y_Pos)
    beta_Pos = atan(((70 + y_Pos) - a_Pos) / x_Pos); % [rad] angle de la V
                                                   % avec l'horizotale
                                                   % pour T fermée
    angleB = alpha_Pos - beta_Pos;
                                                 % [rad] angle de
                                                 % déplacement du boitier
   REMARQUE = 'La vis de mvt reste au-dessus de l horizontale'
end
if a_Pos == (70 + y_Pos)
    beta_Pos = 0;
                           % [rad] angle de la V avec l'horizotale pour
                           % T fermée
                           % [rad] angle de déplacement du boitier
    angleB = alpha_Pos;
    REMARQUE = 'La vis de mvt est sur l horizontale'
end
if a Pos > (70 + y Pos)
    beta_Pos = atan((a_Pos - (70 + y_Pos)) / x_Pos); % [rad] angle de la V
                                                   % avec l'horizotale
                                                   % pour T fermée
    angleB = alpha_Pos + beta_Pos; % [rad] angle de déplacement du boitier
    REMARQUE = 'La vis de mvt passe en-dessous de l horizontale'
end
beta_Pos_degre = beta_Pos * 180 / pi;
                                                      % [이]
```

```
beta_limite = -(atan((160 + y_Pos) / (((rRoue*2)+40) - x_Pos)));
                        % [rad] angle limite pour interférence avec la roue
beta_limite_degre = beta_limite * 180 / pi;
                                                         % [이]
if beta_Pos <= beta_limite</pre>
    Etat = 'Il y a risque d interférence avec la roue !'
end
alpha_Pos_limite = atan(70/a_Pos); % [rad] angle limite pour interférence
                                     % avec le dôme
alpha_Pos_limite_degre = alpha_Pos_limite * 180 / pi; % [°]
if alpha_Pos <= alpha_Pos_limite</pre>
    Etat = 'Il y a risque d interférence avec le dôme !'
end
1V_{min} = sqrt((a_{pos} + x_{pos})^2 + (70 + y_{pos})^2); % [mm] longueur
                                                     % minimale de la V
% Trappe
mT = 6;
                    % [kq]
aT = 710;
                    % [mm] largeur
bT = 920;
                    % [mm] longueur
wT = (pi / 2) / tf; % [rad/s]
% Vis
1V = 1V_{min} + 75.2779;
                                             % [mm] longueur
                                             % [mm] rayon min
rV_{min} = 5.84 / 2;
rV = 10 / 2;
                                             % [mm] rayon
VV = pi * rV^2 * lV;
                                             % [mm^3] volume
mV = 0.45e-3 * 1V;
                                             % [kg] masse
vV = (lV_min * 10^-3) / tf;
                                             % [m/s] vitesse linéaire
                                             % [mm] pas de la V
pas = 3;
FV = (mT * 9.81 * 440e-3) / ((a_Pos*10^-3) * sin(alpha_Pos));
                                    % [N] force de la trappe tirant sur la V
alpha = atan(pas / (rV * pi));
                                               % [rad]
                                               % [rad] = 30^{\circ}
beta = pi / 6;
rho = atan(mu);
rho_p = rho / cos(beta / 2);
    % serrage + ou desserrage - ???
TRD = tan(alpha + rho_p) * FV * (rV*10^-3); % [Nm] couple de serrage
% TRD = tan(alpha - rho_p) * FV * (rV*10^-3); % [Nm] couple de desserrage
% Roue Dentée
% Ecrou
                    % [mm] longueur total de l'écrou
L ecrou = 15;
L_ecrou_max = 10; % [mm] longueur de l'écrou sur sa partie la plus large
L_ecrou_min = L_ecrou - L_ecrou_max;
                                        % [mm] longueur de l'écrou sur sa
                                         % partie la moins large
r_{ecrou_max} = 20/2;
                                         % [mm] rayon max de l'écrou
r ecrou min = 17/2;
                                         % [mm] rayon min de l'écrou
r_interieur_ecrou = rV;
                                         % [mm] rayon du taraudage
V_ecrou_max = pi * r_ecrou_max^2 * L_ecrou_max;
                            % [mm^3] volume de la grande partie de l'écrou
V_ecrou_min = pi * r_ecrou_min^2 * L_ecrou_min;
                             % [mm^3] volume de la petite partie de l'écrou
V_interieur_ecrou = pi * r_interieur_ecrou^2 * L_ecrou;
```

```
% [mm^3] volume du taraudage
V_ecrou = V_ecrou_max + V_ecrou_min - V_interieur_ecrou;
                           % [mm^3] volume de l'écrou
m_ecrou_max = rho_BRONZE * (V_ecrou_max*10^-9);
                           % [kg] masse de la grande partie de l'écrou
m_ecrou_min = rho_BRONZE * (V_ecrou_min*10^-9);
                           % [kg] masse de la petite partie de l'écrou
m interieur ecrou = rho BRONZE * (V interieur ecrou*10^-9);
                           % [kq] masse du taraudage
m ecrou = rho BRONZE * (V ecrou*10^-9);
                                                   % [kg] masse de l'écrou
% Roue
module = 1;
                           % module du système P-RD
alpha_RD_V = 20 * pi / 180; % [rad]
L_{roue} = 8;
                           % [mm] longueur total de la roue
L_coupe_butee = 0.5;
                           % [mm] profondeur de la coupe pour la butée
r_roue_pleine = 30/2;
                           % [mm] rayon de la roue
% r_roue_pleine = linspace(20/2,40/2,40/2 - 20/2);
r_coupe_butee = 26/2;
                           % [mm] rayon de la coupe pour la butée
                                               % [mm] rayon de l'alésage
r_interieur_roue = r_ecrou_max;
V_roue_pleine = pi * r_roue_pleine.^2 * L_roue; % [mm^3] volume de la roue
                                               % pleine
V_coupe_butee = pi * r_coupe_butee^2 * L_coupe_butee;
                                        % [mm^3] volume de la coupe butée
V_interieur_roue = pi * r_interieur_roue^2 * (L_roue - L_coupe_butee);
                                        % [mm^3] volume de l'alésage
V_roue = V_roue_pleine - V_coupe_butee - V_interieur_roue;
                                        % [mm^3] volume de la roue
m_coupe_butee = rho_ACIER * (V_coupe_butee*10^-9); % [kg] masse de la roue
                                                          % [kg] masse
m_interieur_roue = rho_ACIER * (V_interieur_roue*10^-9);
                                                           % de la roue
                                                   % [kg] masse de la roue
m_roue = rho_ACIER * (V_roue*10^-9);
% RD
dRD_min = 5.84;
                                   % [mm] riamètre min du taraudage
                                   % (Nozaq => d3)
mRD = m_ecrou + m_roue;
                                   % [kq] masse de la roue dentée
wRD = vV * (2 * pi) / (pas*10^-3); % [rad/s]
wRD_rpm = wRD * 60 / (2 * pi);
                                   % [rpm]
i2 = wRD / vV;
                                   % rapport de transmission entre RD et V
    % Rendements RD/V
    d2 = (rV * 2) - (0.5 * pas);
                                   % [mm] diamètre sur flancs
    dm = (rV * 2) - pas;
                                   % [mm] diamètre moyen de l'écrou
    eta2 = pas / (tan(alpha + rho_p) * d2 * pi + mu * dm * pi);
                                               % rendement entre RD et V
% Pignon
Ltot = 16;
                       % [mm] longueur total du pignon
L_ext = 8;
                       % [mm] longueur de la partie au rayon le plus grand
L_int = Ltot - L_ext; % [mm] longueur de la partie au rayon le plus petit
                               % [mm] longueur de l'alésage
L_interieur_pignon = Ltot;
                               % [mm] rayon le plus grand
r_{ext} = 30/2;
r_{ext} = linspace(20/2, 40/2, 40/2 - 20/2);
r_{int} = 20/2;
                               % [mm] rayon le plus petit
                               % [mm] rayon de l'alésage (taille de
r_interieur_pignon = 6/2;
                               % l'arbre du réducteur)
V_ext = pi * r_ext.^2 * L_ext; % [mm^3] volume de la grande partie
V_int = pi * r_int^2 * L_int;
                               % [mm^3] volume de la petite partie
V_interieur_pignon = pi * r_interieur_pignon^2 * L_interieur_pignon;
                               % [mm^3] volume de l'alésage
```

```
VP = V_ext + V_int - V_interieur_pignon; % [mm^3] volume du pignon
m_ext = rho_ACIER * (V_ext*10^-9);
                                            % [kg] masse de la grande partie
m_int = rho_ACIER * (V_int*10^-9);
                                            % [kg] masse de la petite partie
m_interieur_pignon = rho_ACIER * (V_interieur_pignon*10^-9);
                                            % [kg] masse de l'alésage
mP = m_ext + m_int - m_interieur_pignon;
                                            % [kg] masse du pignon
    % Rendements P/RD
    eta1 = 0.9;
                                            % rendement entre P et RD
% Moteur
rMm = 30/2;
                                 % [mm] rayon moteur
rMr = 32/2;
                                % [mm] rayon réducteur;
rM = max(rMm, rMr);
                                % [mm] rayon moteur
i1 = r_roue_pleine ./ r_ext;
                                % rapport de transmission entre P et RD
m_moteur = 238e-3;
                                % [kg] masse du moteur
m_reducteur = 130e-3;
                                % [kg] masse du réducteur
                               % [kg]
mM = m_moteur + m_reducteur;
wM = wRD * i1;
                                % [rad/s]
wM_rpm = wM * 60 / (2 * pi);
                                % [rpm]
TM = TRD./(i1 * etal);
                                % [Nm] Couple au moteur
if (r_ext + r_roue_pleine) < (rM + rV + 5)</pre>
    ATTENTION = 'Il y a un risque d interférence entre le corps du moteur
et la Vis!'
end
% Boitier
aB ext = 44;
                                         % [mm] hauteur ext
bB_ext = 74;
                                         % [mm] longueur ext
cB_{ext} = 27.25;
                                         % [mm] largeur ext
VB_ext = aB_ext * bB_ext * cB_ext;
                                         % [mm^3] volume ext
aB_int = 34;
                                         % [mm] hauteur int
bB_int = 64;
                                         % [mm] longueur int
cB int = 22.25;
                                         % [mm] largeur int
VB_int = aB_int * bB_int * cB_int;
                                         % [mm^3] volume int
VB = VB ext - VB int;
                                         % [mm^3] volume du boitier
mB_ext = rho_ALU * (VB_ext*10^-9);
                                         % [kq] masse ext
mB_int = rho_ALU * (VB_int*10^-9);
                                        % [kg] masse int
mBs = mB_ext - mB_int;
                                         % [kg] masse du boitier vide
mBc = mM + mP + mRD + mV;
                                         % [kg] masse composantes
mB = mM + mP + mRD + mV + mBs;
                                        % [kg] masse boitier et composantes
dB = 6;
                                         % [mm] distance du bas du cube
                                         % jusqu'au centre de l'axe de
                                         % rotation
                                         % [mm] distance entre les
eB = dB + aB_ext/2;
                                         % composante dans le cube et l'axe
                                         % de rotation
angleB_degre = angleB * 180 / pi;
                                        % [degre]
wB = angleB / tf;
                                         % [rad/s]
wB_rpm = wB * 60 / (2 * pi);
                                         % [rpm]
rc = aB_ext / 2;
                                         % [mm] rayon de la sphère en
                                         % laquelle on simplifie la forme
                                         % des composantes
%% Moment d'inertie
JMm = 33.5 * 10^{-3} * 10^{-4};
                                    % [kgm^2] moteur seul
JMr = 0.38 * 10^{-3} * 10^{-4};
                                     % [kgm^2] reducteur
```

```
JM = JMm + JMr;
                                                                                               % [kgm^2] moteur
J_{ext} = m_{ext} \cdot (r_{ext} \cdot 10^{-3}) \cdot 2./2; % [kgm^2] partie grande du pignon
J_{int} = m_{int} * (r_{int}*10^{-3})^{2/2};
                                                                                                         % [kgm^2] partie petite du pignon
J_interieur_pignon = m_interieur_pignon * (r_interieur_pignon*10^-3)^2/2;
                                                                                                          % [kgm^2] alésage du pignon
JP = J_ext + J_int - J_interieur_pignon;% [kgm^2] pignon
J_ecrou_max = m_ecrou_max * (r_ecrou_max*10^-3)^2/2;
                                                                                                          % [kqm^2] partie grande de l'écrou
J ecrou min = m ecrou min * (r ecrou min*10^-3)^2/2;
                                                                                                          % [kgm^2] partie petite de l'écrou
J interieur ecrou = m interieur ecrou * (r interieur ecrou*10^-3)^2/2;
                                                                                                          % [kgm^2] taraudage de l'écrou
J_ecrou = J_ecrou_max + J_ecrou_min - J_interieur_ecrou;
                                                                                                                                                             % [kgm^2] écrou
J_roue_pleine = m_roue_pleine.* (r_roue_pleine.*10^-3).^2/2;
                                                                                                                             % [kgm^2] roue pleine
J_coupe_butee = m_coupe_butee * (r_coupe_butee*10^-3)^2/2;
                                                                                                                             % [kgm^2] coupe butée
J_interieur_roue = m_interieur_roue * (r_interieur_roue*10^-3)^2/2;
                                                                                                                             % [kgm^2] alésage de la roue
J_roue = J_roue_pleine - J_coupe_butee - J_interieur_roue; % [kgm^2] roue
JRD = J_ecrou + J_roue;
                                                                                                                             % [kgm^2] roue dentée
JV = 0;
                                                                             % [kgm^2] car elle ne tourne pas sur elle même
JT = (mT * (bT*10^-3)^2 / 12) + (mT * ((bT*10^-3) / 2)^2); % [kgm^2] trappe
JB_ext = (mB_ext * ((aB_ext*10^-3)^2 + (bB_ext*10^-3)^2) / 12) + (mB_ext * (bB_ext*10^-3)^2) / 12) + (mB_ext*10^-3)^2) / 12) + (mB_ext*10^-3) / 12) + (mB_ext*10^-3)
((dB*10^-3) + (aB_ext*10^-3) / 2)^2); % [kgm^2] boitier ext
JB_{int} = (mB_{int} * ((aB_{int}*10^{-3})^2 + (bB_{int}*10^{-3})^2) / 12) + (mB_{int} * (bB_{int}*10^{-3})^2) / 12) + (mB_{int}*10^{-3})^2 + (bB_{int}*10^{-3})^2 + (bB_{int}*10^{-3
((dB*10^-3) + (aB_int*10^-3) / 2)^2);
                                                                                                        % [kgm^2] boitier int
JBs = JB_ext - JB_int;
                                                                                                        % [kgm^2] boitier seul
JBc = (mBc * (rc*10^{-3})^2 * 2 / 5) + (mBc * (eB*10^{-3})^2);
                                                                                                       % [kgm^2] composante dans le boitier
JB = JBs + JBc;
                                                                                                        % [kgm^2] boitier avec composante
%% Energie cinétique
EcM = JM * wM.^2 / 2;
                                                              % [J] moteur
                                                          % [J] pignon
EcP = JP.* wM.^2./ 2;
EcRD = JRD * wRD^2 / 2; % [J] roue dentée
EcV = mV * vV^2 / 2;
                                                              % [J] vis
EcT = JT * wT^2 / 2;
                                                               % [J] trappe
EcB = JB * wB^2 / 2;
                                                            % [J] boitier
%% Travail
W = EcM + EcP + EcRD * 1/eta1 + EcV * 1/(eta1 * eta2) + EcT * 1/(eta1 *
eta2) + EcB; % [J]
%% Inertie rapportée au moteur
Jr = 2 * W / wM.^2;
                                                           % [kqm^2]
%% Couple rapporté au moteur
Acc_alpha = wM / tf; % [rad/s^2]
Tr = Jr * Acc_alpha;
                                                            % [Nm]
%% Couple total applicable sur le moteur
Ttot = Tr + TM; % [Nm]
%% Puissance moteur
PM = Ttot.* wM; % [W]
%% Calculs relatif au P et à la RD
FRD = Ttot / (r_ext*10^-3);
                                                                                         % [N] force tangentielle au P et à la RD
sigma_RD = FRD * cos(alpha_RD_V) / (module * L_roue);
```

```
% [N/mm^2] contrainte de flexion au pied de la dent
sigma_RD_adm = 0.6 * Re_ACIER; % [N/mm^2] contrainte de flexion admissible
if sigma_RD >= sigma_RD_adm
   ATTENTION = 'Limite de résistance des matériaux atteinte pour le P et
la RD !'
end
%% Calculs relatifs à la Vis
% Pression de contacte
nfp = L_ecrou / pas;
                               % # de filets en prise
Sc = nfp * (rV * 2) * pi * (((rV * 2) - (dRD_min)) / 2);
                               % [mm^2] surface de contacte
Pc = FV / Sc;
                               % [N/mm^2] Pression de contacte
% Contrainte normal de traction/compression
SmV = pi * rV_min^2; % [mm^2]
sigma = FV / SmV;
                     % [N/mm^2] Contrainte normal de traction/compression
% Contrainte tangentielle de torsion
Wp = pi * (rV_min * 2)^3 / 16;% [mm^3]
tau = TRD / Wp;
                           % [N/mm^2] contrainte tangentielle de torsion
% Contrainte équivalente
sigma_V_adm = 0.6 * Re_ACIER;
                                         % [N/mm^2] contrainte admissible
if sigma_eq > sigma_V_adm
    ATTENTION = 'Limite de résistance des matériaux atteinte pour la V'
end
%% Calculs relatifs aux goupilles de bout de V
tau_adm = Re_ACIER / sqrt(3);
% Securité
F_S = 100 * 9.81;
                           % [N]
S_S = F_S / (tau_adm * 2); % [mm^2]
                          % [mm]
r_S = sqrt(S_S / pi);
d_S = r_S * 2;
                           % [mm]
% Vis - Fourche
r_VF = 2/2;
                           % [mm] rayon de la goupille
S_VF = pi * r_VF^2;
                           % [mm^2] section de la goupille
tau_VF = FV / (2 * S_VF); % [N/mm^2] cisaillement simple
% Max pour Vis - Fourche
Fmax = tau_adm * (2 * S_VF);% [N]
mmax = Fmax / 9.81;
                          % [kq]
F_rupture = tau_adm * 2 * S_VF; % [N]
m_rupture = F_rupture / 9.81; % [kg]
% Fourche - Trappe
r_FT = 4/2;
                          % [mm] rayon de la goupille
r_FT = 4/2; % [mm] rayon de la goupille
S_FT = pi * r_FT^2; % [mm^2] section de la goupille
tau_FT = FV / (2 * S_FT); % [N/mm^2] cisaillement simple
if tau_VF >= tau_adm
   ATTENTION = 'La goupille Vis-Fourche de résiste pas !'
```

```
end
if tau_FT >= tau_adm
   ATTENTION = 'La goupille Fourche-Trappe de résiste pas !'
%% Calculs relatifs au Moteur
eff = 72; % [%] efficacité du réducteur Maxon
          % rapport de réduction pratique Maxon
rr = 17;
P_moteur = 60;
                                  % [W] puissance moteur Maxon
P_sortie = P_moteur * eff / 100;
                                  % [W] puissance à la sortie du
                                  % réducteur Maxon
if P_sortie < PM</pre>
   ATTENTION = 'La puissance de sortie du réducteur est trop faible !'
end
T_{moteur} = 51.7e-3;
                                      % [Nm] couple moteur Maxon
T_sortie = T_moteur * rr;
                                      % [Nm] couple à la sortie du
                                      % réducteur Maxon
w_moteur = 7650;
                                      % [rpm] vitesse moteur Maxon
                                      % [rpm] vitesse à la sortie du
w_sortie = w_moteur / rr;
                                      % réducteur Maxon
%% Graphiques
% RD
% figure
% subplot(3, 1, 1)
% plot (r_roue_pleine,PM); grid; title('Puissance [W]');
% subplot(3, 1, 2)
% plot (r_roue_pleine,wM_rpm); grid; title('Vitesse [rpm]');
% subplot(3, 1, 3)
% plot (r_roue_pleine,Ttot); grid; title('Couple [Nm]');
% P
% figure
% subplot(3, 1, 1)
% plot (r_ext,PM); grid; title('Puissance [W]');
% subplot(3, 1, 2)
% plot (r_ext,wM_rpm); grid; title('Vitesse [rpm]');
% subplot(3, 1, 3)
% plot (r_ext,Ttot); grid; title('Couple [Nm]');
```



A. 5 Calculs relatifs à la motorisation du dôme

```
%% *********** Calculs pour le dôme ***************
%% Remise à zéro
clear all;
close all;
clc;
%% Dimensions et autres valeurs
poids_rotation = 2;
                                                                           % [kq]
Frotation = poids_rotation * 9.81; % [N] rotation du dôme
tr = 60;
                   % [s] temps de rotation (1 tour complet)
rho_FdV_gcm3 = 2.6;
                                                                                   % [g/cm^3] fibre de verre
\label{eq:rho_fdV} $$ rho_FdV_gcm3 * 10^-3 / 10^-6; % [kg/m^3] fibre de verre $$ example $$ [kg/m^3] $$ fibre de verre $$ example 
rho_ACIER = 7850;
                                                                                   % [kg/m^3]
                                    % [N/mm^2] = [MPa] limite d'élasticité
Re\_ACIER = 235;
% Dôme
rD_ext = 2300/2;
                                                                                   % [mmm] rayon max
                                                                                   % [mm] rayon min
rD_int = 2300/2 - 4;
VD_{ext} = ((4/3) * pi * rD_{ext^3}) / 2;
                                                                                   % [mm^3] volume demi-sphère pleine
VD_{int} = ((4/3) * pi * rD_{int^3}) / 2;
                                                                                   % [mm^3] volume trou demi-sphère
                                                                                   % [mm^3] volume dôme
VD = VD_ext - VD_int;
mD_ext = rho_FdV * (VD_ext*10^-9);
                                                                                   % [kg] masse demi-sphère pleine
mD_int = rho_FdV * (VD_int*10^-9);
                                                                                   % [kg] masse trou demi-sphère
                                                                                   % [kg] masse dôme
mD = mD_ext - mD_int;
                                                                                   % [rad/s]
wD = (2 * pi) / tr;
wD_rpm = wD * 60 / (2 * pi);
                                                                                   % [rpm]
FD = Frotation;
                                                                  % [N] force appliquée tangentiellement au D
% Roue
rR = 200/2;
                                                                   % [mm]
% rR = linspace(150/2,300/2,300/2 - 150/2);
mR = 5.36;
                                                                   % [kg]
i2 = rD_int ./ rR;
                                                                   % Rapport de transmission entre R et D
wR = wD * i2;
                                                                   % [rad/s]
wR_rpm = wR * 60 / (2 * pi);
                                                                  % [rpm]
        % Rendements P/RD
        eta2 = 0.9;
                                                                  % rendement entre R et D
FR = Frotation / eta2;
                                                                  % [N] force appliquée tangentiellement à R
TR = FR * (rR*10^-3);
                                                                  % [Nm] couple sur la R
% Roue Dentée
                                                  % [mm] longueur total de la RD
LRD = 18;
LRD_ext_max = 8;
                                                  % [mm] longueur de la partie au rayon le plus grand
LRD_ext_min = LRD - LRD_ext_max;
                                                                          % [mm] longueur de la partie au rayon
                                                                           % le plus petit
                                                  % [mm] longueur de l'alésage
LRD int = LRD;
rRD_ext_max = 60/2;
                                                  % [mm] rayon le plus grand
rrd_ext_max = linspace(40/2,120/2,120/2 - 40/2);
rRD_ext_min = 40/2;
                                                 % [mm] rayon le plus petit
rRD_int = 20/2;
                                                  % [mm] rayon de l'alésage
```

```
VRD_ext_max = pi * rRD_ext_max.^2 * LRD_ext_max; % [mm^3] volume de la
                                                   % grande partie
                                                  % [mm^3] volume de la
VRD_ext_min = pi * rRD_ext_min.^2 * LRD_ext_min;
                                                   % petite partie
VRD_int = pi * rRD_int^2 * LRD_int;
                                                   % [mm^3] volume de
                                                  % l'alésage
                                                  % [mm^3] volume de la RD
VRD = VRD_ext_max + VRD_ext_min - VRD_int;
mRD ext max = rho ACIER * (VRD ext max*10^-9);
                                                  % [kq] masse de la
                                                  % grande partie
mRD ext min = rho ACIER * (VRD ext min*10^-9);
                                                  % [kq] masse de la
                                                  % petite partie
mRD int = rho ACIER * (VRD int*10^-9);
                                                  % [kg] masse de l'alésage
                                                  % [kq] masse de la RD
mRD = mRD_ext_max + mRD_ext_min - mRD_int;
wRD = wR;
                                                   % [rad/s]
wRD_rpm = wR_rpm;
                                                   % [rpm]
% Barre
LB = 300;
                                % [mm] longueur de la B
rB = 20;
                                % [mm] rayon de la B
VB = pi * rB^2 * LB;
                                % [mm^3] volume de B
mB = rho ACIER * (VB*10^-9);
                                % [kq] masse de B
wB = wRD;
                                % [rad/s]
wB\_rpm = wRD\_rpm;
                                % [rpm]
% Pignon
                            % module du système P/RD
module = 1;
alpha_P_RD = 20 * pi / 180; % [rad]
                            % [mm] longueur total du pignon
LP = 16;
                            % [mm] longueur de la partie au rayon le plus
LP ext max = 8;
                            % grand
                                % [mm] longueur de la partie au rayon le
LP_ext_min = LP - LP_ext_max;
                                % plus petit
                            % [mm] longueur de l'alésage
LP_int = LP;
                            % [mm] rayon le plus grand
rP_ext_max = 12/2;
rP_ext_max = linspace(12/2,40/2,40/2 - 12/2);
                            % [mm] rayon le plus petit
rP_ext_min = 9/2;
                            % [mm] rayon de l'alésage
rP_int = 5/2;
VP_ext_max = pi * rP_ext_max.^2 * LP_ext_max; % [mm^3] volume de la grande
                                                % partie
VP_ext_min = pi * rP_ext_min.^2 * LP_ext_min;
                                               % [mm^3] volume de la petite
                                                % partie
                                                % [mm^3] volume de l'alésage
VP_int = pi * rP_int^2 * LP_int;
                                                % [mm^3] volume total
VP = VP_ext_max + VP_ext_min - VP_int;
                                                % [kg] masse de la grande
mP_ext_max = rho_ACIER * (VP_ext_max*10^-9);
                                                % partie
mP_ext_min = rho_ACIER * (VP_ext_min*10^-9);
                                                % [kg] masse de la petite
                                               % partie
mP_int = rho_ACIER * (VP_int*10^-9);
                                               % [kg] masse de l'alésage
mP = mP_ext_max + mP_ext_min - mP_int;
                                               % [kg] masse totale
    % Rendements P/RD
    eta1 = 0.9;
                                                 % rendement entre P et RD
% Moteur
i1 = rRD ext max ./ rP ext max;
                                    % rapport de transmission entre P et RD
mMm = 159e-3;
                                    % [kq] moteur
mMr = 86e-3;
                                    % [kg] réducteur
mM = mMm + mMr;
                                    % [kg] moteur + réducteur
wM = wRD * i1;
                                    % [rad/s]
wM\_rpm = wM * 60 / (2 * pi);
                                    % [rpm]
```

```
TM = TR ./ (i1 * etal);
                                    % [Nm] couple sur M
%% Moment d'inertie
JMm = 13.2 * 10^{-3} * 10^{-4};
                                % [kgm^2] moteur
JMr = 0.5 * 10^{-3} * 10^{-4};
                                % [kgm^2] réducteur
JM = JMm + JMr;
                                 % [kgm^2] moteur + réducteur
JP_ext_max = mP_ext_max .* (rP_ext_max.*10^-3).^2./2;
                                          % [kgm^2] partie grande du pignon
JP_ext_min = mP_ext_min * (rP_ext_min*10^-3)^2/2;
                                          % [kgm^2] partie petite du pignon
JP_{int} = mP_{int} * (rP_{int}*10^{-3})^{2/2};
                                          % [kgm^2] alésage du pignon
                                         % [kgm^2] pignon
JP = JP_ext_max + JP_ext_min - JP_int;
JRD_ext_max = mRD_ext_max .* (rRD_ext_max.*10^-3).^2./2;
                                          % [kgm^2] partie grande de la RD
JRD_ext_min = mRD_ext_min * (rRD_ext_min*10^-3)^2/2;
                                          % [kgm^2] partie petite de la RD
JRD_int = mRD_int * (rRD_int*10^-3)^2/2;
                                                 % [kgm^2] alésage de la RD
JRD = JRD_ext_max + JRD_ext_min - JRD_int;
                                                 % [kqm^2] RD
JB = mB * (rB*10^-3)^2/2;
                                                 % [kgm^2] B
JR = mR * (rR.*10^-3).^2./2;
                                                 % [kgm^2] roue
JD_ext = mD_ext * (rD_ext*10^-3)^2 * 2 / 5;
                                                 % [kgm^2] dôme plein
JD_{int} = mD_{int} * (rD_{int}*10^{-3})^{2} * 2 / 5;
                                                 % [kgm^2] creux du dôme
JD = JD_ext - JD_int;
                                                 % [kgm^2] dôme avec creux
%% Energie cinétique
EcM = JM * wM.^2 / 2;
                            % [J] moteur
EcP = JP .* wM.^2 ./ 2;
                            % [J] pignon
EcrD = JrD * wrD.^2 / 2;
                            % [J] roue dentée
EcB = JB * wB^2 / 2;
                            % [J] barre
EcR = JR .* wR.^2 ./ 2;
                            % [J] roue
EcD = JD * wD.^2 / 2;
                            % [J] dôme
%% Travail
W = EcM + EcP + EcB * 1/eta1 + EcRD * 1/eta1 + EcR * 1/eta1 + EcD * 1/(eta1)
* eta2);
         % [J]
%% Energie cinétique rapportée au moteur
Jr = 2 * W / wM.^2; % [kqm^2]
%% Couple rapporté au moteur
alpha = wM / tr; % [rad/s^2]
Tr = Jr * alpha;
                   % [Nm]
%% Couple total applicable sur le moteur
Ttot = Tr + TM; % [Nm]
%% Puissance moteur
PM = Ttot .* wM; % [W]
%% Calculs relatif au P et à la RD
F_P_RD = Ttot / (rP_ext_max*10^-3);% [N] force tangentielle au P et à la RD
sigma_P_RD = F_P_RD * cos(alpha_P_RD) / (module * LRD_ext_max);
                        % [N/mm^2] contrainte de flexion au pied de la dent
sigma_P_RD_adm = 0.6 * Re_ACIER;% [N/mm^2] contrainte de flexion admissible
if sigma_P_RD >= sigma_P_RD_adm
    ATTENTION = 'Limite de résistance des matériaux atteinte pour le P et
la RD !'
```

end

```
%% Calculs pour la goupilles
r_Pos_G = rB / 2;
                                    % [mm] rayon de la B
FG = (TR / (r_Pos_G*10^-3)) / 2;
                                    % [N] Force de cisaillement sur la G
                                    % C'est divisé par 2 car il y a 2 point
                                    % de cisaillement pour la même goupille
                                    % [mm] rayon de la G
rG = 4/2;
SG = pi * rG^2;
                                    % [mm^2] surface de la G
                                    % [N/mm^2] contrainte de cisaillement
tauG = FG / SG;
                                    % sur la G
                                   % [N/mm^2] contrainte de cisaillement
tau_adm = Re_ACIER / sqrt(3);
                                    % admissible pour l'ACIER
if tauG >= tau_adm
    ATTENTION = 'Limite de résistance des matériaux atteinte pour la G !'
%% Calculs pour la clavette
r_Pos_C = rB / 2;
                                    % [mm] rayon de la B
FC = TR / (r_Pos_C*10^-3);
                                    % [N] Force de cisaillement sur la C
1C = 6;
                                    % [mm] largeur de la C
LC = 20 - 1C;
                                    % [mm] longueur de la C sans les
                                    % extremités en arc de cercle
SC = (1C * LC) + (pi * (1C / 2)^2); % [mm^2] surface de la C
tauC = FC / SC;
                                    % [N/mm^2] contrainte de cisaillement
                                    % sur la G
tau adm = Re ACIER / sqrt(3);
                                    % [N/mm^2] contrainte de cisaillement
                                    % admissible pour l'ACIER
if tauC >= tau adm
   ATTENTION = 'Limite de résistance des matériaux atteinte pour la C !'
end
%% Calculs relatifs au Moteur
eff = 82;%100; % [%] efficacité du réducteur Maxon
         % rapport de réduction pratique Maxon
P moteur = 15;
                                   % [W] puissance moteur Maxon
P_sortie = P_moteur * eff / 100;
                                   % [W] puissance à la sortie du réducteur
                                   % Maxon
if P sortie < PM
    ATTENTION = 'La puissance de sortie du réducteur est trop faible !'
end
T_{moteur} = 26.1e-3;
                                          % [Nm] couple moteur Maxon
 T_sortie = T_moteur * rr * eff / 100;
                                         % [Nm] couple à la sortie du
                                          % réducteur Maxon
if T sortie <= Ttot</pre>
    ATTENTION = 'Le couple de sortie du réducteur est trop faible !'
end
w_moteur = 5110;
                                          % [rpm] vitesse moteur Maxon
                                          % réducteur Maxon
w_sortie = (w_moteur / rr) * eff / 100; % [rpm] vitesse à la sortie du
                                         % réducteur Maxon
if w_sortie <= wM_rpm</pre>
   ATTENTION = 'La vitesse de sortie du réducteur est trop faible !'
end
%% Graphiques
```



Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud

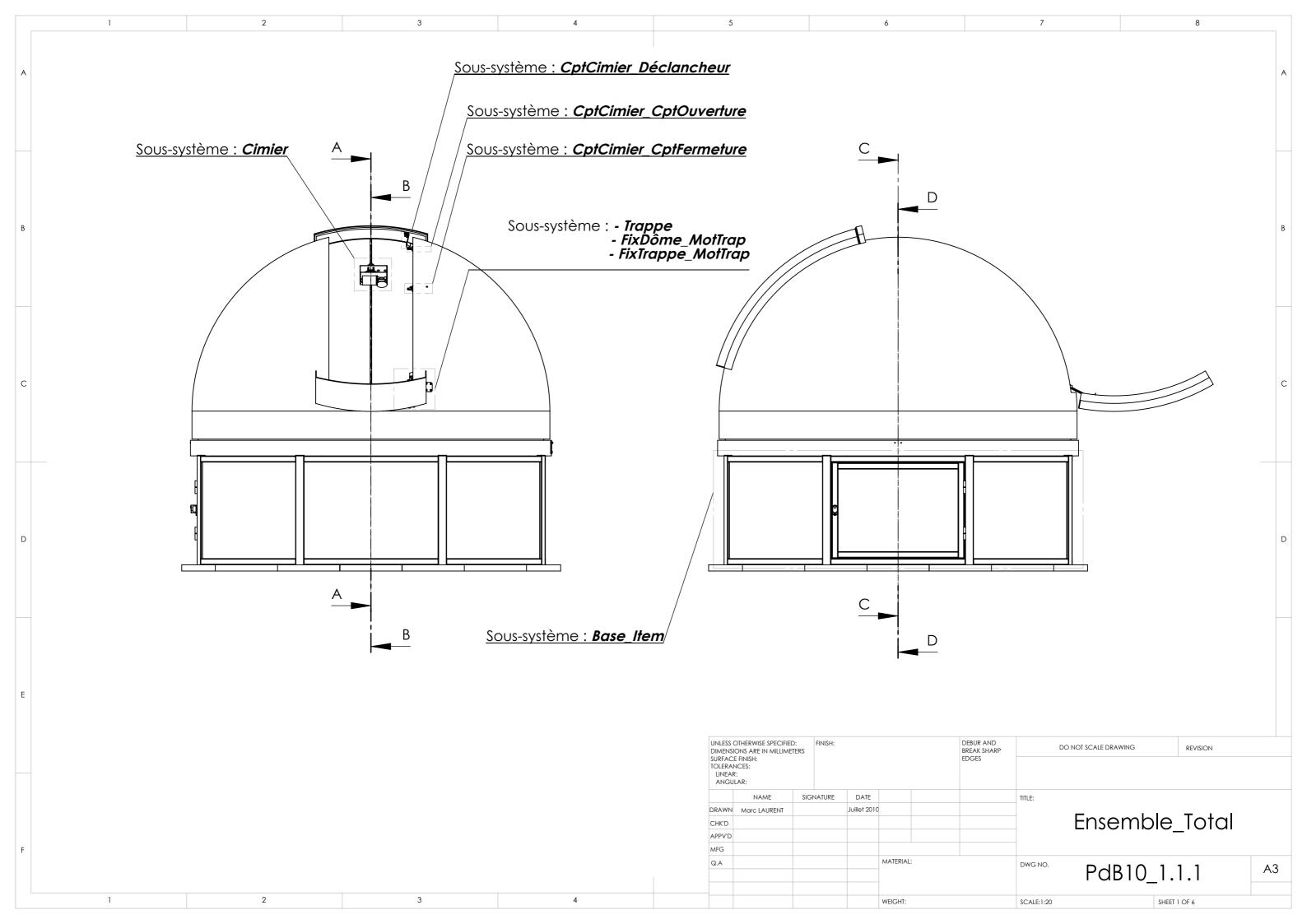
```
% RD
% figure
% subplot(4, 1, 1)
% plot (rRD_ext_max,PM); grid; title('Puissance [W]');
% subplot(4, 1, 2)
% plot (rRD_ext_max,wM_rpm); grid; title('Vitesse [rpm]');
% subplot(4, 1, 3)
% plot (rRD_ext_max,Ttot); grid; title('Couple [Nm]');
% subplot(4, 1, 4)
% plot (rRD ext max,i1); grid; title('Rapport de transmission');
% R
% figure
% subplot(3, 1, 1)
% plot (rR,PM); grid; title('Puissance [W]');
% subplot(3, 1, 2)
% plot (rR,wM_rpm); grid; title('Vitesse [rpm]');
% subplot(3, 1, 3)
% plot (rR,Ttot); grid; title('Couple [Nm]');
% P
% figure
% subplot(4, 1, 1)
% plot (rP_ext_max,PM); grid; title('Puissance [W]');
% subplot(4, 1, 2)
% plot (rP_ext_max,wM_rpm); grid; title('Vitesse [rpm]');
% subplot(4, 1, 3)
% plot (rP_ext_max,Ttot); grid; title('Couple [Nm]');
% subplot(4, 1, 4)
% plot (rP_ext_max,i1); grid; title('Rapport de transmission');
```

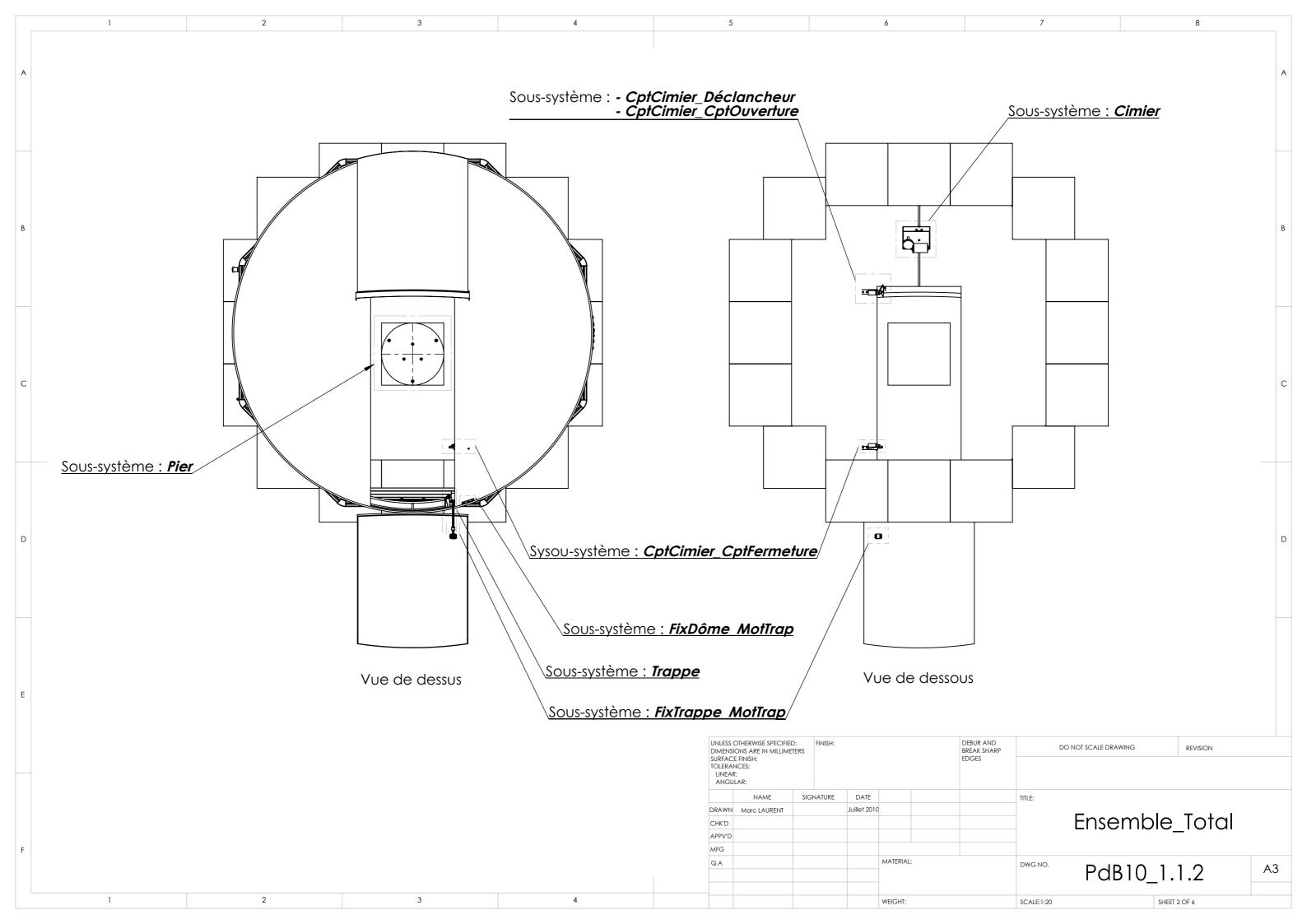


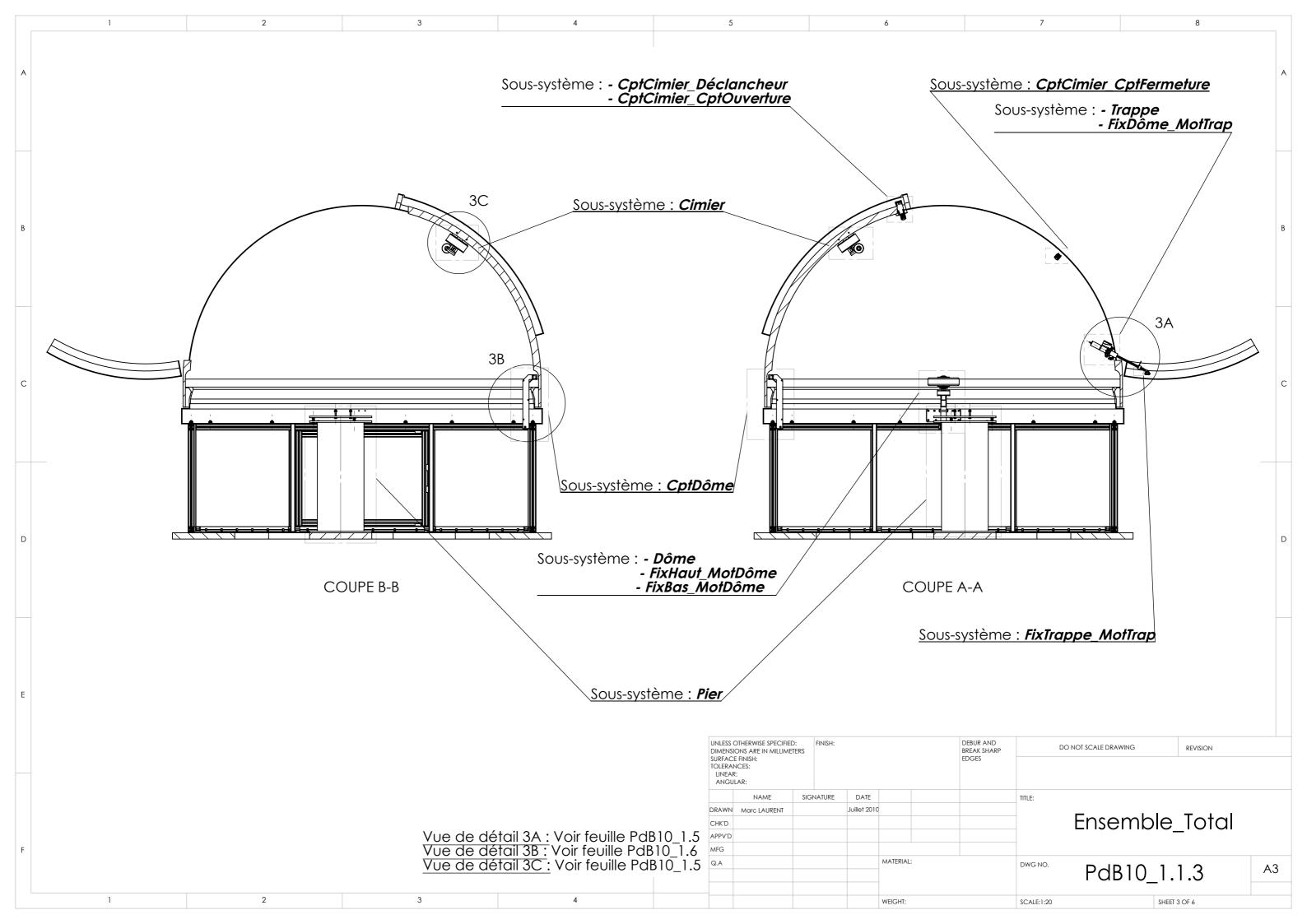
Annexe B - Plan d'ensemble

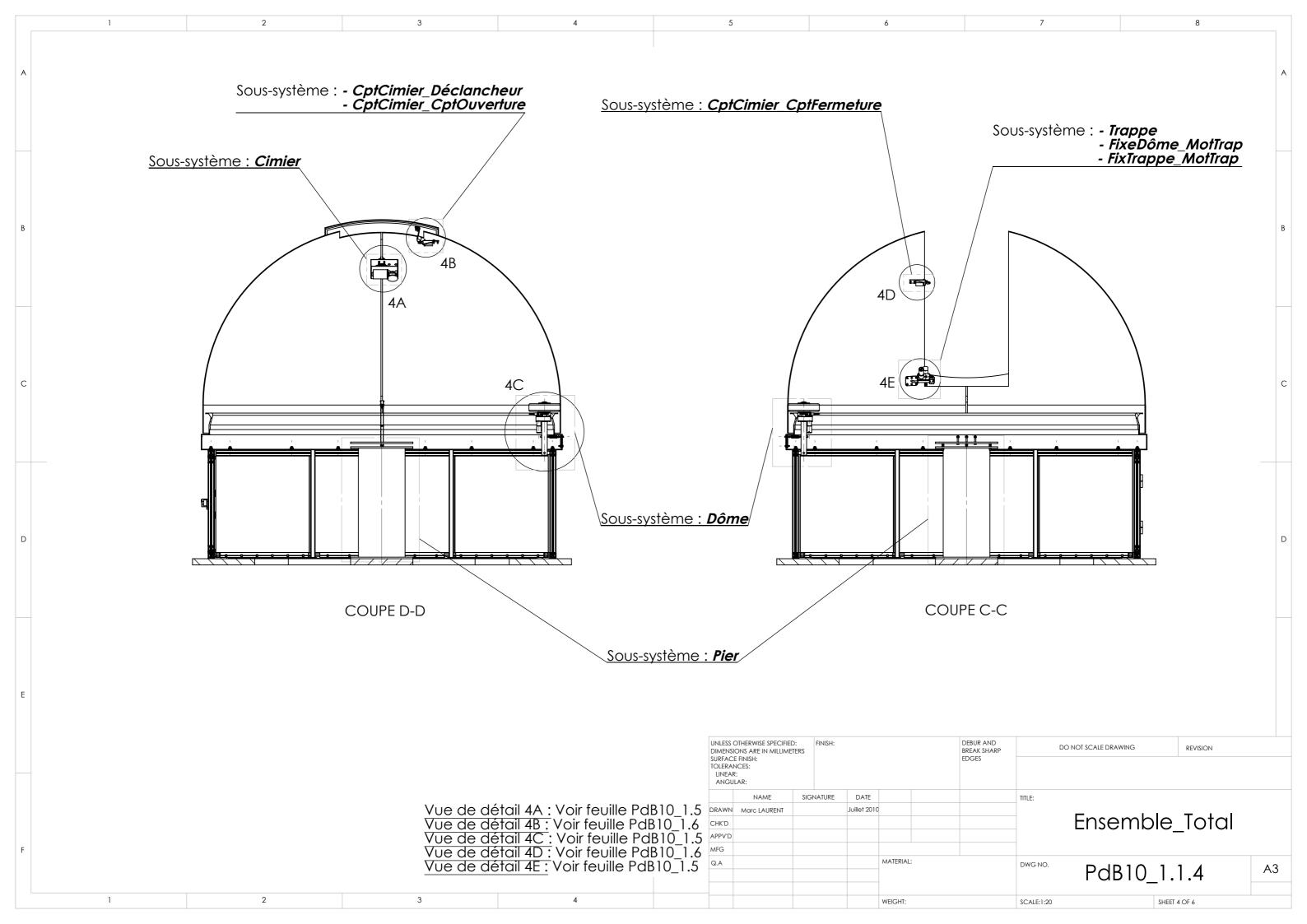
- Mises en plan de l'ensemble de l'observatoire :
 - o **PdB10_1.1.1**
 - o PdB10_1.1.2
 - o PdB10_1.1.3
 - o PdB10_1.1.4
 - o PdB10_1.1.5
 - o PdB10_1.1.6
- Vue éclatée de l'ensemble de l'observatoire :
 - o **PdB10_1.2**

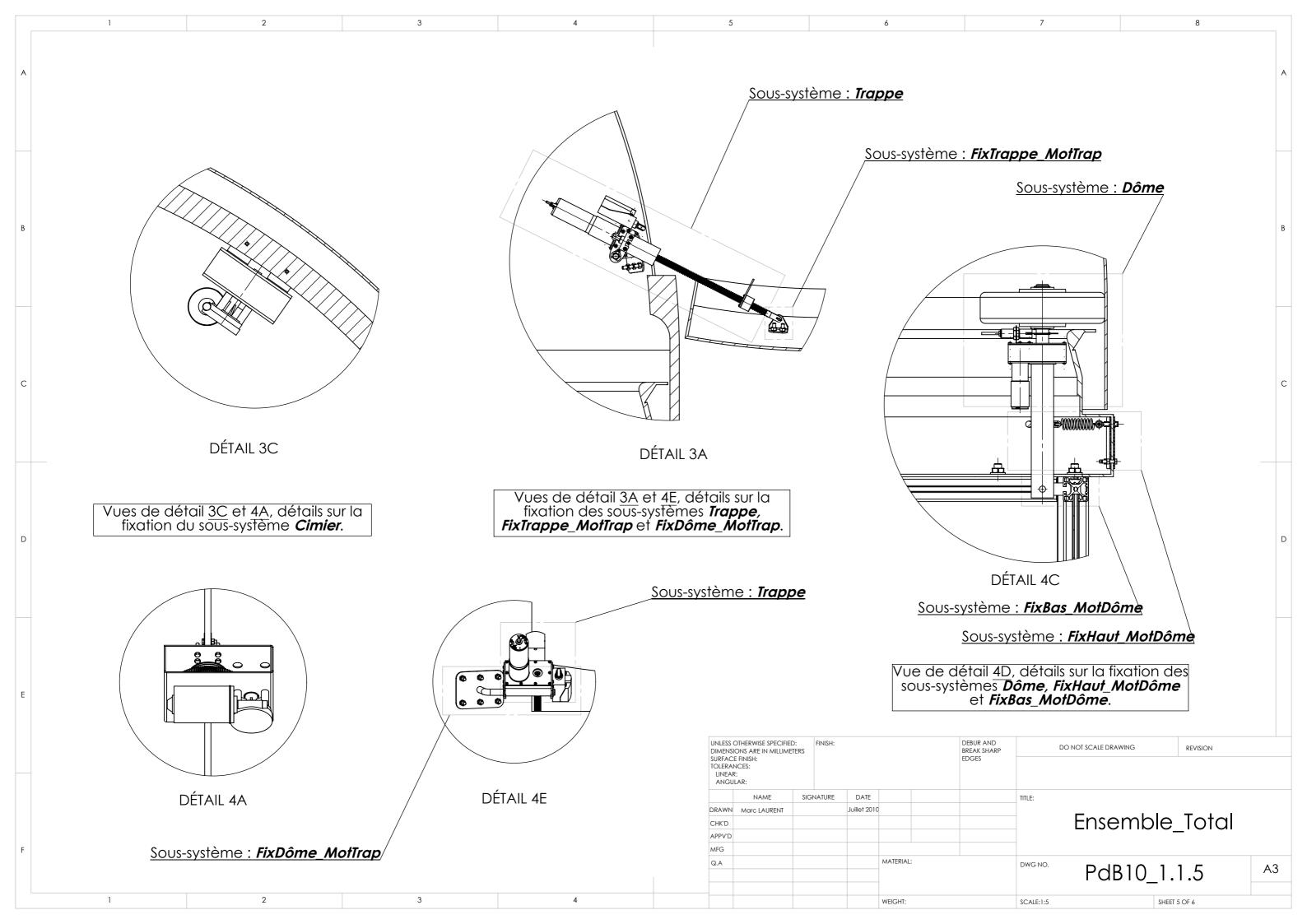
HES-SO B - I Travail de Bachelor 2010

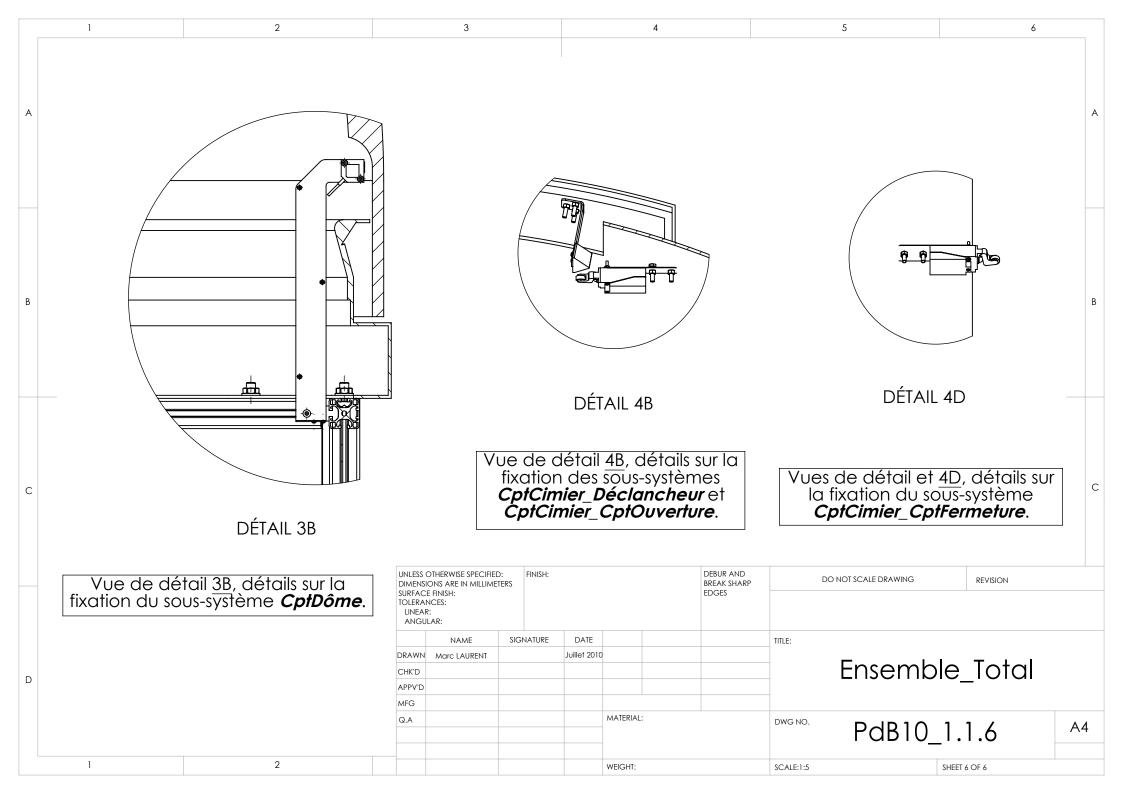


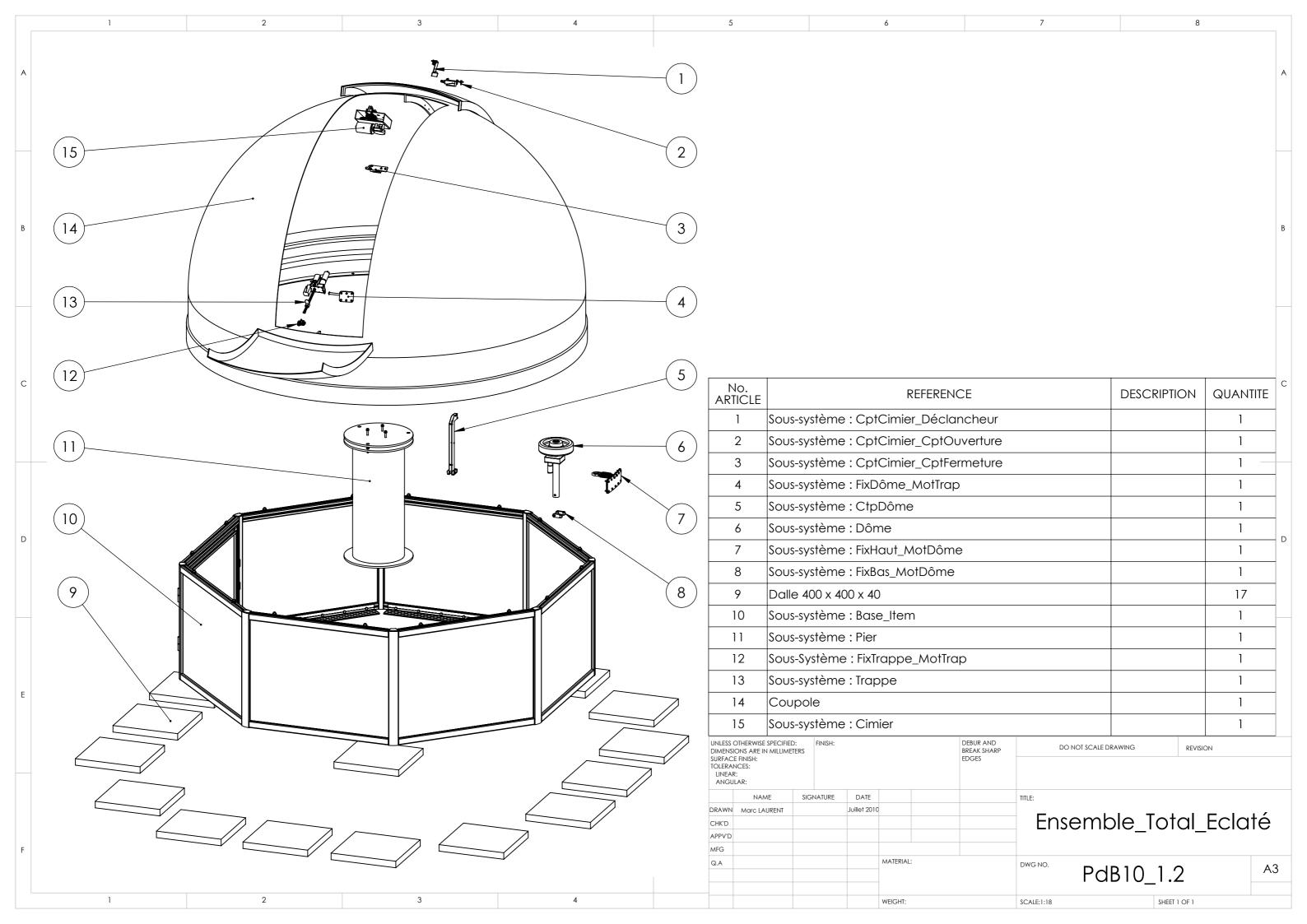














Annexe C - Listes & datasheets

HES-SO C - I Travail de Bachelor 2010



C. 1. Composants à acheter

Liste d'achat									
Fournisseurs	Éléments	Liens fournisseur	Art. n°	Prix unitaire pour pièces	Prix unitaire	Quantité	Prix	Sites Web	Note
	Roue cylindrique - 120	<u>Nozag</u>	SG 10120 BN	1	NC	1	NC	<u>Lien</u> Page 8	
	Roue cylindrique - 20	<u>Nozag</u>	SG 1020 BN	1	NC	1	NC	<u>Lien</u> Page 8	
	Roue cylindrique - 60	<u>Nozag</u>	SG 1060 BN	1	NC	1	NC	<u>Lien</u> Page 8	
Nozag	Roue cylindrique - 12	<u>Nozag</u>	SG 1012 BN	1	NC	1	NC	<u>Lien</u> Page 8	
NOZAG	Écrou de filetage trapézoïdal	<u>Nozag</u>	BR 10/3	1	NC	1	NC	<u>Lien</u> Page 84	
	Broche fileté trapézoïdal	<u>Nozag</u>	TR 10 / 3 / 250	1	NC	1	NC	<u>Lien</u> Page 81	
	Roue cylindrique - 30	Nozag	SG 1030 BN	1	NC	1	NC	<u>Lien</u> Page 8	
	Roue cylindrique - 30	<u>Nozag</u>	SG 1030 B	1	NC	1	NC	<u>Lien</u> Page 10	
Bosch	Moteur D.C. avec transmission CHP 24 V 21,7 W	<u>Bosch</u>	9 390 453 009	1	NC	1	NC	<u>Lien</u>	
	Moteur Maxon RE-max 29 Ø29mm 15Watt	<u>Maxon</u>	226754	1	154.00	1	154.00	<u>Lien</u>	
Maxon	Réducteur planétaire Maxon GP 26 B Ø26mm 0.5-2.0Nm	<u>Maxon</u>	144033	1	143.00	1	143.00	<u>Lien</u>	
IVIAXOII	Moteur Maxon RE 30 Ø30mm 60Watt	<u>Maxon</u>	268193	1	302.50	1	302.50	<u>Lien</u>	
	Réducteur Maxon Koaxdrive KD 32 Ø32mm 1.0-4.5Nm	<u>Maxon</u>	354723	1	236.50	1	236.50	<u>Lien</u>	
Panasonic	Interrupteurs de fin de course pour cimier	<u>Panasonic</u>	AZD1050	1	20.00	2	40.00	<u>Lien</u>	
Pallasollic	Interrupteurs de fin de course pour trappe	<u>Panasonic</u>	AZD1052	1	20.00	2	40.00	<u>Lien</u>	
Baumer	Détecteurs optoélectroniques - Fourches standards et angulaires	<u>Baumer</u>	FEG 14.24.35	1	72.75	1	72.75	<u>Lien</u>	97.00 - 25%
Contrinex	Détecteur de proximité photoélectrique	<u>Contrinex</u>	LTK-3031-303	1	58.23	1	58.23	<u>Lien</u>	68.50 - 15%
Tente	Roue - FTB200x50-Ø20 H7	<u>Tente</u>	EAN 4031582319040	1	226.55	1	226.55	<u>Lien</u>	
	Roulements rigides à billes, à une rangée	<u>SKF</u>	61804	1	NC	1	NC	<u>Lien</u>	
SKF	Roulements rigides à billes, à une rangée	<u>SKF</u>	16002 *	1	NC	1	NC	<u>Lien</u>	
SKF	Butées à aiguilles, cages à aiguilles axiales et butées avec	<u>SKF</u>	AXK 1226	1	NC	1	NC	<u>Lien</u>	
	Roulements rigides à billes, à une rangée	<u>SKF</u>	61803	1	NC	1	NC	<u>Lien</u>	
Federtechnik	Ressort de traction 2.5x15.5x48.3	<u>Federtechnik</u>	40890	1	2.25	2	4.50	<u>Lien</u>	
Соор	Dalle	Coop brico+loisirs	3958133	1	2.70	17	45.90	<u>Lien</u>	
Galileo	Dôme	<u>Galileo Lausanne</u>	SOHOME	1	5661.00	1	5661.00	<u>Lien</u>	
	Rondelle ISO 7089 - 5	<u>Bossard</u>	1267329	200	4.50	5	4.50	<u>Lien</u>	
Dogogud	Rondelle ISO 7089 - 3	<u>Bossard</u>	1267280	200	4.50	2	4.50	<u>Lien</u>	
Bossard	Rondelle ISO 7089 - 8	<u>Bossard</u>	1777475	200	4.50	3	4.50	<u>Lien</u>	
	Rondelle ISO 7089 - 20	Bossard	1267434	100	16.80	2	16.80	<u>Lien</u>	



crou hexagonal ISO 4032 - M8 crou hexagonal ISO 4032 - M5 crou hexagonal ISO 4032 - M4 crou hexagonal ISO 4032 - M3 intretoises hexagonales crous ronds à filetage trapézoïdal DIN 103 - 7H cuir	Bossard Bossard Bossard Bossard Bossard Bossard	1089064 1089021 1089021 1088998 1384988 1173634	200 200 200 200 100 1	4.50 4.50 4.50 4.50 40 9.05 NC	40 2 7 3 1 8	4.50 4.50 4.50 4.50 40 9.05 NC	Lien Lien Lien Lien Lien	
crou hexagonal ISO 4032 - M5 crou hexagonal ISO 4032 - M4 crou hexagonal ISO 4032 - M3 intretoises hexagonales crous ronds à filetage trapézoïdal DIN 103 - 7H	Bossard Bossard Bossard Bossard Bossard	1089021 1089021 1088998 1384988 1173634	200 200 200 100 1	4.50 4.50 4.50 40 9.05	40 2 7 3 1	4.50 4.50 4.50 40 9.05	Lien Lien Lien Lien Lien	
crou hexagonal ISO 4032 - M5 crou hexagonal ISO 4032 - M4 crou hexagonal ISO 4032 - M3 intretoises hexagonales	Bossard Bossard Bossard Bossard	1089021 1089021 1088998 1384988	200 200 200 100	4.50 4.50 4.50 40	40 2 7 3	4.50 4.50 4.50 40	Lien Lien Lien Lien	
crou hexagonal ISO 4032 - M5 crou hexagonal ISO 4032 - M4 crou hexagonal ISO 4032 - M3	Bossard Bossard Bossard	1089021 1089021 1088998	200 200 200	4.50 4.50 4.50	40 2 7	4.50 4.50 4.50	<u>Lien</u> <u>Lien</u> <u>Lien</u>	
crou hexagonal ISO 4032 - M5 crou hexagonal ISO 4032 - M4	Bossard Bossard	1089021 1089021	200	4.50 4.50	40 2	4.50 4.50	<u>Lien</u> <u>Lien</u>	
crou hexagonal ISO 4032 - M5	Bossard	1089021	200	4.50	40	4.50	<u>Lien</u>	
								
crou hexagonal ISO 4032 - M8	Bossard	1089064	100	0.00	12	0.00		
	5 .		100	0 00	12	8.80	Lien	
'is sans tête avec fente et bouts chanfreiné ISO 4766 - M2x3	Bossard	1177281	100	8.80	1	8.80	Lien	
'is sans tête avec fente et bouts chanfreiné ISO 4766 - M3x8	Bossard	1177664	100	8.80	2	8.80	<u>Lien</u>	
'is à œillet DIN 444 - A M5x30	Bossard	1105221	100	295.00	2	295.00	Lien	
'is à tête cylindrique bombée ISO 7045 - M2x6 - Z	Bossard	1538454	200	4.50	22	4.50	Lien	
is à tête cylindrique bombée ISO 7045 - M3x30 - Z	Bossard	1538675	200	6.50	8	6.50	<u>Lien</u>	À
is à tête hexagonale ISO 4017 - M4x20	Bossard	1042319	100	9.20	2	9.20	Lien	
'is à tête hexagonale ISO 4017 - M5x20	Bossard	1042572	100	9.20	40	9.20	Lien	
'is à tête hexagonale ISO 4017 - M8x20	Bossard	1043323	100	15.10	48	15.10	Lien	
/is à tête hexagonale ISO 4017 - M8x50	Bossard	1043412	100	24.50	6	24.50	Lien	
ris à tête bombée ISO 7380 - M3x6	Bossard	1982990	100	13.70	10	13.70	Lien	
'is à tête bombée ISO 7380 - M3x8	Bossard	1983385	100	13.70	30	13.70	Lien	
ris à tête bombée ISO 7380 - M3x12	Bossard	1983407	100	15.50	2	15.50	Lien	
/is à tête bombée ISO 7380 - M5x10								
/is à tête bombée ISO 7380 - M6x12					3			
·			100		1			
·								
								
. , .								
· / · · ·								
• •					•			
• •								
								
	s à tête bombée ISO 7380 - M5x10 s à tête bombée ISO 7380 - M3x12 s à tête bombée ISO 7380 - M3x8 s à tête bombée ISO 7380 - M3x6 s à tête bombée ISO 7380 - M3x6 s à tête hexagonale ISO 4017 - M8x50 s à tête hexagonale ISO 4017 - M8x20 s à tête hexagonale ISO 4017 - M5x20 s à tête hexagonale ISO 4017 - M4x20 s à tête hexagonale ISO 4017 - M4x20 s à tête cylindrique bombée ISO 7045 - M3x30 - Z s à tête cylindrique bombée ISO 7045 - M2x6 - Z s à œillet DIN 444 - A M5x30 s sans tête avec fente et bouts chanfreiné ISO 4766 - M3x8 s sans tête avec fente et bouts chanfreiné ISO 4766 - M2x3	rclip pour arbre DIN 471 - 15x1 rclip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 rclip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 Rossard rclip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard pupille cylindrique ISO 2338 - 2 h8x10 - Ac pupille cylindrique ISO 2339 - 2 h8x20 - Ac pupille cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac pupille sendues ISO 1234 - 1x6 - Ac pupilles fendues ISO 7380 - M6x20 pupilles fendues ISO 7380 - M6x12 pupilles febombée ISO 7380 - M6x12 pupilles febombée ISO 7380 - M5x10 pupilles febombée ISO 7380 - M5x10 pupilles febombée ISO 7380 - M3x12 pupilles febombée ISO 7380 - M3x12 pupilles febombée ISO 7380 - M3x2 pupilles febombée ISO 7380 - M3x30 pupilles febombée ISO 7045 - M3x8 pupilles febombée ISO 7045 - M3x30 pupilles febombée ISO 4766 - M3x8 pupilles febombée ISO 7045 - M3x30 pupilles febombée ISO 4766 - M3x8 pupilles febombée ISO 7045 - M2x3 pupilles febombée ISO 4766 - M3x8 pup	relip pour arbre DIN 471 - 15x1 Bossard 1287249 relip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 Bossard 128865 relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 128865 relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 1299107 relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 1299107 relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 1299107 relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 1299174 relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 1299174 relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 1299174 relip pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Relip pour alésage DIN 472 - 4x20 Relip pour alésage DIN 472 - 4x20 Relip pour alésage DIN 472 - M8x20 Relip pour ales pour a	rclip pour arbre DIN 471 - 15x1 Bossard 1287249 100 rclip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 Bossard 1287303 100 rclip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 Bossard 1288865 100 pupille cylindrique ISO 2338 - 2 h8x10 - Ac Bossard 1299107 200 pupille cylindrique ISO 2338 - 2 h8x20 - Ac Bossard 1299174 200 pupille cylindrique ISO 2339 - 2 h8x20 - Ac Bossard 1299174 200 pupille cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1299972 100 pupille sendues ISO 1234 - 1x6 - Ac Bossard 1363557 200 pupille pupindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1363557 200 pupilles fendues ISO 1234 - 1x6 - Ac Bossard 1317962 100 pupilles fendues ISO 1234 - 1x6 - Ac Bossard 1317962 100 pupilles fendues ISO 1234 - 1x6 - Ac Bossard 1317962 100 pupilles fendues ISO 1380 - M6x12 Bossard 1317962 100 pupilles fendues ISO 7380 - M6x12 Bossard 1689366 100 pupilles bombée ISO 7380 - M5x10 Bossard 1689366 100 pupilles bombée ISO 7380 - M5x10 Bossard 1983407 100 pupilles bombée ISO 7380 - M3x8 Bossard 1983407 100 pupilles bombée ISO 7380 - M3x8 Bossard 1983407 100 pupilles bombée ISO 7380 - M3x8 Bossard 1982990 100 pupilles bombée ISO 4017 - M8x50 Bossard 1043412 100 pupilles bombée ISO 4017 - M8x20 Bossard 1043412 100 pupilles bombée ISO 4017 - M5x20 Bossard 1043323 100 pupilles bombée ISO 4017 - M4x20 Bossard 1042572 100 pupilles de los bossed 1050 4017 - M4x20 Bossard 1042519 100 pupilles de los pupilles de los bossed 1050 4017 - M4x20 Bossard 105221 100 pupilles de los	reclip pour arbre DIN 471 - 15x1 Bossard 1287249 100 9.40 reclip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 Bossard 1287303 100 13.80 reclip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 Bossard 128865 100 24.00 pupille cylindrique ISO 2338 - 2 h8x10 - Ac Bossard 1299107 200 5.00 pupille cylindrique ISO 2338 - 2 h8x20 - Ac Bossard 1299174 200 6.60 pupille cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1299174 200 6.60 pupille cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1299972 100 14.80 pupille cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1299972 100 14.80 pupille se fendues ISO 1234 - 1x6 - Ac Bossard 1369577 200 4.50 pupille cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1317962 100 36.50 pupille cylindrique ISO 2380 - M6x12 Bossard 1317962 100 36.50 pupille cylindrique ISO 2380 - M6x12 Bossard 13190644 100 175.00 s à tête avec trou pour leviers à fourche DIN 1434 - 4x12x10.2 Bossard 159366 100 27.50 s à tête bombée ISO 7380 - M6x12 Bossard 1639366 100 27.50 s à tête bombée ISO 7380 - M5x10 Bossard 1678205 100 21.00 s à tête bombée ISO 7380 - M3x8 Bossard 1983407 100 15.50 s à tête bombée ISO 7380 - M3x8 Bossard 1983407 100 15.50 s à tête bombée ISO 7380 - M3x6 Bossard 1982990 100 13.70 s à tête hexagonale ISO 4017 - M8x50 Bossard 1043412 100 24.50 s à tête hexagonale ISO 4017 - M8x20 Bossard 1043412 100 24.50 s à tête hexagonale ISO 4017 - M8x20 Bossard 1043219 100 9.20 s à tête hexagonale ISO 4017 - M8x20 Bossard 1042319 100 9.20 s à tête vexagonale ISO 4017 - M8x20 Bossard 1042319 100 9.20 s à tête cylindrique bombée ISO 7045 - M2x6 - Z Bossard 1538454 200 4.50 s à tête cylindrique bombée ISO 7045 - M2x6 - Z Bossard 1538454 200 4.50 s à s actillet DIN 444 - A M5x30 Bossard 1105221 100 295.00 s as as tête avec fente et bouts chanfreiné ISO 4766 - M2x3 Bossard 1177281 100 8.80	rclip pour arbre DIN 471 - 15x1	Rossard 1287249 100 9.40 1 9.4	Trilip pour arbre DIN 471 - 15x1 Bossard 1287249 100 9.40 1 9.40 Lien relip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 Bossard 1287303 100 13.80 4 13.80 Lien relip pour arbre DIN 471 - 20x1.2 Bossard 128865 100 24.00 3 24.00 Lien pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 1288865 100 24.00 3 24.00 Lien pour alésage DIN 472 - 32x1.2 Bossard 1299107 200 5.00 1 5.00 Lien pour public cylindrique ISO 2338 - 2 h8x10 - Ac Bossard 1299174 200 6.60 2 6.60 Lien pour public cylindrique ISO 2339 - 2 h8x20 - Ac Bossard 1299174 200 6.60 2 6.60 Lien pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1299174 200 4.50 1 4.80 Lien pour public special beautiful and the pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1363557 200 4.50 1 4.50 Lien pour public special beautiful and the pour public special beautiful and the pour public special beautiful and the pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1317962 100 36.50 1 36.50 Lien pour public special beautiful and the pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1317962 100 36.50 1 36.50 Lien pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1317962 100 36.50 1 36.50 Lien pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1317962 100 36.50 1 36.50 Lien pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1317962 100 36.50 1 36.50 Lien pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1639366 100 27.50 3 27.50 Lien pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 1639366 100 27.50 3 27.50 Lien pour public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 198290 100 13.70 30 13.70 Lien public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 198290 100 13.70 10 13.70 Lien public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 198290 100 13.70 10 13.70 Lien public cylindrique ISO 2338 - 4 h8x40 - Ac Bossard 198290 100 13.70 10 13.70 Lien public cylindrique ISO 2338 - Ac Bossard 198290 100 13.70 10 13.70 Lien public cylindrique ISO 235 - Ac Bossard 198290 100 13.70 10 13.70 Lien public cylindrique ISO 235 - Ac Bossard 198290 100 13.70 10 13.70 Lien public cy

Tableau 2 - Tableau regroupant toutes les pièces à acheter.

C. 2. Composants à modifier

Pièces achetées à modifier									
Nom	Matériaux	Poids [g]	N° de plan	Quantité					
Cimier_Pignon	Acier ETG 100	22	PdB10_4.1.3	1					
Cimier_RD	Acier ETG 100	777	PdB10_4.1.4	1					
MotDôme_Pignon	Acier ETG 100	8	PdB10_7.1.7	1					
MotDôme_RD	Acier ETG 100	224	PdB10_7.1.8	1					
Trappe_Ecrou	Bronze	31	PdB10_13.1.5	1					
Trappe_EcrouLameD'ArrêtFermeture	Acier	37	PdB10_13.1.6	1					
Trappe_Pignon	Acier ETG 100	55	PdB10_13.1.13	1					
Trappe_RD	Acier ETG 100	23	PdB10_13.1.14	1					
Trappe_VisDeMouvement	Acier de cémentation C 15	90	PdB10_13.1.16	1					
	POIDS TOTAL :	1267	[g]						

Tableau 3 - Tableau regroupant toutes les pièces achetées à modifier.

C. 3. Composants à fabriquer

	Pièces à fabriquer			
Nom	Matériaux	Poids [g]	N° de plan	Quantité
Pier_CorpsDisqueBas	Acier zingué	9048	PdB10_2.1.1	-
Pier_CorpsDisqueHaut	Acier zingué	9034	PdB10_2.1.2	:
Pier_CorpsTube	Acier zingué	45917	PdB10_2.1.3	-
Pier_DisqueHaut	Acier zingué	8998	PdB10_2.1.4	
Cimier_Barre	Acier	40	PdB10_4.1.1	:
Cimier_Base	Tôle	945	PdB10_4.1.2	3
Cimier_Tambour	PVCr	63	PdB10_4.1.5	2
Cimier_TolerieDeFixation	Tôle	12	PdB10_4.1.6	4
CptCimier_SupportCpt	Aluminium	16	PdB10_5.1	
CptDôme_Barre	Acier	12	PdB10_6.1.1	:
CptDôme_Latéral	Acier	71	PdB10_6.1.2	2
CptDôme_Support1	Tôle	209	PdB10_6.1.3	1
CptDôme_Support2	Tôle	209	PdB10_6.1.4	1
MotDôme_Barre	Acier	248	PdB10_7.1.1	:
MotDôme_BloqueDisque	ABS	0.01	PdB10_7.1.2	:
MotDôme_BoitierBase	Aluminium	46	PdB10_7.1.3	:
MotDôme_BoitierBord	ABS	45	PdB10_7.1.4	:
MotDôme_BoitierCouvercle	ABS	20	PdB10_7.1.5	:
MotDôme_Disque	ABS	2	PdB10_7.1.6	<u> </u>
MotDôme_SupportCpt	Tôle	6	PdB10_7.1.9	:
MotDôme_Tube	Aluminium	125	PdB10_7.1.10	:
CptCimier_Déclancheur_SupportTriangle	Tôle	65	PdB10_8.1.1	:
CptCimier_Déclancheur_Triangle	ABS	18	PdB10_8.1.2	:
FixBas_MotDôme_Barre	Acier	24	PdB10_9.1.1	:
FixBas MotDôme Latéral	Acier	72	PdB10 9.1.2	:
FixHaut_MotDôme_PlaqueExt	Tôle	288	PdB10_10.1.1	
FixHaut_MotDôme_PlaqueInt	Tôle	286	PdB10_10.1.2	_
FixDôme_MotTrap_PlaqueExt	Tôle	74	PdB10_11.1.1	:
FixDôme_MotTrap_PlaqueInt	Acier	154	PdB10_11.1.2	:
FixTrappe_MotTrap_PlaqueExt	Tôle	19	PdB10_12.1.1	1
FixTrappe MotTrap PlaqueInt	Tôle	16	PdB10_12.1.2	2
Trappe_AnneauLiaison	ABS	1	PdB10_13.1.1	-
Trappe_Boitier	Acier	156	PdB10_13.1.2	:
Trappe BoitierArrière	Aluminium	22	PdB10_13.1.3	:
Trappe_BoitierAvant	Aluminium	21	PdB10_13.1.4	:
Trappe Fourche	Acier	8	PdB10_13.1.7	-
Trappe_LameD'ArrêtFermeture	Aluminium	5	PdB10_13.1.8	:
Trappe_LameD'ArrêtOuverture	Aluminium	3	PdB10_13.1.9	
Trappe LatéralCôtéDôme	Aluminium	7	PdB10_13.1.10	:
Trappe_LatéralCôtéTrappe	Aluminium	7	PdB10_13.1.11	
Trappre_LiaisonPignonMoteur	Acier	3	PdB10_13.1.12	:
Trappe_Tube	POM	3	PdB10_13.1.15	
·· -	POIDS TOT		_	

Tableau 4 - Tableau regroupant les pièces à fabriquées.

C. 4. Composant Item

- 4 pages du devis Item
 - o Page C VII
 - o Page C VIII
 - o Page C IX
 - o Page C X



HEIG-VD M. Marc Laurent Av des Sports 14 1400 Yverdon-les-Bains

Offre 21.06.2010

No. de fournisseur:

Votre demande: demande online du 18.06.2010 Contact Mme Sabrina Fazi (052 647 40 20)

Validité de l'offre: 16.09.2010

Cher Monsieur Laurent,

selon votre demande, nous vous offrons:

Pos.	Description	Quantité	Prix unité	Total
1,0	0.0.409.14 Profilé 8 R40/80-45°, naturel, découpe Long.= 700,0 mm Votre no. de pos 1	8,00 pc	28,18	225,46
2,0	0.0.026.30 Coupe de profilé pour petites sections	8,00 pc	3,18	25,44
3,0	0.0.422.72 Profilé 8 40x40 1N léger, naturel, découpe Long.= 860,0 mm Votre no. de pos 3	16,00 pc	23,68	378,95
4,0	0.0.026.30 Coupe de profilé pour petites sections	16,00 pc	3,18	50,88
5,0	0.0.422.72 Profilé 8 40x40 1N léger, naturel, découpe Long.= 771,0 mm Votre no. de pos 5	2,00 pc	21,23	42,47

item Industrietechnik Schweiz GmbH Diessenhoferstrasse 14 CH-8252 Schlatt

> Telefon +41/(0)52/6474020

Telefax +41/(0)52/647 40 29

E-Mail info@item-schweiz.ch

Internet www.item-schweiz.ch

MwSt-Nr. : 550 486

Konto UBS AG 4051 Basel 292-573525.01C BIC: UBSWCHZH80A IBAN: CH 55 0029 2292 5735 2501C



Page 2 Offre 00003205-1 **HEIG-VD**

	Pos.	Description		Quantité	Prix unité	Total
					report	723,20
	6,0	0.0.026.30 Coupe de profilé pour petites sections		2,00 pc	3,18	6,36
	7,0	0.0.422.72 Profilé 8 40x40 1N léger, naturel, découpe Long.= 610,0 mm Votre no. de pos 7		2,00 pc	16,80	33,60
	8,0	0.0.026.30 Coupe de profilé pour petites sections		2,00 pc	3,18	6,36
	9,0	0.0.488.51 Fixation univ. 8 St, inoxydable Votre no. de pos 9		36,00 pc	7,71	277,56
	10,0	0.0.627.53 Abdeckkappe 8 R40/80-45°, Votre no. de pos: 10		8,00 pc	1,87	14,96
	11,0	0.0.473.02 Fixation 8 M12 Votre no. de pos: 11		16,00 pc	13,68	218,88
	12,0	0.0.489.89 Joint rempliss. 8 2-4mm, gris découpe Long.= 10450,0 mm Votre no. de pos: 12		1,00 pc	39,08	39,08
	13,0	0.0.026.30 Coupe de profilé pour petites sections		1,00 pc	3,18	3,18
	14,0	7.0.001.32 Profilé M W80x40x8 E, naturel, découpe Long.= 800,0 mm Votre no. de pos: 13		8,00 pc	34,52	276,16
item Industrietechnik Schweiz GmbH Diessenhoferstrasse 14 CH-8252 Schlatt	15,0	0.0.026.30 Coupe de profilé pour petites sections		8,00 pc	3,18	25,44
Telefon +41/(0)52/647 40 20	16,0	0.0.476.96		1,00 pc	31,71	31,71
Telefax +41/(0)52/6474029		Bloc de rotation 8 Votre no. de pos: 15				
E-Mail info@item-schweiz.ch						
Internet www.item-schweiz.ch						
MwSt-Nr. : 550 486						
Konto UBS AG 4051 Basel 292-573525.01C BIC: UBSWCHZH80A H 55 0029 2292 5735 2501C			C - VIII			
0.4.115.01/06.2000						

UBS AG 44 292-573 BIC: UBSW IBAN: CH 55 0029 2292 57



Page 3 Offre 00003205-1 **HEIG-VD**

Pos. Description	Quantité	Prix unité	Total
		report	1.656,49
17,0 0.0.486.80 Bouton de porte quart de tour verrouillable Votre no. de pos: 16	1,00 pc	32,32	32,32
18,0 0.0.486.72 Butée de porte 8 Votre no. de pos: 17	2,00 pc	10,03	20,06
19,0 0.0.488.94 Charnière 8 Al PP4 légère Votre no. de pos: 18	2,00 pc	13,33	26,66
20,0 0.0.627.16 Abdeckkappe 8 40x40, Votre no. de pos: 19	4,00 pc	0,80	3,20
21,0 0.0.026.18 Ecrou 8 St M8 Votre no. de pos: 20	48,00 pc	0,78	37,44

item Industrietechnik Schweiz GmbH Diessenhoferstrasse 14 CH-8252 Schlatt

Telefon +41/(0)52/6474020

Telefax +41/(0)52/647 40 29

E-Mail info@item-schweiz.ch

Internet www.item-schweiz.ch

MwSt-Nr. : 550 486

Konto UBS AG 4051 Basel 292-573525.01C BIC: UBSWCHZH80A IBAN: CH 55 0029 2292 5735 2501C



Page 4

Offre 00003205-1 HEIG-VD

Pos. Description	Quantité	Prix unité	Total
		report	1.776,17
	CHF		1.776,17
	<u>Total</u>		1.776,17

Prix net sans tva

Notre code TVA ...: 550 486

Conditions de paiement et de livraisor

Les conditions générales de item Schweiz GmbH sont applicables.

<u>Prix</u>

Net

coûts de transport à la charge du client

Paiement

30 jours sans escompte à partir de la date de la facture 2% d'escompte avec paiement dans 14 jours à partir de la date de la facture

<u>Délai</u>

Le délai de livraison est actuellement de 7 jours.

Tolérance générale selon norme DIN ISO 2768-mk et tolérance de rectitude et planéité selon DIN EN 12020 partie 2.

Pour de plus amples informations concernant les produits item et les prestations de service, veuillez contacter votre conseiller personnel Fabrice Zambano (tél. 079 446 13 57), qui se tient à votre disposition.

Si vous avez des questions concernant cette offre, veuillez contacter s.v.p. notre team commercial (tél.: 052 647 40 20).

Meilleures salutations item Schweiz GmbH

i.A. Sabrina Fazi

item Industrietechnik Schweiz GmbH Diessenhoferstrasse 14 CH-8252 Schlatt

> Telefon +41/(0)52/6474020

Telefax +41/(0)52/647 40 29

E-Mail info@item-schweiz.ch

Internet www.item-schweiz.ch

MwSt-Nr. : 550 486

Konto UBS AG 4051 Basel 292-573525.01C BIC: UBSWCHZH80A IBAN: CH 55 0029 2292 5735 2501C

C. 5. Datasheets des moteurs

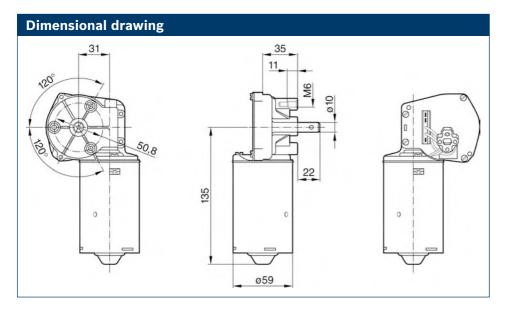
- Motorisation du cimier: Bosch D.C. motor with transmission, CHP | 24 V 21.7 W 9 390
 354 009 (page C XII)
- Motorisation de la trappe: Maxon D.C.motor, RE 30 Ø30mm, Graphite Brushes, 60W –
 268193 (page C XIII)
- Motorisation du dôme: Maxon RE-max 29 Ø29mm, Precious Metal Brushes CLL, 15W –
 226754 (page C XIV)

CHP | 24 V 21,7 W



Characteristic curve $U_{\rm B} = 26 \, {\rm V}$

Connection diagram



Robert Bosch GmbH Automotive Aftermarket Postfach 410960 76225 Karlsruhe Germany



Technical data

9 390 453 009

24 V

4 Á *I*_{max} 13 A

n_N 260 mir M_N 0,8 Nm 260 min⁻¹

3,8 Nm

38 : 4

L/R

S 1

IP 23

approx. 1,03 kg

21,7 W

 P_{N}

Part number

Nominal voltage

Nominal power Nominal current

Nominal torque Breakaway torque

Reduction

Weight

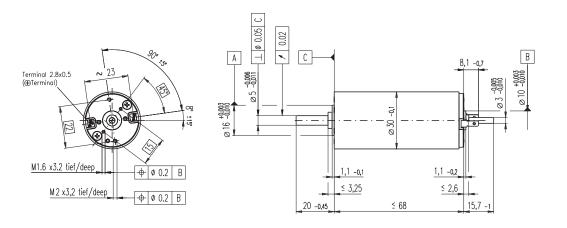
Type of duty

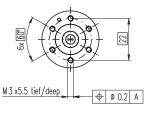
Maximum current Nominal speed

Direction of rotation

Degree of protection

RE 30 Ø30 mm, Graphite Brushes, 60 Watt





M 1:2

	Stock program]Standard program Special program (on request)		Order Nun	nber					
	according to dimensiona	l drawing	310005	310006	310007	310008	310009		
	shaft length 15.7 shortened to	8.7 mm	268193	268213	268214	268215	268216		
Mo	tor Data								
	Values at nominal voltage								
1	Nominal voltage	V	12.0	18.0	24.0	36.0	48.0		
2	No load speed	rpm	8170	8590	8810	8590	8490		
3	No load current	mA	300	212	164	106	78.5		
4	Nominal speed	rpm	7630	7900	8050	7810	7750		
5	Nominal torque (max. continuous torque)	mNm	51.7	75.5	85.0	83.4	88.2		
6	Nominal current (max. continuous current) A	4.00	4.00	3.44	2.20	1.72		
7	Stall torque	mNm	844	991	1020	936	1020		
8	Starting current	Α	60.5	49.8	39.3	23.5	19.0		
9	Max. efficiency	%	86	87	87	87	88		
	Characteristics								
10	Terminal resistance	Ω	0.198	0.362	0.611	1.53	2.52		
11	Terminal inductance	mH	0.0345	0.0703	0.119	0.281	0.513		
12	Torque constant	mNm / A	13.9	19.9	25.9	39.8	53.8		
13	Speed constant	rpm / V	685	479	369	240	178		
14	Speed / torque gradient rpi	m/mNm	9.74	8.71	8.69	9.22	8.33		
15	Mechanical time constant	ms	3.42	3.25	3.03	3.17	3.01		
16	Rotor inertia	gcm ²	33.5	35.7	33.3	32.9	34.5		

Specifications Thermal data

IIICIIIIai uala	
Thermal resistance housing-ambient	6.0 K / W
Thermal resistance winding-housing	1.7 K / W
Thermal time constant winding	16.2 s
	Thermal resistance winding-housing

20 Thermal time constant motor 714 s
21 Ambient temperature -30 ... +100°C
22 Max. permissible winding temperature +125°C

Mechanical data (ball bearings)

 23
 Max. permissible speed
 12000 rpm

 24
 Axial play
 0.05 - 0.15 mm

 25
 Radial play
 0.025 mm

 26
 Max. axial load (dynamic)
 5.6 N

 27
 Max. force for press fits (static)
 110 N

 (static, shaft supported)
 1200 N

 28
 Max. radial loading, 5 mm from flange
 28 N

Other specifications

29 Number of pole pairs

30 Number of commutator segments

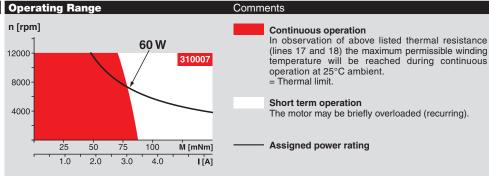
31 Weight of motor

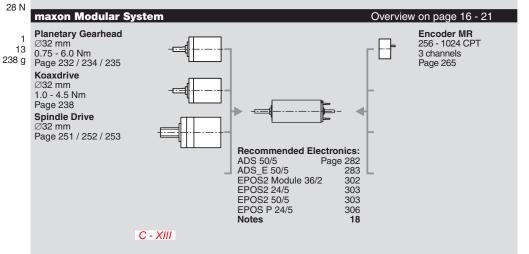
Values listed in the table are nominal. Explanation of the figures on page 49.

⚠ Tolerances may vary from the standard specification.

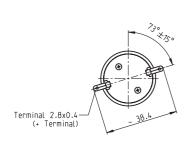
Option

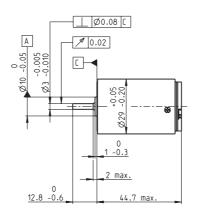
Preloaded ball bearings

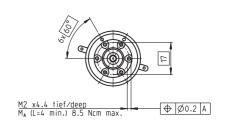




RE-max 29 Ø29 mm, Precious Metal Brushes CLL, 15 Watt







M 1:2

Stock program Standard program Special program (on request)

Order Number

	opeoidi program (on roquost)																
			226748	226749	226751	226752	226753	226754	226755	226756	226757	226759	226760	226761	226762	226763	226764
Мс	tor Data																
	Values at nominal voltage																
1	Nominal voltage	V	7.2	9.0	12.0	18.0	18.0	24.0	30.0	36.0	42.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0
2	No load speed	rpm	6480	7190	6160	6820	5630	5960	6170	6640	6710	6280	5400	5000	4160	3350	2790
3	No load current	mA	45.1	43.6	24.7	19.8	14.0	11.6	9.90	9.43	8.25	6.39	4.87	4.26	3.08	2.13	1.57
4	Nominal speed	rpm	6200	6850	5550	6160	4810	5110	5320	5790	5820	5410	4520	4130	3260	2440	1870
5	Nominal torque (max. continuous torque)	mNm	8.44	9.51	15.1	20.7	25.2	26.1	25.8	25.7	24.3	25.2	25.4	25.5	25.2	25.2	24.9
6	Nominal current (max. continuous current) A	0.840	0.840	0.840	0.840	0.840	0.691	0.566	0.506	0.416	0.352	0.304	0.283	0.232	0.186	0.153
7	Stall torque	mNm	195	200	152	214	173	185	188	201	183	182	157	146	117	93.3	75.6
8	Starting current	Α	18.4	16.8	8.22	8.49	5.68	4.81	4.05	3.90	3.07	2.51	1.86	1.59	1.06	0.683	0.461
9	Max. efficiency	%	91	90	90	91	90	91	91	91	90	90	90	90	90	89	89
	Characteristics																
10	Terminal resistance	Ω	0.390	0.536	1.46	2.12	3.17	4.99	7.41	9.24	13.7	19.2	25.8	30.1	45.1	70.2	104
11	Terminal inductance	mΗ	0.0353	0.0447	0.108	0.199	0.292	0.464	0.676	0.839	1.12	1.67	2.26	2.63	3.81	5.86	8.46
12	Torque constant	mNm / A	10.6	11.9	18.5	25.2	30.4	38.4	46.3	51.6	59.6	72.8	84.7	91.3	110	136	164
13	Speed constant	rpm / V	902	802	515	380	314	249	206	185	160	131	113	105	86.8	70.0	58.2
14	Speed / torque gradient rp	m / mNm	33.2	36.1	40.6	32.0	32.7	32.3	32.9	33.1	36.8	34.5	34.4	34.5	35.6	36.0	37.0
15	Mechanical time constant	ms	4.99	4.84	4.62	4.51	4.49	4.48	4.48	4.47	4.51	4.50	4.50	4.49	4.52	4.53	4.54
16	Rotor inertia	acm ²	143	12.8	10.9	13.5	13.1	132	13.0	12 9	117	12.5	12.5	12.4	12 1	12.0	117

Thermal data 15.8 K / W 4.0 K / W Thermal resistance housing-ambient Thermal resistance winding-housing Thermal time constant winding

15.8 s 20 Thermal time constant motor 1260 s Ambient temperature .. +65°C Max. permissible winding temperature +85°C

Mechanical data (sleeve bearings)

23	Max. permissible speed	11000 rpm
24	Axial play	0.1 - 0.2 mm
25	Radial play	0.012 mm
26	Max. axial load (dynamic)	1.7 N
27	Max. force for press fits (static)	80 N
28	Max. radial loading, 5 mm from flange	5.5 N

Mechanical data (ball bearings)

23	Max. permissible speed	11000 rpm
24	Axial play	0.1 - 0.2 mm
25	Radial play	0.025 mm
26	Max. axial load (dynamic)	5 N
27	Max. force for press fits (static)	75 N
28	Max. radial loading, 5 mm from flange	20.5 N

Other specifications

Number of pole pairs Number of commutator segments 30 13 Weight of motor 159 g

CLL = Capacitor Long Life

Values listed in the table are nominal. Explanation of the figures on page 49.

Ball bearings in place of sleeve bearings Pigtails in place of terminals Without CLL

Operating Range 15 W 12000 226754 8000 4000 10 15 20 25 30 M [mNm] 0.4 0.8 ΄Ι[A]

Continuous operation

In observation of above listed thermal resistance (lines 17 and 18) the maximum permissible winding temperature will be reached during continuous operation at 25°C ambient.

= Thermal limit.

Short term operation

The motor may be briefly overloaded (recurring).

Overview on page 16 - 21

Assigned power rating

maxon Modular System

Planetary Gearhead Ø26 mm 0.5 - 2.0 Nm Page 228

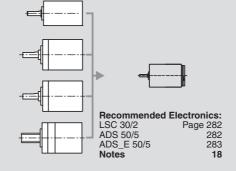
Planetary Gearhead

Ø32 mm 0.75 - 4.5 Nm Page 231 **Planetary Gearhead**

Ø32 mm 1.0 - 6.0 Nm Page 234

Spindle Drive

Ø32 mm Page 249 / 250 / 251



C - XIV

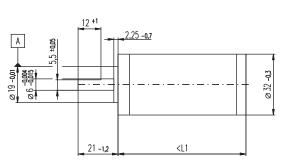
C. 6. Datasheets des réducteurs

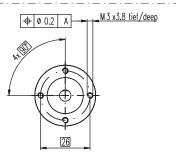
- Motorisation de la trappe : Maxon Koaxdrive KD 32 Ø32mm, 1.0 4.5 Nm 354723 (page C XVI)
- Motorisation du dôme: Maxon Planetary Gearhead GP 26 B Ø26mm, 0.5 2.0 Nm –
 144033 (page C XVII)

Koaxdrive KD 32 Ø32 mm, 1.0 - 4.5 Nm

NEW

low noise





Technical Data

Planetary Gearhead
Output shaft
Bearing at output
Radial play, 5 mm from flange
Axial play
Max. radial load, 10 mm from flange
Max. permissible axial load
Max. permissible force for press fits
Sense of rotation, drive to output
Recommended input speed
Recommended temperature range

special toothing stainless steel ball bearing max. 0.14 mm max. 0.4 mm 140 N 120 N

> < 8000 rpm -15 ... +80°C

M 1:2

	10.		Option: higher reduction ratio on request											
	Stock program Standard program Special program (on request)			Order Number										
	Special program (on request)		354722	354725	354962	354730	354731	354734	354737	354963	354742			
Ge	arhead Data													
1	Reduction		11:1	41:1	82 : 1	158 : 1	152 : 1	253:1	392 : 1	705 : 1	1091:1			
2	Reduction absolute		11/1	286/7	408/5	792/ ₅	7436/49	6336/ ₂₅	9792/25	9867/14	17457/16			
3	Max. efficiency	%	78	70	70	65	63	63	59	59	55			
4	Mass inertia	gcm ²	0.65	0.60	0.60	0.35	0.60	0.60	0.35	0.35	0.22			
	Order Number		354723	354726	354728	354744	354732	354735	354738	354740				
1	Reduction		17:1	53:1	98 : 1	190 : 1	196 : 1	304:1	455 : 1	760 : 1				
2	Reduction absolute		17/1	²⁶⁴ / ₅	391/4	759/4	6864/35	1518/5	22308/49	19008/25				
3	Max. efficiency	%	72	70	65	65	63	63	55	55				
4	Mass inertia	gcm ²	0.38	0.60	0.35	0.35	0.60	0.60	0.22	0.22				
	Order Number		354724	354727	354729		354733	354736	354739	354741				
1	Reduction		33 : 1	63 : 1	123 : 1		235 : 1	364 : 1	588 : 1	911:1				
2	Reduction absolute		³³ / ₁	442/7	858/ ₇		11492/49	5819/ ₁₆	20592/35	4554/ ₅				
3	Max. efficiency	%	68	70	61		63	63	59	55				
4	Mass inertia	gcm ²	0.65	0.60	0.22		0.60	0.60	0.35	0.22				
	Max. motor shaft diameter	mm	<u>3</u>	3	3	3	3	3	3	3	3			
6	Number of stages		1	2	2	2	3	3	3	3	3			
7	Max. continuous torque	Nm	1	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5			
8	Intermittently permissible torque at gear output	Nm	1.25	4.4	4.4	4.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5			
9	Weight	g	130	230	230	230	262	262	262	262	262			

3.5

57.5

57.5

57.5

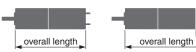
67.2

67.2

67.2

67.2

67.2

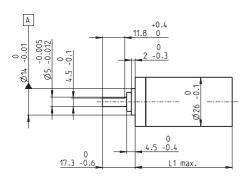


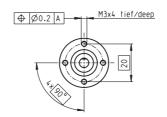
10 Average backlash no load

11 Gearhead length L1

maxon Modula	r Syste	m										
+ Motor	Page	+ Sensor / Brake	Page	Overall leng	gth [mm] = M	otor length + g	earhead length	+ (sensor / bra	ke) + assembly	y parts		
RE 25	77/79			95.3	112.1	112.1	112.1	121.8	121.8	121.8	121.8	121.8
RE 25	77/79	MR	264	106.3	123.1	123.1	123.1	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8
RE 25	77/79	Enc 22	266	109.4	126.2	126.2	126.2	135.9	135.9	135.9	135.9	135.9
RE 25	77/79	HED_5540	268/270	116.1	132.9	132.9	132.9	142.6	142.6	142.6	142.6	142.6
RE 25	77/79	DCT 22	277	117.6	134.4	134.4	134.4	144.1	144.1	144.1	144.1	144.1
RE 25, 20 W	78			83.8	100.6	100.6	100.6	110.3	110.3	110.3	110.3	110.3
RE 25, 20 W	78	MR	264	94.8	111.6	111.6	111.6	121.3	121.3	121.3	121.3	121.3
RE 25, 20 W	78	HED_5540	269/272	104.6	121.4	121.4	121.4	131.1	131.1	131.1	131.1	131.1
RE 25, 20 W	78	DCT 22	277	106.1	122.9	122.9	122.9	132.6	132.6	132.6	132.6	132.6
RE 25, 20 W	78	AB 28	316	117.9	134.7	134.7	134.7	144.4	144.4	144.4	144.4	144.4
RE 25, 20 W	78	HED_5540 / AB 28	269/316	135.1	151.9	151.9	151.9	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6
RE 30, 60 W	80			108.8	125.6	125.6	125.6	135.3	135.3	135.3	135.3	135.3
RE 30, 60 W	80	MR	265	120.2	137.0	137.0	137.0	146.7	146.7	146.7	146.7	146.7
EC-max 22, 12 W	168			72.8	89.6	89.6	89.6	99.3	99.3	99.3	99.3	99.3
EC-max 22, 12 W	168	MR	263	82.5	99.3	99.3	99.3	109.0	109.0	109.0	109.0	109.0
EC-max 22, 12 W	168	AB 20	314	109.3	126.1	126.1	126.1	135.8	135.8	135.8	135.8	135.8
EC-max 22, 25 W	169			89.3	106.1	106.1	106.1	115.8	115.8	115.8	115.8	115.8
EC-max 22, 25 W	169	MR	263	99.0	115.8	115.8	115.8	125.5	125.5	125.5	125.5	125.5
EC-max 22, 25 W	169	AB 20	314	125.8	142.6	142.6	142.6	152.3	152.3	152.3	152.3	152.3
EC-max 30, 40 W	170			82.8	99.6	99.6	99.6	109.3	109.3	109.3	109.3	109.3
EC-max 30, 40 W	170	MR	264	95.0	111.8	111.8	111.8	121.5	121.5	121.5	121.5	121.5
EC-max 30, 40 W	170	HEDL 5540	271	103.4	120.2	120.2	120.2	129.9	129.9	129.9	129.9	129.9
EC-max 30, 40 W	170	AB 20	314	114.9	131.7	131.7	131.7	141.4	141.4	141.4	141.4	141.4
EC-max 30, 40 W	170	HEDL 5540 / AB 20	271/314	139.8	156.6	156.6	156.6	166.3	166.3	166.3	166.3	166.3
EC-max 30, 60 W	171			104.8	121.6	121.6	121.6	131.3	131.3	131.3	131.3	131.3
EC-max 30, 60 W	171	MR	264	117.0	133.8	133.8	133.8	143.5	143.5	143.5	143.5	143.5
EC-max 30, 60 W	171	HEDL 5540	271	125.4	142.2	142.2	142.2	151.9	151.9	151.9	151.9	151.9
EC-max 30, 60 W	171	AB 20	314	141.0	157.8	157.8	157.8	167.5	167.5	167.5	167.5	167.5
EC-max 30, 60 W	171	HEDL 5540 / AB 20	271/314	161.8	178.6	178.6	178.6	188.3	188.3	188.3	188.3	188.3

Planetary Gearhead GP 26 B Ø26 mm, 0.5 - 2.0 Nm Ceramic Version

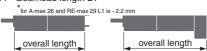




Technical Data		
Planetary Gearhead		straight teeth
Output shaft	stainless	steel, hardened
Bearing at output		ball bearing
Radial play, 10 mm from flan	ge	max. 0.08 mm
Axial play at axial load	< 4 N	0 mm
	> 4 N	max. 0.05 mm
Max. radial load, 10 mm from	n flange	70 N
Max. permissible axial load		100 N
Max. permissible force for pre		100 N
Sense of rotation, drive to ou	ıtput	=
Recommended input speed		< 8000 rpm
Recommended temperature	range	-40 +100°C

M 1:2

	Standard program			Order Number									
	Special program (on request)		144026	144029	144035	144041	144045	144051	144057	144059	144066	144072	144078
Go	arhead Data		144020	144023	144000	144041	144043	144001	144007	144000	144000	144072	144070
	Reduction		3.8 : 1	14:1	53 : 1	104 : 1	198 : 1	370 : 1	590 : 1	742 : 1	1386 · 1	1996 : 1	3180 · 1
	Reduction absolute		15/4	225/16	3375/64	87723/845		10556001/28561	59049/100	759375/1024	158340015/		1594323/500
	Max. motor shaft diameter	mm	4	4	4	3.2	4	3.2	4	4	3.2	3.2	4
	Order Number		144027	144030	144036	144042	144046	144052	144058	144061	144067	144073	
1	Reduction		4.4 :1	16:1	62 : 1	109:1	231 : 1	389 : 1	690 : 1	867 : 1	1460 : 1	2102 : 1	3728 : 1
	Reduction absolute		⁵⁷ / ₁₃	855/ ₅₂	12825/208	2187/20		263169/676					30292137/8125
	Max. motor shaft diameter	mm	3.2	3.2	3.2	4	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	Order Number		144028	144031	144037	144043	144047	144053	144060		144068	144074	144080
1	Reduction		5.4 : 1	19 : 1	72 : 1	128 : 1	270 : 1	410 : 1	850 : 1	1014 : 1		2214 : 1	4592 : 1
2	Reduction absolute		²⁷ / ₅	³²⁴⁹ / ₁₆₉	48735/676	41553/325	731025/2704	6561/16		10965375/		177147/80	14348907/3125
	Max. motor shaft diameter	mm	2.5	3.2	3.2	3.2	3.2	4	2.5	3.2	4	4	2.5
	Order Number			144032	144038	144044	144048	144054		144063	144069	144075	
1	Reduction			20 : 1	76 : 1	157 : 1	285 : 1	455 : 1		1068 : 1	1621 : 1	2458 : 1	
2	Reduction absolute			81/4	1215/16	19683/125	18225/64	5000211/		273375/256	601692057/	135005697/54925	
3	Max. motor shaft diameter	mm		4	4	2.5	4	3.2		4	3.2	3.2	
	Order Number			144033	144039		144049	144055		144064	144070	144076	
1	Reduction			24:1	84 : 1		316 : 1	479 : 1			1707 : 1		
2	Reduction absolute			1539/65	185193/2197		2777895/8788	124659/260		41668425/35152	15000633/8788	3365793/	
3	Max. motor shaft diameter	mm		3.2	3.2		3.2	3.2		3.2	3.2	3.2	
	Order Number			144034	144040		144050	144056		144065	144071	144077	
1	Reduction			29:1	89 : 1		333 : 1	561 : 1		1249 : 1	1798 : 1	3027 : 1	
2	Reduction absolute			729/ ₂₅	4617/ ₅₂		69255/208	2368521/4225		1038825/832	373977/208	63950067/21125	
_ 3	Max. motor shaft diameter	mm		2.5	3.2		3.2	3.2		3.2	3.2	3.2	
4	Number of stages		1	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5
5	Max. continuous torque	Nm	0.5	0.6	1.3	1.3	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0
6	Intermittently permissible torque at gear output	Nm	0.8	0.9	1.9	1.9	2.7	2.7	2.7	3.0	3.0	3.0	3.0
	Max. efficiency	%	84	70	59	59	49	49	49	42	42	42	42
8	Weight	g	65	86	108	108	130	130	130	152	152	152	152
9	Average backlash no load	0	1.0	1.2	1.6	1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
10	Mass inertia	gcm ²	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
11	Gearhead length L1*	mm	29.2	36.0	42.8	42.8	49.6	49.6	49.6	56.4	56.4	56.4	56.4
	for A-max 26 and RE-max 29 L1 is - 2.2 mm												



maxon Modular System														
+ Motor	Page	+ Sensor / Brake	Page	Overall le	ength [mm] = Motor le	ngth + gearh	ead length +	(sensor / br	ake) + assei	mbly parts			
RE 25	77/79			83.8	90.6	97.4	97.4	104.2	104.2	104.2	111.0	111.0	111.0	111.0
RE 25	77/79	MR	262	94.8	101.6	108.4	108.4	115.2	115.2	115.2	122.0	122.0	122.0	122.0
RE 25	77/79	Enc 22	264	97.9	104.7	111.5	111.5	118.3	118.3	118.3	125.1	125.1	125.1	125.1
RE 25	77/79	HED_ 5540	266/268	104.6	111.4	118.2	118.2	125.0	125.0	125.0	131.8	131.8	131.8	131.8
RE 25	77/79	DCT22	276	106.1	112.9	119.7	119.7	126.5	126.5	126.5	133.3	133.3	133.3	133.3
RE 25, 20 W	78			72.3	79.1	85.9	85.9	92.7	92.7	92.7	99.5	99.5	99.5	99.5
RE 25, 20 W	78	MR	262	83.3	90.1	96.9	96.9	103.7	103.7	103.7	110.5	110.5	110.5	110.5
RE 25, 20 W	78	HED_ 5540	267/270	93.1	99.9	106.7	106.7	113.5	113.5	113.5	120.3	120.3	120.3	120.3
RE 25, 20 W	78	DCT22	276	94.6	101.4	108.2	108.2	115.0	115.0	115.0	121.8	121.8	121.8	121.8
RE 25, 20 W	78	AB 28	318	106.4	113.2	120.0	120.0	126.8	126.8	126.8	133.6	133.6	133.6	133.6
RE 25, 20 W	78	HED_ 5540 / AB 28	267/318	123.6	130.4	137.2	137.2	144.0	144.0	144.0	150.8	150.8	150.8	150.8
RE 25, 20 W	79	AB 28	316	117.9	124.7	131.5	131.5	138.3	138.3	138.3	145.1	145.1	145.1	145.1
RE 25, 20 W	79	HED_ 5540 / AB 28	268/316	135.0	141.8	148.6	148.6	155.4	155.4	155.4	162.2	162.2	162.2	162.2
A-max 26	101-108			71.8	78.6	85.4	85.4	92.2	92.2	92.2	99.0	99.0	99.0	99.0
A-max 26	102-108	MEnc 13	275	78.9	85.7	92.5	92.5	99.3	99.3	99.3	106.1	106.1	106.1	106.1
A-max 26	102-108	MR	262	80.6	87.4	94.2	94.2	101.0	101.0	101.0	107.8	107.8	107.8	107.8
A-max 26	102-108	Enc 22	265	86.2	93.0	99.8	99.8	106.6	106.6	106.6	113.4	113.4	113.4	113.4
A-max 26	102-108	HED_ 5540	267/269	90.6	97.4	104.2	104.2	111.0	111.0	111.0	117.8	117.8	117.8	117.8
RE-max 29	131-134			71.8	78.6	85.4	85.4	92.2	92.2	92.2	99.0	99.0	99.0	99.0
RE-max 29	132/134	MR	262	80.6	87.4	94.2	94.2	101.0	101.0	101.0	107.8	107.8	107.8	107.8

C. 7. Autres datasheets

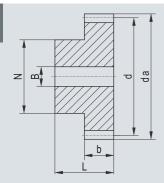
- Motorisation du cimier :
 - o Roue cylindrique Nozag: SG 10120 BN (page C XIX)
 - Roue cylindrique Nozag : SG 1020 BN (page C- XIX)
- Motorisation de la trappe :
 - o Roue cylindrique Nozag: **SG 1030 BN** (page C XIX)
 - Roue cylindrique Nozag : SG 1030 B (page C XX)
 - Écrou de filetage trapézoïdale Nozag : BR 10/3 (page C XXI)
 - o Broche filetée trapézoïdale Nozag : TR 10/3/250 (page C XXII)
 - O Butée à aiguilles SKF : AXK 1226 (page C XXIII)
 - o Roulement rigide à billes SKF : 61803 (page C XXIV)
- Motorisation du dôme :
 - Roue cylindrique Nozag : SG 1060 BN (page C XIX)
 - o Roue cylindrique Nozag: SG 1012 BN (page C XIX)
 - Roulement rigide à billes SKF : 61804 (page C XXV)
 - o Roulement rigide à billes SKF : 16002* (page C XXVI)
 - Roue Tente: FTB 200x50 Ø20 H7 EAN 4031582319040 (page C XXVII à C XXVIII)
 - Ressorts de traction FederTECHNIK : 40890 (page C XXIX)
- Capteurs & détecteurs :
 - o Interrupteur de fin de course Panasonic : **AZD 1050** (page C XXX à C XXXIV)
 - Interrupteurs de fin de course Panasonic : **AZD 1052** (page C XXX à C XXXIV)
 - o Détecteur opto-électronic Baumer : **FEG 14.24.35** (page C XXXVI)
 - Détecteur de proximité photoélectrique Contrinex : LTK-3031-303 (page C XXXVII à C XXXVII)

bis Aussen-Ø 65 mm aus Stahl ETG 100, über Aussen-Ø 65 mm aus Vergütungsstahl C 45 - geradeverzahnt, en acier à améliorer C 45 - à denture Eingriffswinkel 20°

jusq'aux diam. extérieurs de 65 mm en acier ETG 100 diamètres plus grands droite, angle de pression 20°

Auch einbaufertig nach Ihrer Zeichnung lieferbar! Livrables aussi : modifiées suivant vos plans!





Modul 1,0

b = 6,5

Тур	e No.	Zähne/dents	d	da	N	Ь	L	B-H7
SG	1010 N	10	10	12	7	6.5	12.5	4
SG	1012 N	12	12	14	9	6.5	12.5	4
SG	1014 N	14	14	16	11	6.5	12.5	5
SG	1015 N	15	15	17	12	6.5	12.5	5
SG	1016 N	16	16	18	12	6.5	12.5	5
SG	1017 N	17	17	19	12	6.5	12.5	5
SG	1018 N	18	18	20	12	6.5	12.5	5
SG	1020 N	20	20	22	15	6.5	12.5	5
SG	1022 N	22	22	24	15	6.5	12.5	5
SG	1024 N	24	24	26	15	6.5	12.5	5
SG	1025 N	25	25	27	15	6.5	12.5	5
SG	1028 N	28	28	30	18	6.5	12.5	5
SG	1030 N	30	30	32	18	6.5	12.5	5
SG	1032 N	32	32	34	20	6.5	12.5	5
SG	1035 N	35	35	37	20	6.5	12.5	5
SG	102C N	20	20	20	20	C F	12.5	
SG	1036 N 1040 N	36 40	36 40	38 42	20 22	6.5 6.5	12.5 12.5	5 6
SG	1040 N	40	40	42 44	22	6.5	12.5	6
SG	1042 N	45	45	47	25	6.5	12.5	6
SG	1045 N	48	48	50	25	6.5	14.5	6
30	1046 N	40	40	50	25	0.5	14.5	0
SG	1050 N	50	50	52	25	6.5	14.5	6
SG	1054 N	54	54	56	25	6.5	14.5	6
SG	1060 N	60	60	62	30	6.5	14.5	6
SG	1064 N	64	64	66	30	6.5	14.5	6
SG	1065 N	65	65	67	30	6.5	14.5	8
SG	1070 N	70	70	72	30	6.5	14.5	8
SG	1072 N	72	72	74	30	6.5	16.5	8
SG	1075 N	75	75	77	30	6.5	16.5	8
SG	1080 N	80	80	82	40	6.5	16.5	10
SG	1090 N	90	90	92	40	6.5	16.5	10
	10100 N	100	100	102	40	6.5	18.5	10
SG	10120 N	120	120	122	50	6.5	18.5	10

Modul 1,0 b = 8

Type No	. Zä	hne/dents	d	da	N	b	L	B-H7
SG 101	2 BN	12	12	14	9	8	16	<u>5</u>
SG 101	3 BN	13	13	15	10	8	16	5
SG 101	4 BN	14	14	16	10	8	16	5
SG 101	5 BN	15	15	17	12	8	16	5
SG 101	6 BN	16	16	18	12	8	16	5
60 10	- 511							_
	7 BN	17	17	19	12	8	16	5
SG 101	8 BN	18	18	20	15	8	16	6

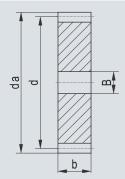
SG 1021 BN 20 20 22 15 8 16 SG 1021 BN 21 21 23 18 8 16 SG 1022 BN 22 22 24 18 8 16 SG 1024 BN 24 24 26 18 8 16 SG 1024 BN 25 25 27 20 8 16 SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1026 BN 22 27 29 20 8 16 SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1028 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1023 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1033 BN 31 31 33 32 20 8 16	Туре	e No.	Zäl	nne/dents	d	da	N	b	L	B-H7
SG 1021 BN 21 21 23 18 8 16 SG 1022 BN 22 22 24 18 8 16 SG 1023 BN 23 23 25 18 8 16 SG 1024 BN 24 24 26 18 8 16 SG 1025 BN 25 25 27 20 8 16 SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1029 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 35 25 8 16 SG 1032 BN 33 33 35 25 8 16										6
SG 1022 BN 22 22 24 18 8 16 SG 1023 BN 23 23 25 18 8 16 SG 1024 BN 24 24 26 18 8 16 SG 1025 BN 25 25 27 20 8 16 SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1027 BN 27 27 29 20 8 16 SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1029 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 32 0 8 16 SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 36 38 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 18 SG 1044 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 48 50 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 48 50 30 8 18 SG 1048 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1048 BN 40 40 40 42 30 8 18 SG 1048 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 48 50 30 8 18 SG 1048 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1056 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1056 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1056 BN 65 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1073 BN 72 72 72 44 08 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18								_		6
SG 1023 BN 23 23 25 18 8 16 SG 1024 BN 24 24 26 18 8 16 SG 1025 BN 25 25 27 20 8 16 SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1028 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 30 32 20 8 16 SG 1032 BN 32 32 34 25 8 16 SG 1033 BN 33 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8	SG	1021	BN	21	21	23	18	8	16	6
SG 1024 BN 24 24 26 18 8 16 SG 1025 BN 25 25 27 20 8 16 SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1028 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 30 32 20 8 16 SG 1032 BN 32 32 34 25 8 16 SG 1033 BN 33 33 33 35 37 25										6
SG 1025 BN 25 25 27 20 8 16 SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1028 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 32 20 8 16 SG 1032 BN 32 32 34 25 8 16 SG 1032 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1032 BN 33 33 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 36 38 25 8										6
SG 1026 BN 26 26 28 20 8 16 SG 1027 BN 27 27 29 20 8 16 SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1032 BN 32 32 34 25 8 16 SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1034 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG										6
SG 1027 BN 27 29 20 8 16 SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1029 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1032 BN 32 32 34 25 8 16 SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 36 38 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1038 BN <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>25</td> <td>27</td> <td>20</td> <td>8</td> <td>16</td> <td>6</td>					25	27	20	8	16	6
SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1030 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1032 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1034 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG	SG	1026	BN	26	26	28	20	8	16	6
SG 1028 BN 28 28 30 20 8 16 SG 1030 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1032 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG	SG	1027	BN	27	27	29	20	8	16	6
SG 1029 BN 29 29 31 20 8 16 SG 1030 BN 30 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1032 BN 32 32 34 25 8 16 SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 36 38 25 8 16 SG 1036 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG	SG	1028	BN		28	30				6
SG 1030 BN 30 32 20 8 16 SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1032 BN 32 32 34 25 8 16 SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1035 BN 36 36 38 25 8 16 SG 1036 BN 36 36 38 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1038 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6</td>										6
SG 1031 BN 31 31 33 20 8 16 SG 1032 BN 32 32 34 25 8 16 SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 36 38 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1038 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1038 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 18 SG										8
SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 38 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 18 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8</td>										8
SG 1033 BN 33 33 35 25 8 16 SG 1034 BN 34 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 38 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 18 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN <td>SG</td> <td>1032</td> <td>RN</td> <td>32</td> <td>32</td> <td>34</td> <td>25</td> <td>ρ</td> <td>16</td> <td>8</td>	SG	1032	RN	32	32	34	25	ρ	16	8
SG 1034 BN 34 36 25 8 16 SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 36 38 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 18 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1043 BN <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8</td>										8
SG 1035 BN 35 35 37 25 8 16 SG 1036 BN 36 38 25 8 16 SG 1037 BN 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 42 30 8 16 SG 1040 BN 40 42 30 8 16 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 48 30 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8</td>										8
SG 1036 BN 36 36 38 25 8 16 SG 1037 BN 37 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1047 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1049 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 55 55 55 57 35										8
SG 1037 BN 37 39 25 8 16 SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1047 BN <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8</td>										8
SG 1038 BN 38 38 40 25 8 16 SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1047 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 55	30	1030	DIV	30	30	30	23	0	10	
SG 1039 BN 39 39 41 25 8 16 SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1045 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG	SG	1037	BN	37	37	39	25	8	16	8
SG 1040 BN 40 40 42 30 8 16 SG 1041 BN 41 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1046 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG	SG	1038	BN	38	38	40	25	8	16	8
SG 1041 BN 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1045 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1046 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1050 B	SG	1039	BN		39	41	25	8	16	8
SG 1041 BN 41 43 30 8 18 SG 1042 BN 42 42 44 30 8 18 SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1045 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1046 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1050 B	SG	1040	BN			42				8
SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG						43				8
SG 1043 BN 43 43 45 30 8 18 SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG	SG	1042	RN	42	42	44	30	ρ	18	8
SG 1044 BN 44 44 46 30 8 18 SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1047 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG										8
SG 1045 BN 45 45 47 30 8 18 SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1047 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1070 BN 70<										8
SG 1046 BN 46 46 48 30 8 18 SG 1047 BN 47 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG										8
SG 1047 BN 47 49 30 8 18 SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1070 BN 70 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8</td>										8
SG 1048 BN 48 48 50 30 8 18 SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG										
SG 1049 BN 49 49 51 30 8 18 SG 1050 BN 50 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1080 BN 80 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18										8
SG 1050 BN 50 52 35 8 18 SG 1052 BN 52 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18										8
SG 1052 BN 52 54 35 8 18 SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1085 BN 80 80 82 40 8 18										8
SG 1054 BN 54 54 56 35 8 18 SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 80 82 40 8 18										10
SG 1055 BN 55 55 57 35 8 18 SG 1056 BN 56 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18	SG	1052	RIN	52	52	54	35	8	18	10
SG 1056 BN 56 58 35 8 18 SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18										10
SG 1060 BN 60 60 62 40 8 18 SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18		1055	BN				35	8	18	10
SG 1064 BN 64 64 66 40 8 18 SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18		1056	BN	56	56	58	35		18	10
SG 1065 BN 65 65 67 40 8 18 SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18							40	8	18	10
SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18	SG	1064	BN	64	64	66	40	8	18	10
SG 1070 BN 70 70 72 40 8 18 SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18	SG	1065	BN	65	65	67	40	8	18	10
SG 1072 BN 72 72 74 40 8 18 SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18										10
SG 1075 BN 75 75 77 40 8 18 SG 1080 BN 80 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18										10
SG 1080 BN 80 80 82 40 8 18 SG 1085 BN 85 85 87 40 8 18										10
										10
	S.C.	1005	BNI	0.5	0 E	07	40	0	10	10
SG 1090 BN 90 90 92 40 8 18										10 10
										10 10
										10
C-XIX			J. V	120	120	122	10		10	

bis Aussen-Ø 65 mm aus Stahl ETG 100, über Aussen-Ø 65 mm aus Vergütungsstahl C 45 - geradeverzahnt, en acier à améliorer C 45 - à denture Eingriffswinkel 20°

jusq'aux diam. extérieurs de 65 mm en acier ETG 100 diamètres plus grands droite, angle de pression 20°

Auch einbaufertig nach Ihrer Zeichnung lieferbar! Livrables aussi : modifiées suivant vos plans!





Modul 1,0

b = 8

Тур	e No.	Zähne/dents	d	da	ь	B-H7
SG	1020 B	20	20	22	8	6
SG	1021 B	21	21	23	8	6
SG	1022 B	22	22	24	8	6
SG	1023 B	23	23	25	8	6
SG	1024 B	24	24	26	8	6
SG	1025 B	25	25	27	8	6
SG	1025 B	26	26	28	8	6
SG	1020 B	27	27	29	8	6
SG	1027 B	28	28	30	8	6
SG	1026 B	30	30	32	8	6 6
30	1030 Б	<mark>၁</mark> 0	<u>30</u>	<u>32</u>	0	0
SG	1032 B	32	32	34	8	6
SG	1035 B	35	35	37	8	6
SG	1036 B	36	36	38	8	8
SG	1038 B	38	38	40	8	8
SG	1040 B	40	40	42	8	8
SG	1042 B	42	42	44	8	8
SG	1045 B	45	45	47	8	8
SG	1048 B	48	48	50	8	8
SG	1050 B	50	50	52	8	8
SG	1052 B	52	52	54	8	8
	4054 B	F.4				
SG	1054 B	54	54	56	8	8
SG	1055 B	55	55	57	8	8
SG	1056 B	56	56	58	8	8
SG	1060 B	60	60	62	8	8
SG	1064 B	64	64	66	8	8
SG	1065 B	65	65	67	8	8
SG	1070 B	70	70	72	8	8
SG	1072 B	72	72	74	8	10
SG	1075 B	75	75	77	8	10
SG	1076 B	76	76	78	8	10
SG	1080 B	80	80	82	8	10
SG	1085 B	85	85	87	8	10
SG	1003 B	90	90	92	8	10
SG	1096 B	96	96	98	8	10
	10100 B	100	100	102	8	10
SG	10120 B	120	120	122	8	10

Modul 1,0

b = 15

Тур	e No.	Zähne/dents	d	da	ь	B-H7
SG	1030	30	30	32	15	6
SG	1040	40	40	42	15	8
SG	1050	50	50	52	15	8
SG	1060	60	60	62	15	8
SG	1070	70	70	72	15	8
SG	1076	76	76	78	15	10
SG	1080	80	80	82	15	10
SG	1090	90	90	92	15	10
SG	1095	95	95	97	15	10
SG	1096	96	96	98	15	10
SG	10100	100	100	102	15	10
SG	10114	114	114	116	15	10
SG	10120	120	120	122	15	10
SG	10127	127	127	129	15	10

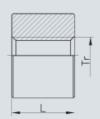
Auch einbaufertig nach Ihrer Zeichnung lieferbar! Livrables aussi : modifiées suivant vos plans!





Stahlmutter, Bronzemutter, Kunststoffmutter Ecrou en acier, Ecrou en bronze, Ecrou en plastique





Bestellbeispiel:

SR 20/4 (=>Stahlmutter, rechtsgängig) BL 24/5 (=>Bronzemutter, linksgängig) NR 30/6 (=>Kunststoffmutter, rechtsgängig)

Exemple de commande:

SR 20/4 (=>écrou en acier, filet à droite) BL 24/5 (=>écrou en bronze, filet à gauche) NR 30/6 (=>écrou en plastique, filet à droite)

eingängig rechts à un filet, à droite Type No.	eingängig links à un filet, à gauche Type No.	D	L
SR 10 / 2	SL 10 / 2	18	15
SR 10 / 3	SL 10 / 3	18	15
SR 12 / 3	SL 12 / 3	22	18
SR 14 / 4	SL 14 / 4	25	21
SR 16 / 4	SL 16 / 4	28	24
SR 18 / 4	SL 18 / 4	32	27
SR 20 / 4	SL 20 / 4	35	30
SR 22 / 5	SL 22 / 5	38	33
SR 24 / 5	SL 24 / 5	38	36
SR 26 / 5	SL 26 / 5	40	39
SR 28 / 5	SL 28 / 5	42	42
SR 30 / 6	SL 30 / 6	48	45
SR 32 / 6	SL 32 / 6	50	48
SR 36 / 6	SL 36 / 6	55	54
SR 40 / 7	SL 40 / 7	65	60
3n 40 / 1	3L 4U / /	00	00
SR 44 / 7	SL 44 / 7	70	66
SR 48 / 8	SL 48 / 8	75	72
SR 50 / 8	SL 50 / 8	80	75
SR 60 / 9	SL 60 / 9	100	90

Auf Anfrage: Spezialanfertigung

Sur demande: fabrications spéciales

Trapezgewinde DIN 103, Qualität 7H

Max. Rundlauffehler

Stahlmutter: Stahl = $D \le 30 \times 6 = h9$ $D > 30 \times 6 = h11$ Bronzemutter: Bronze = $D \le 30 \times 6 = \pm 0.1$ $D > 30 \times 6 = \pm 0.5$ Kunststoffmutter: Kunststoff = $D \le 30 \times 6 = \pm 0.2$ $D > 30 \times 6 = \pm 0.3$

Material

Stahlmutter: Automatenstahl 1.0737, 9SMnPb36

Bronzemutter: Bronze 2.1090, CuSn7ZnPb

Kunststoff: PA6 G

Filétage trapézoïdal

Qualité 7H suivant DIN 103

Faux-rond maxi.

Ecrous acier: acier = $D \le 30 \times 6 = h9$ $D > 30 \times 6 = h11$ Ecrous bronze: $D \le 30 \times 6 = \pm 0.1$ $D > 30 \times 6 = \pm 0.5$ Ecrous plastique: plastique = $D \le 30 \times 6 = \pm 0.2$ $D > 30 \times 6 = \pm 0.3$

Matière

Ecrous acier: acier d'usinage DIN 1.0737, 9SMnPb36 Ecrous en bronze: bronze DIN 2.1090, CuSn7ZnPb

Ecrous en plastique: PA6 G

eingängig rechts à un filet, à droite Type No.	eingängig links à un filet, à gauche Type No.	D	L
BR 10 / 2	BL 10 / 2	20	15
BR 10 / 3	BL 10 / 3	20	(15)
BR 12 / 3	BL 12 / 3	22	18
BR 14 / 4	BL 14 / 4	26	21
BR 16 / 4	BL 16 / 4	33	24
BR 18 / 4	BL 18 / 4	33	27
BR 20 / 4	BL 20 / 4	33	30
BR 22 / 5	BL 22 / 5	39	33
BR 24 / 5	BL 24 / 5	41	36
BR 26 / 5	BL 26 / 5	41	39
_			
BR 28 / 5	BL 28 / 5	41	42
BR 30 / 6	BL 30 / 6	52	45
BR 32 / 6	BL 32 / 6	50	48
BR 36 / 6	BL 36 / 6	55	54
BR 40 / 7	BL 40 / 7	66	60
BR 44 / 7	BL 44 / 7	71	66
BR 48 / 8	BL 48 / 8	75	72
BR 50 / 8	BL 50 / 8	81	75
BR 60 / 9	BL 60 / 9	100	90

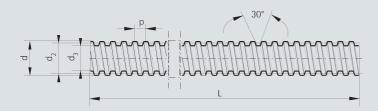
eingängig rechts à un filet, à droite Type No.	eingängig links à un filet, à gauche Type No.	D	L
ND40 / O	NII 40 / O	0.0	
NR 12 / 3	NL 12 / 3	26	24
NR16/4	NL 16 / 4	36	32
NR 20 / 4	NL20 / 4	45	40
NR24 / 5	NL 24 / 5	50	48
NR30 / 6	NL 30 / 6	60	60
NR36 / 6	NL 36 / 6	75	72
NR 40 / 7	NL 40 / 7	80	80
NR 50 / 8	NL 50 / 8	90	100
NR 60 / 9	NL 60 / 9	100	120
C- XXI			

aus Einsatzstahl C15, Gewinde gerollt, Qualität 7e (mittel) nach DIN 103, Steigungstoleranz (auf 300 mm) Länge \pm 0,3 mm

en acier de cémentation C 15, Filet par roulage, Qualité 7e (moyenne) selon DIN 103, Tolerance du pas sur 300 mm de long \pm 0,3 mm

Auch einbaufertig nach Ihrer Zeichnung lieferbar! Livrables aussi : modifiées suivant vos plans!





Trapezgewindespindeln Broches filetés trapézoïdal

d x p	L 1 2 3 4	d 3 min.	Gewicht poids kg / m	Type No. d x p x L
eingängig	rechts / à un filet, à droite			
10 x 2	500* / 1000	6.89	0.50	TR 10 / 2 /
10 x 3	500* / 1000*	5.84	0.45	TR 10 / 3 /
12 x 3	500* / 1000*	7.84	0.75	TR 12 / 3 /
14 x 4	500* / 1000*/ 3000	8.80	1.05	TR 14 / 4 /
16 x 4	500* / 1000* / 2000 / 3000	10.80	1.21	TR 16 / 4 /
18 x 4	500* / 1000* / 2000* / 3000	12.80	1.58	TR 18 / 4 /
20 x 4	500* / 1000* / 2000* / 3000	14.80	2.00	TR 20 / 4 /
22 x 5	500 / 1000*/ 2000*/ 3000	15.50	2.23	TR 22/5/
24 x 5	500* / 1000* / 2000* / 3000	17.50	2.72	TR 24/5/
26 x 5	500 / 1000*/ 2000*/ 3000	19.50	3.26	TR 26/5/
28 x 5	500 / 1000*/ 2000*/ 3000*	21.50	3.85	TR 28 / 5 /
30 x 6	500* / 1000* / 2000* / 3000	21.90	4.50	TR 30 / 6 /
32 x 6	500 / 1000 / 2000 / 3000*	23.90	5.18	TR 32 / 6 /
36 x 6	500 / 1000*/ 2000*/ 3000	27.90	6.71	TR 36/6/
40 x 7	500* / 1000* / 2000* / 3000*	30.50	8.00	TR 40 / 7 /
44 x 7	500 / 1000*/ 2000 / 3000	34.50	9.87	TR 44/7/
48 x 8	500 / 1000 / 2000 / 3000	37.30	11.95	TR 48/8/
50 x 8	500 / 1000*/ 2000 / 3000	39.30	13.05	TR 50/8/
60 x 9	500 / 1000 / 2000 / 3000	48.15	17.98	TR 60/9/
eingängig	links / à un filet, à gauche			
10 2	F00 / 1000	6.00	0.50	TL 10/0/
10 x 2 10 x 3	500 / 1000 500 / 1000	6.89 5.84	0.50 0.45	TL 10 / 2 / TL 10 / 3 /
10 x 3	500 / 1000*	7.84	0.45	TL 10/3/
12 x 3	500 / 1000	8.80	1.05	TL 14 / 4 /
16 x 4	500 / 1000*/ 2000 / 3000	10.80	1.21	TL 16 / 4 /
18 x 4	500 / 1000 / 2000 / 3000	12.80	1.58	TL 18 / 4 /
20 x 4	500 / 1000 / 2000	14.80	2.00	TL 20 / 4 /
20 x 4 22 x 5	500 / 1000 / 2000	15.50	2.23	TL 22/5/
24 x 5	500 / 1000 / 2000	17.50	2.72	TL 24/5/
24 x 5 26 x 5	500 / 1000 / 2000 / 3000	17.50	3.26	TL 26/5/
28 x 5	500 / 1000 / 2000 / 3000	21.50	3.85	TL 28 / 5 /
30 x 6	500 / 1000 / 2000 / 3000	21.90	4.50	TL 30 / 6 /
30 x 6	500 / 1000 / 2000 / 3000	23.90	5.18	TL 32 / 6 /
36 x 6	500 / 1000 / 2000 / 3000	27.90	6.71	TL 36/6/
40 x 7	500 / 1000 / 2000 / 3000	30.50	8.00	TL 40 / 7 /
40 x 7	500 / 1000 / 2000	34.50	9.87	TL 44/7/
44 x 7	500 / 1000 / 2000	37.30	11.95	TL 48 / 8 /
50 x 8	500 / 1000 / 2000	39.30	13.05	TL 50/8/
60 x 9	500 / 1000 / 2000	48.15	17.98	TL 60/9/
00 X 0	200 1000 2000	10.15	17.50	

ACIER INOXYDABLE

Auf Anfrage:

Spezialanfertigungen geschnitten / gewirbelt Sonderlängen Rostfrei (1.4305)

Sur demande:

usinages spéciaux par filière ou autre outil d'usinage longueurs spécifiques acier inox (1.4305)

^{*} auch rostfrei (1.4305) erhältlich mit Endung RF /z.B. TR16/4/1000RF)
* également disponibles en INOX (1.4305 DIN) dont la référence se termine par "RF" (ex.: TR16/4/1000RF)



Butées à aiguilles, cages à aiguilles axiales et butées avec collerette de centrage, cages à aiguilles axiales

Dimensio	ns		Charges de ba	se	Limite	Vitesses de ba	se	Masse	Désignation
d'encomb	orement		dynamique	statique	de fatigue	Vitesse de référence	Vitesse limite		
d	D	D_w	С	C_0	P_{u}				
mm			kN		kN	tr/min		kg	-
12	26	2	9.15	30	3.25	5000	10000	0.003	AXK 1226

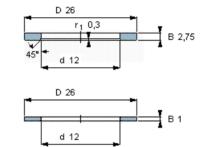
D 26 E_b 25 D_w 2 d 12 E_a 14

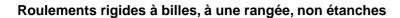
AXK 1226

Eléments appropriés

Rondelle flottante LS 1226

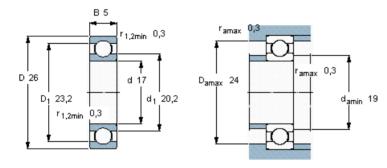
Rondelle de butée AS 1226





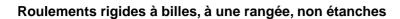


Dimensio	ns		Charges de b	ase	Limite	Vitesses de b	ase	Masse	Désignation	
d'encomb	prement		dynamique	statique	de fatigue	Vitesse de	Vitesse			
						référence	limite			
d	D	В	С	C_0	P_{u}					
mm			kN		kN	tr/min		kg	-	
17	26	5	1,68	0,93	0,039	56000	34000	0,0082	61803	



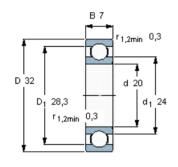
Coefficients de calcul

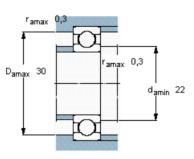
k_r 0,015 f₀ 10





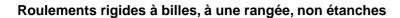
Dimensio	ons		Charges de b	ase	Limite	Vitesses de b	ase	Masse	Désignation	
d'encomi	brement		dynamique	statique	de fatigue	Vitesse de	Vitesse			
						référence	limite			
d	D	В	С	C_0	P_u					
mm			kN		kN	tr/min		kg	-	
20	32	7	4.03	2.32	0.104	45000	28000	0.018	61804	





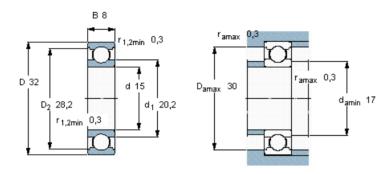
Coefficients de calcul

k_r 0,015 f₀ 15





Dimensio	ons		Charges de b	ase	Limite	Vitesses de b	ase	Masse	Désignation
d'encom	brement		dynamique	statique	de fatigue	Vitesse de	Vitesse		
						référence	limite		
d	D	В	С	C_0	P_{u}				* - Roulement SKF Explorer
mm			kN		kN	tr/min		kg	
15	32	8	5.85	2 85	0.12	50000	32000	0.025	16002 *



Coefficients de calcul

k_r 0,02 f₀ 14

Fiche technique



FTB200x50-Ø20 H7

EAN 4031582319040

Corps de roue fonte, Bandage: polyuréthane coulé, clavetage selon norme DIN 6885

Fiche technique

Diamètre de roue 200 mm Largeur de bandage 50 mm Diamètre du trou de l'axe 20 mm Longueur de moyeu 60 mm Résistance à la température - 20 / + 60 °C EN 12533 Norme Poids 5.36 kg Capacité de charge dynamique 1000 kg Capacité de charge statique 2000 kg Dureté du bandage D 45 Shore



Résistance au roulement

Bruit du mouvement

usure

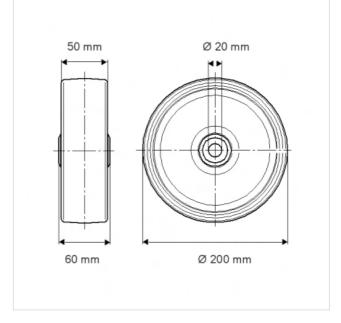
Résistance à l'oxydation.

+ + + + +

+ + +

+ + + +

Hesistance à l'oxydation.

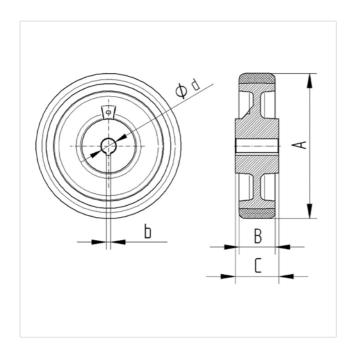


Fiche technique



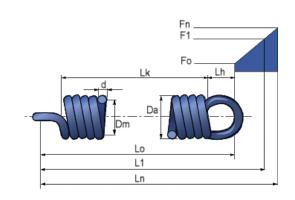
FTB200x50-Ø20 H7

EAN 4031582319040





Datenblatt Norm-Zugfeder: 40890



Preise pro Stück

1-4 Stück	CHF 22.25
5-9 Stück	CHF 14.20
10-24 Stück	CHF 10.15
25-49 Stück	CHF 7.60
50-99 Stück	CHF 5.90
100-150 Stück	Auf Anfrage

Preise: exkl. Versandkosten, exkl. MwSt. 7.6%

Mindestbestellwert: CHF 30.00

Zugfeder

Artikel-Nr 40890

Material Federstahl nach DIN 17 223 Sorte C, Werkstoff-Nr. 1.1200

d	Drahtdicke	2.50	mm
Dm	Durchmesser	15.50	mm
Da	Aussendurchmesser	18.00	mm
L0	Länge ungespannt	48.30	mm
Ln	grösste zulässige Federlänge	69.64	mm
n	Anzahl wirksamer Windungen	10.00	
Sn	Federweg zugeordnet der Federkraft Fn	21.34	mm
Fn	Höchste zulässige Federkraft zugeordnet der Federlänge Ln	254.94	N
R	Federrate	10.69	N/mm
F0	Innere Vorspannkraft	26.92	N

Kontakt

Federtechnik Kaltbrunn AG Benknerstrasse 54 CH-8722 Kaltbrunn

Tel.: +41 (0)55 293 20 20 Fax: +41 (0)55 293 20 21

info@federtechnik.ch www.federtechnik.ch

Wir führen ein umfassendes Lager mit mehr als 1000 Artikeln aus unserem Normfedernprogramm. Bestellungen bis 14:30 Uhr werden am gleichen Tag bearbeitet.

In unserem Online-Shop (www.federtechnik.ch/onlineshop) finden Sie schnell und zuverlässig die Feder, welche für Ihren Einsatzzweck bestimmt ist.

Panasonic ideas for life

COMPACT SIZE LIMIT SWITCHES

DL Mini Limit Switches

(with forced contact opening mechanism)

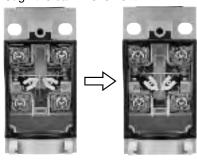
An economic compact limit switch equipped with a forced contact opening mechanism and excellent environment proofing (IP67).



(Roller arm) + (Conduit connector)

CHARACTERISTICS

1. Forced contact opening mechanism When the limit switch is ON, the contact is forced open by the N.C. contact through the cam movement.

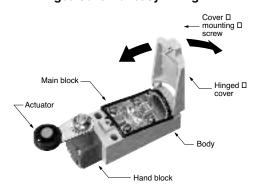


2. Conforms to EN standard (EN50047)

3. Uses a unit system

Any combination of actuator, head block, and unit block is possible. The units are also sold separately, making maintenance easy.

4. Hinged cover for easy wiring



5. Protective construction (IP67), and wide operating temperature range (-30°C to +80°C -22°F to +176°F)

TYPICAL APPLICATIONS

General plant facilities such as food processing, light machinery such as packaging machines, and assembly lines.

PRODUCT TYPE

1. Basic products

Actuator	Part	No.
Actuator	PF type	PG type
Roller Lever	AZD1000	AZD1050
Push Plunger	AZD1001	AZD1051
Roller Plunger	AZD1002	AZD1052
Roller Arm	AZD1004	AZD1054
Adjustable Roller Arm	AZD1008	AZD1058
Adjustable roller arm (50 dia. rubber roller)	AZD1003	AZD1053
Adjustable rod (2.6 dia.)	AZD1007	AZD1057
Roller lever (vertical action)	AZD1009	AZD1059

Notes: 1. Type of conduit size: PF type (G1/2), PG type (PG13.5)

2. Blocks

Р	Part No.		
	Roller Lever		AZD1800
Type of actuators	Roller Arm	AZD1804	
	Adjustable Roller	AZD1808	
Head block	AZD1820		
	Far plupas	PF type	AZD1001
Main block	For plunger	PG type	AZD1051
IVIAITI DIOCK		PF type	AZD1104
	For arm type	PG type	AZD1154

3. Conduit connector

Product name	Part No.
PF type conduit connector	AZD1830

Note: The conduit connector is for cables.

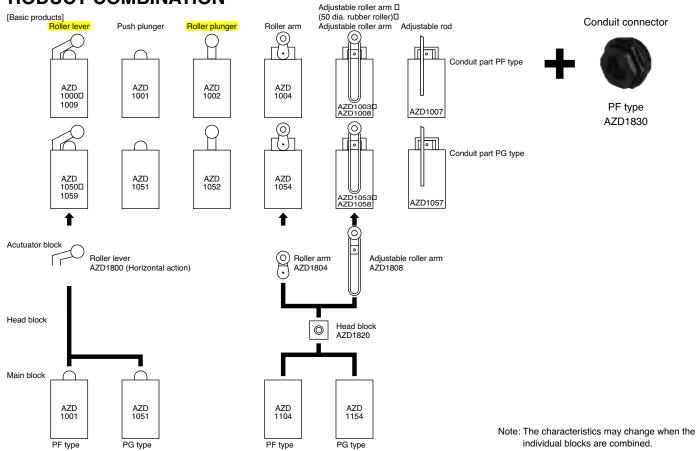
Rubber seals with an inside diameter of 9 and 11 are

FOREIGN STANDARDS

Standards		Applicable product	Part No.
UL	File No. Ratings Product type	: E122222 : 6A 380V AC Pilot duty A300 : All models	
CSA	File No. Ratings Product type	: LR55880 : 6A 380V AC Pilot duty A300 : All models	Order by standard part No.
TÜV	File No. Ratings Product type	: J9551205 : AC-15 2A/250V~ Pilot duty A300 : All models	

^{2.} PG is a size standard used in Europe.

PRODUCT COMBINATION



SPECIFICATIONS

1. Rating

Voltage	Load	Resistive load (cos <i>φ</i> ≒1)	Inductive load (cos $\phi = 0.4$)
	125V	6A	6A
AC	250V	6A	6A
	380V	6A	3A
	24V	5A	2.5A
DC	60V	1.5A	1.5A
	220V	0.3A	0.3A

Note: When DC voltage is applied, the time constant is $(\tau=)$ 0ms for resistive load, $(\tau=)$ 100ms or less for inductive load.

3. EN60947-5-1 performance

Item	Rating
Rated insulation voltage (Ui)	250VAC Note*
Rated impulse withstand voltage (Uimp)	2.5kV Note*
Switching overvoltage	2.5kV
Rated enclosed thermal current (Ithe)	6A
Conditional short-circuit current	100A
Short-circuit protection device	10A Fuse
Protective construction	IP67 (Note 1)
Pollution degree	2

Note) * The ratings, performance and operating characteristics are based on the basic model.

Note 1: Adjustable roller arm (50 dia. rubber roller) type is IP65.

5. Protective characteristics

Protective construction	DL mini limit switches
IEC	DE HIIII IIIIII SWIICHES
IP60	0
IP64	0
IP67	○ (Note 1)

Note 1: The value for protective function characteristics is the initially set value. Also, adjustable roller arm (50 dia. rubber roller) type is IP65.

The switches are compatible with DIN EN50047.

2. Characteristics

Contact arrangement		1a1b
Initial contact resistan	ce, max.	25mΩ (By voltage drop of 5 to 6 V DC 1A)
Contact material		Silver alloy
Initial insulation resista	ance (At 500V DC)	Min. 100MΩ
Initial breakdown volta	age	1,000Vrms for 1 min Between non-consecutive terminals 2,500Vrms for 1 min Between dead metal parts and each terminal 2,500Vrms for 1 min Between ground and each terminal
Shock resistance	Functional	Max. 294 m/s² (equivalent 30G) (Noe 1)
Shock resistance	Destructive	Max. 980 m/s ² (equivalent 100G)
Vibration resistance		10 to 55Hz, double amplitude of 1.5mm
Expected life	Mechanical	10 ⁷ (at 120 cpm)
(min. operations)	Electrical	1.5×10 ⁵ (at 20 cpm, 6A 380V AC resistive load)
Ambient temperature		-30 to +80°C -22°F to +176°F (but not ina frozen environment)
Ambient himidity		Max. 95%R.H. (without dew at 40°C 104°F)
Max. operating speed		120 cpm

Note: The ratings, performance and operating characteristics are based on the basic model.

Note 1: This value applies when the arm length of the adjustable roller arm (50 dia. rubber roller) is 70 mm or less.

4. Operating characteristics

Characteristics	O.F. (N {gf}) max.	R.F. (N {gf}) min.	Pretravel (P.T.), max. mm inch	Movement Diferential (M.D.), max. mm inch	Overtravel (O.T.), min. mm inch	Operating Position (O.P.), mm inch
Push plunger	6.37 {650}	1.47 {150}	2 .079	1.2 .047	4 .157	18±0.5 .708±.020
Roller plunger	6.37 {650}	1.47 {150}	2 .079	1.2 .047	4 .157	28±1 1.102±.03
Roller arm	4.90 {500}	0.49 (50)	20° to 26°	14°	30°	_
Roller lever	3.92 {400}	0.78 {80}	4 .157	1.6 .063	5 .197	_
Adjustable roller arm	4.90 (500)	0.49 (50)	20° to 26°	14°	30°	_
Adjustable roller arm (50 dia. rubber roller)	4.17 {425}	0.42 {43}	20° to 26°	14°	30°	_
Adjustable rod (2.6 dia.)	4.90 (500)	0.49 (50)	20° to 26°	14°	30°	_
Roller lever (vertical action)	4.41 {450}	0.88 {90}	4 .157	1.7 .067	5 .197	27±0.8 1.063±.031

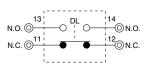
Note: The above values of adjustable roller arm shows the values when roller length is set at 26mm same as roller type.

The value of adjustable roller arm (50 dia. rubber roller) type shows the value when roller length is set at 32 mm.

The value of adjustable rod (2.6 dia.) type shows the value when length of rod is set at 26 mm same as the roller arm type.

WIRING DIAGRAM

Internal circuit



Terminals

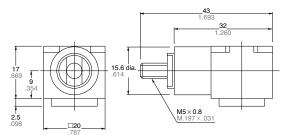


DIMENSIONS mm inch

Head block



AZD1820

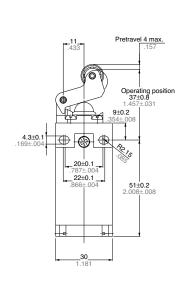


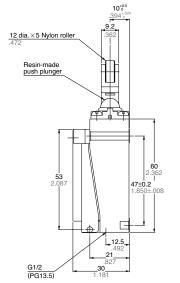
General tolerance: ±0.4 ±.016

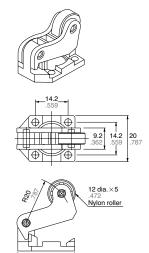
Roller lever type



AZD1000 AZD1050





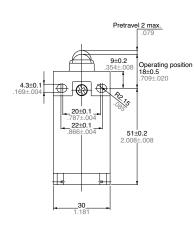


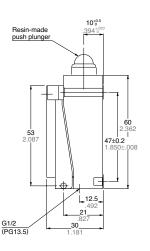
General tolerance: $\pm 0.4 \pm .016$

Push plunger type



AZD1001 AZD1051





General tolerance: ±0.4 ±.016

Roller plunger type

Pretravel 2 max.

12 dia. × 5 Nylon roller

354±.004

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

1102±.039

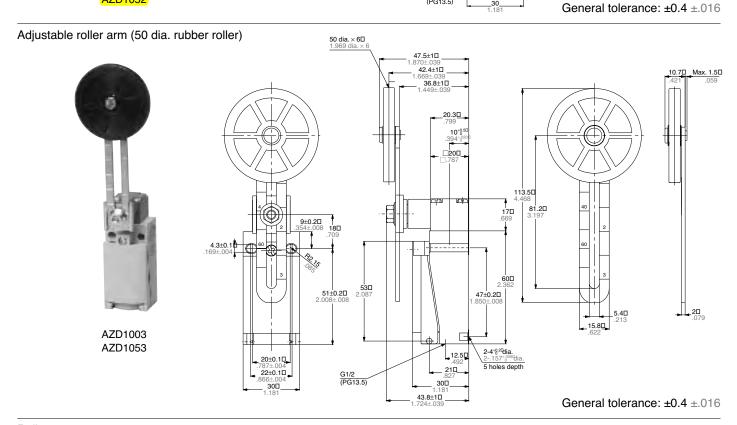
1102±.039

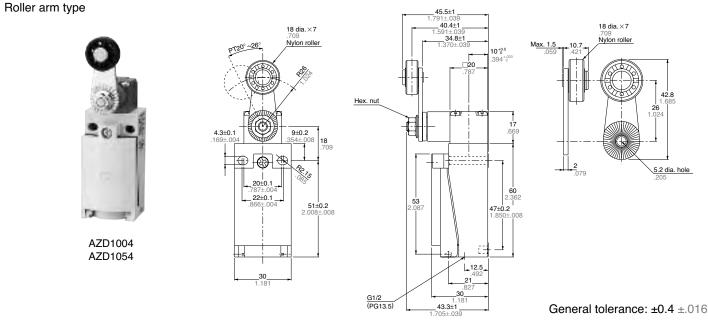
1102±.039

1102±.039

1102±.039

AZD1052



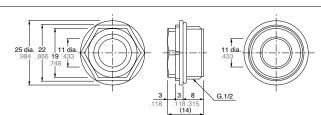


mm inch

Conduit connector (PF type)



AZD1830

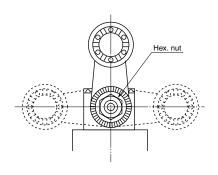


Rubber seal	Adaptable cable outer diameter	
inside diameter	Min. Max.	
9 dia. (.354)	7.5 dia. (.295)	9.5 dia. (.374)
11 dia. (.433)	9 dia. (.354)	11 dia. (.433)

General tolerance: ±0.5 ±.020

Arm Setting Position

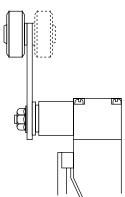
The roller arm of the arm types (AZD1003, AZD1004, AZD1008, AZD1053, AZD1054 and AZD1058) can be set in any position at 15° intervals. Loosen the arm fastening hex. nut, reposition the arm, and retighten the hex. nut. When doing so tighten the hex. nut with the arm secured to the unit. Tightening without securing may cause damage. Also, the same is true of the variable rod types (AZD1007 and AZD1057).



Roller Direction

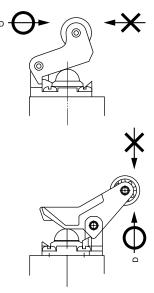
The roller of the arm types (AZD1004, AZD1008, AZD1054 and AZD1058) can be mounted on the front and rear (dotted line in the figure) sides of the switch, as shown below. (Positioned on the front side at delivery.)

To set the roller on the rear side, remove the arm fastening hex. nut, and reinsert the arm so as to face the roller in the rear direction. Then, retighten the hex. nut.



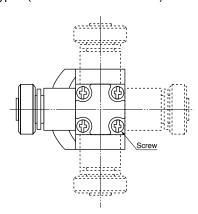
Roller Lever Direction

AZD1000, AZD1009, AZD1050 and AZD1059 type is move a detection object in the D direction as shown below. Be sure not to move the object oppositely. If the opposite direction is required, change the direction of the lever.



Head Direction

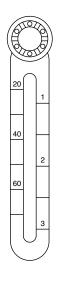
The head of the arm types (AZD1003, AZD1004, AZD1008, AZD1053, AZD1054 and AZD1058) can be set in any of four directions at 90° intervals, but not in any other intermediate directions. Loosen four screws on the upper side of the head, and set the head in a desired direction, and retighten them at a torque of 0.20 to 0.39 N•m. Be careful not to use too much strength when tightening as this will cause the threads to strip. Also, the same is true of the variable rod types (AZD1007 and AZD1057).



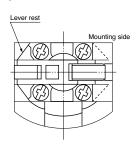
Adjustable Arm Length

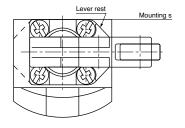
To adjust the length of the adjustable arm of AZD1008 and AZD1058, slightly loosen the arm fastening hex. nut, and adjust the length.

The adjustable arm is graduated in two kinds of length units. Use these indications as the reference during adjustment.



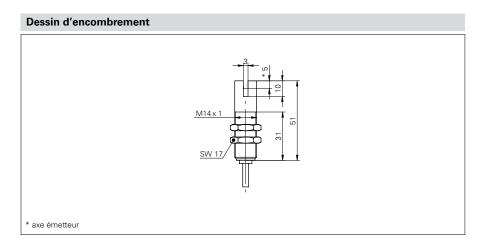
The roller lever can be set in two directions at 180° intervals. (Even though it can be also set in the 90° direction, the mounting surface will project.) Remove the four lever base fastening screws, turn the lever together with the lever base in 180°, and retighten the four screws at a torque of 0.20 to 0.39 N•m {2 to 4 kg•cm}.





Fourches standards et angulaires

FEG 14.24.35



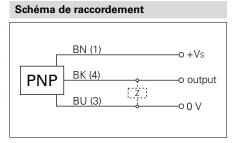
Données générales	
Fonction	Barrière simple
Taille de l'objet	> 0,8 mm
Reproductibilité	< 0,01 mm
Hystérésis de commutation	< 0,1 mm
Réglage sensibilité	non
Source lumineuse	Diode IR, lumière constante
Longueur d'ondes	935 nm

Données électriques	
Temps d'activation / désactivation	< 0,01 ms
Fréquence de commutation	< 50 kHz
Plage de tension +Vs	4,5 30 VDC
Consommation max.	24 mA
Fonction de commutation	sombre
Circuit de sortie	PNP
Tension résiduelle Vd	< 1 VDC
Courant de sortie	< 100 mA
Protégé contre courts-circuits	non
Protégé contre inversion polarité	oui, Vs vers GND

Données mécaniques	
Largeur / Diamètre	14 mm
Largeur de la fourche Sb	3 mm
Hauteur / Longueur	51 mm
Profondeur de plongée	10 mm
Forme du boîtier	cylindrique
Matériau du boîtier	Laiton nickelé
Version de raccordement	Câble 3-pôles, 2 m

Conditions ambiantes	
Température de fonctionnement	-25 +65 °C
Classe de protection	IP 65





- Accessoire: disque d'impulsions IPS 70
- nombre d'impulsions: 1, 60, 100

C - XXXV



Photoelektrischer Näherungsschalter Détecteur de proximité photoélectrique Photoelectric proximity switch



LT□ - 3031 - 30□

Schaltabstand

Portée Operating distance

600 mm

Reflexions-Lichttaster

Wichtigste Eigenschaften:

- Schaltabstand von 600 mm
- Hohe Schaltfrequenz 1'000 Hz
- Fenster aus Glas, daher problemlose Reinigung
- Funktionsreserveanzeige mittels eingebauter LED
- Hoch belastbares Gehäuse aus PBTP (Crastin)
- Empfindlichkeitseinstellung über eingebautes 12-Gang Potentiometer

Cellule à réflexion directe

- Caractéristiques principales:

 Portée de 600 mm
- Fréquence de commutation élevée: 1'000 Hz
- Fenêtre en verre, donc nettoyage facile
- Affichage de la réserve de fonctionnement par une LED intégrée
- Boîtier très résistant en PBTP (Crastin)
- Réglage de la sensibilité par potentiomètre à 12 tours

Diffuse sensor

Main features:

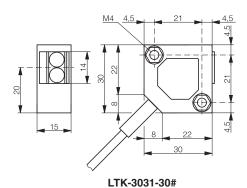
- Operating distance of 600 mm
- High switching frequency of 1,000 Hz
- Glass window, easy to clean
- Built-in LED for excess-gain indication
- Extremely resistant PBTP (Crastin) housing
- Sensitivity adjustment by means of built-in 12-turn potentiometer

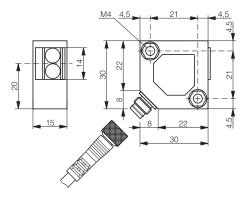
Technische Daten: (gemäss IEC 60947-5-2 / DIN 44030)	Caractéristiques techniques: (selon CEI 60947-5-2 / DIN 44030)	Technical data: (acc. to IEC 60947-5-2 / DIN 44030)	
Bemessungsschaltabstand s	Portée nominale s	Rated operating distance s	600 mm
Hysterese	Hystérèse "	Hysteresis	≤ 10% s _a
Normmessplatte	Cible normalisée	Standard target	200 x 200 mm (weiss/blanc/white)
Sender	Emetteur	Emitter	LED 880 nm (IR)
Modulationsfrequenz	Fréquence de modulation	Modulation frequency	15 kHz
Spannungsbereich U _B	Tension de service U _B	Supply voltage range U _B	10 36 VDC
Zulässige Restwelligkeit	Ondulation admissible	Max. ripple content	≤ 20%
Ausgangsstrom	Courant de sortie	Output current	≤ 200 mA
Spannungsabfall an Ausgängen	Chute de tension aux sorties	Output voltage drop	≤ 2,0 V bei / à / at 200 mA
Leerlaufstrom	Courant hors-charge	No-load supply current	≤ 15 mA
Sperrstrom der Ausgänge	Courant résiduel	Leakage current	≤ 0,1 mA
Schaltfrequenz	Fréquence de commutation	Switching frequency	≤ 1'000 Hz
Schaltzeit	Temps de commutation	Switching time	≤ 0,5 msec
Bereitschaftsverzögerung	Retard à la disponibilité	Time delay before availability	100 msec
Fremdlichtgrenze Halogenlicht	Lumière ambiante max., halogène	Max. ambient light, halogen	5'000 Lux
Fremdlichtgrenze Sonnenlicht	Lumière ambiante max., soleil	Max. ambient light, sun	10'000 Lux
Empfindlichkeitseinstellung	Réglage de sensibilité	Sensitivity setting	Potentiometer / potentiomètre
LEDs: Schaltzustand (gelb)	LEDs: état de la sortie (jaune)	LEDs: output state (yellow)	eingebaut / intégrée / built-in
Funktionsreserve (grün)	réserve de fonctionnement (vert)	excess-gain indication (green)	eingebaut / intégrée / built-in
Umgebungstemperaturbereich	Plage de température ambiante	Ambient temperature range	-25 + 55 °C
Temperaturkoeffizient von s	Dérive de s, en température	Temperature drift of s	0,3 % / °C
Kurzschlussschutz	Protection contre les courts-circuits	Short-circuit protection	eingebaut / intégrée / built-in
Verpolungsschutz	Protection contre les inversions	Voltage reversal protection	eingebaut / intégrée / built-in
Induktionsschutz	Protection contre tensions induites	Induction protection	eingebaut / intégrée / built-in
Schocken und Schwingen	Chocs et vibrations	Shock and vibration	IEC 60947-5-2 / 7.4
Leitungslänge	Longueur du câble	Cable length	300 m max.
Gewicht	Poids	Weight	LTK 75 g / LTS 17 g
Schutzart	Indice de protection	Degree of protection	IP 65
EMV-Schutz:	Protection CEM:	EMC protection:	
IEC 60947-5-2 (7.2.3.1)	CEI 60947-5-2 (7.2.3.1)	IEC 60947-5-2 (7.2.3.1)	5 kV
IEC 61000-4-2	CEI 61000-4-2	IEC 61000-4-2	Level 3
IEC 61000-4-3	CEI 61000-4-3	IEC 61000-4-3	Level 3
IEC 61000-4-4	CEI 61000-4-4	IEC 61000-4-4	Level 3
Gehäusematerial	Matériau du boîtier	Housing material	PBTP (Crastin)
Fenstermaterial	Matériau de la fenêtre	Window material	Glas / verre / glass
Anschlusskabel (Typ LTK)	Câble de raccordement (type LTK)	Connection cable (model LTK)	PVC 3x0,14mm ² / 18 x 0,1 mm Ø
Anschlussstecker (Typ LTS)	Type de connecteur (type LTS)	Connector type (model LTS)	S8 3p.



Abmessungen / Dimensions / Dimensions:

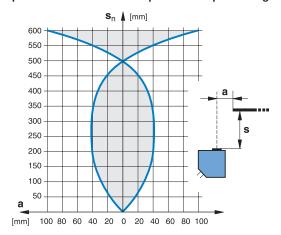
Diese Zeichnungen lassen sich aus dem Internet (www.contrinex.ch) im .dxf-Format herunterladen Ces dessins peuvent être téléchargés depuis Internet (www.contrinex.ch) au format .dxf. These drawings can be downloaded from the Internet (www.contrinex.ch) in .dxf format.



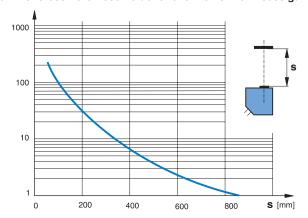


LTS-3031-30#

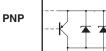
Ansprechkurve* / Courbe de réponse* / Response diagram*

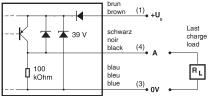


Funktionsreserve* / Réserve de fonctionnement* / Excess gain*

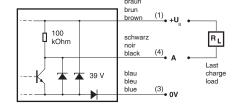


Anschlussschemen / Schémas de raccordement / Wiring diagrams





NPN



Steckerbelegung (Gerät) Attribution des pins (appareil) Pin assignment (device)



Typenspektrum	/ Types dispo	nibles / Availab	le types:
i y ponapoku um	i i y pes aispo	ilibica / Availab	ic types.

• • •	• • •		• •	
Artikelnummer	Bezeichnung	Schaltung	Anschluss	Ausgänge
Numéro d'article	désignation	polarité	raccordement	sorties
Part number	part reference	polarity	connection	outputs
620 100 401	LTK-3031-301	NPN	Kabel / câble / cable	hellschaltend / commutation en réception / light-ON
620 100 402	LTK-3031-302	NPN	Kabel / câble / cable	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON
620 100 405	LTK-3031-303	PNP	Kabel / câble / cable	hellschaltend / commutation en réception / light-ON
620 100 406	LTK-3031-304	PNP	Kabel / câble / cable	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON
620 100 403	LTS-3031-301	NPN	Stecker / connecteur / connector	hellschaltend / commutation en réception / light-ON
620 100 404	LTS-3031-302	NPN	Stecker / connecteur / connector	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON
620 100 407	LTS-3031-303	PNP	Stecker / connecteur / connector	hellschaltend / commutation en réception / light-ON
620 100 408	LTS-3031-304	PNP	Stecker / connecteur / connector	dunkelschaltend / commutation sans réception / dark-ON

Der Einsatz dieser Geräte in Anwendungen, wo die Sicherheit von Personen von deren Funktion abhängt, ist unzulässig. Änderungen und Liefermöglichkeiten vorbehalten. Ces détecteurs ne peuvent être utilisés dans des applications où la protection ou la sécurité de personnes est concernée. Sous réserve de modifications et de possibilités de livraison. These proximity switches must not be used in applications where the safety of people is dependent on their functioning. Terms of delivery and rights to change design reserved.

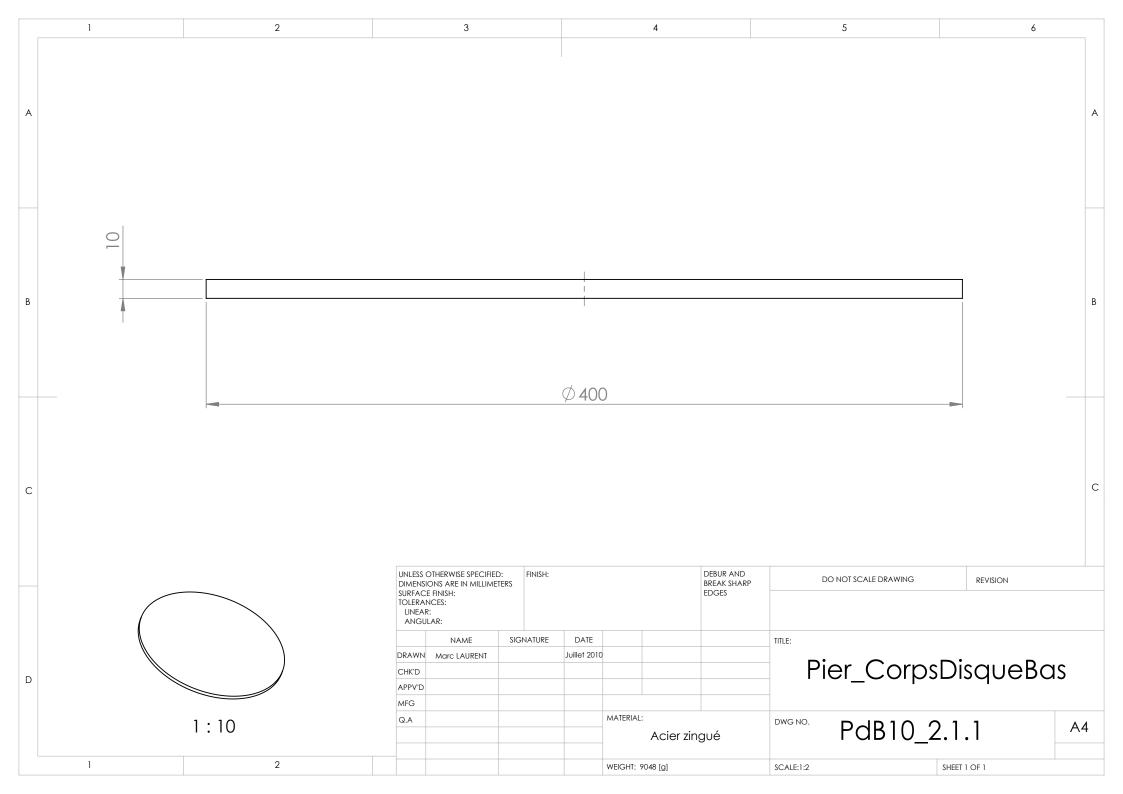
C - XXXVII

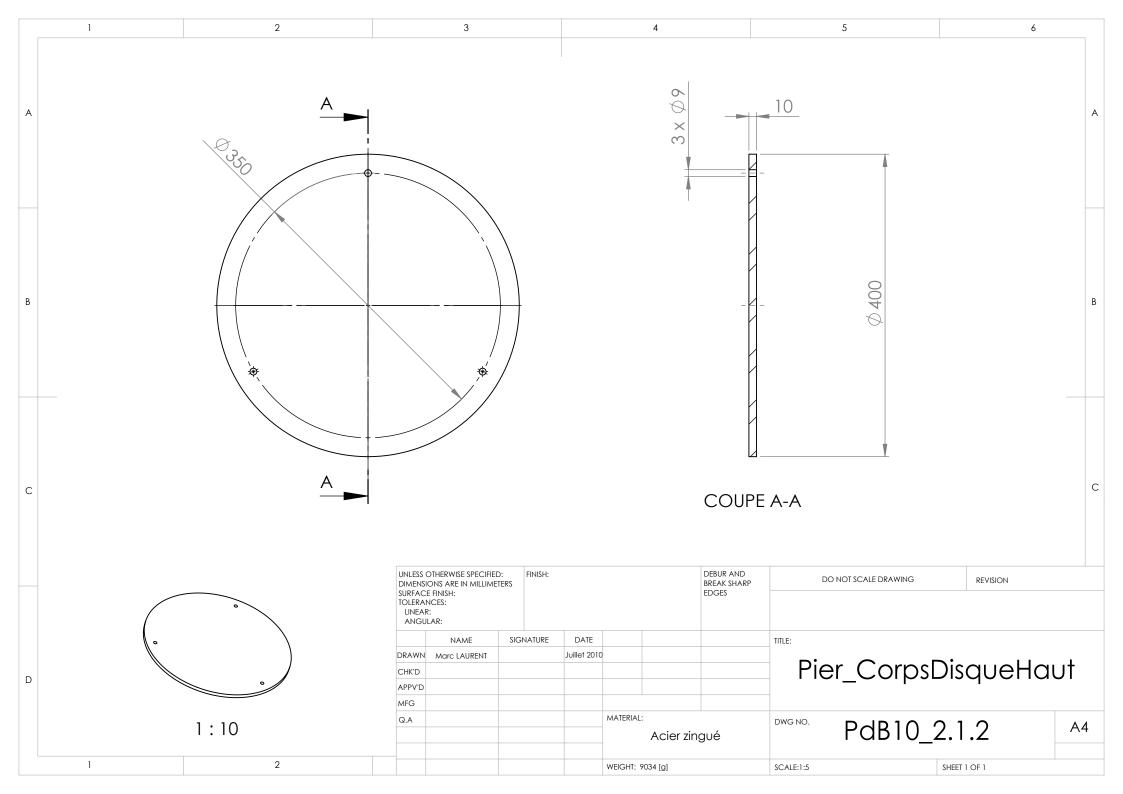
^{*} typische Werte / valeurs typiques / typical values

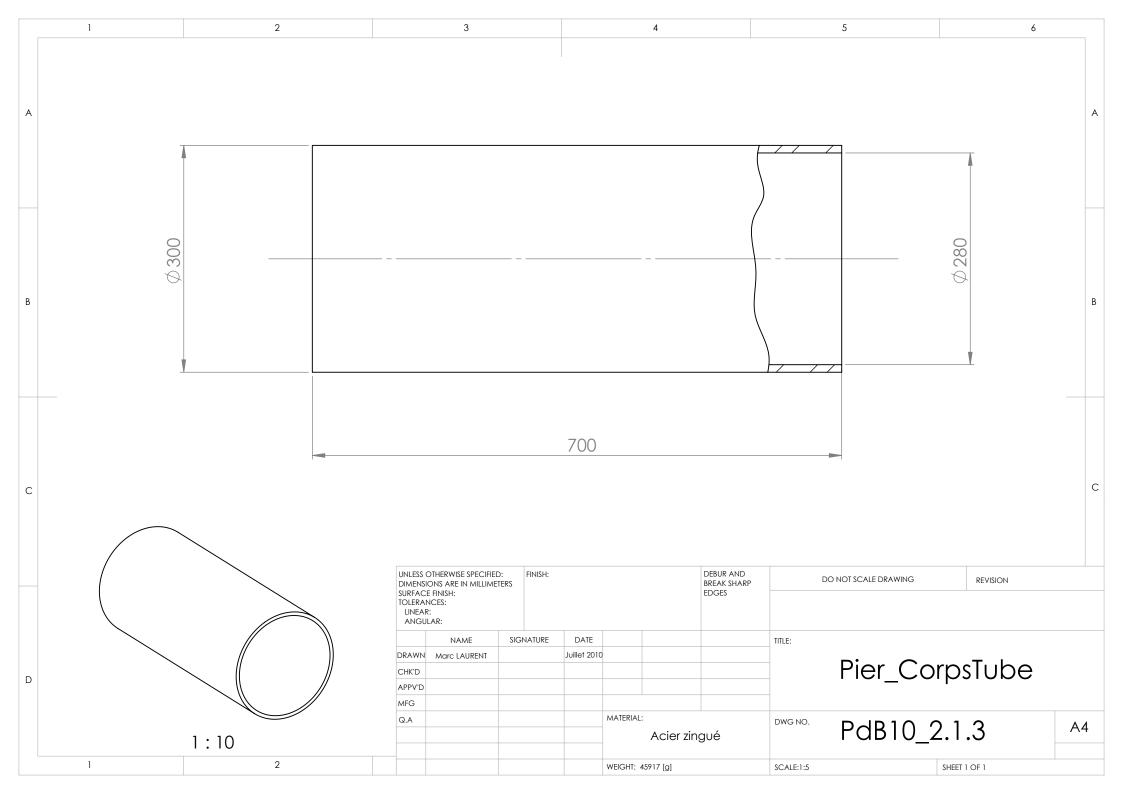


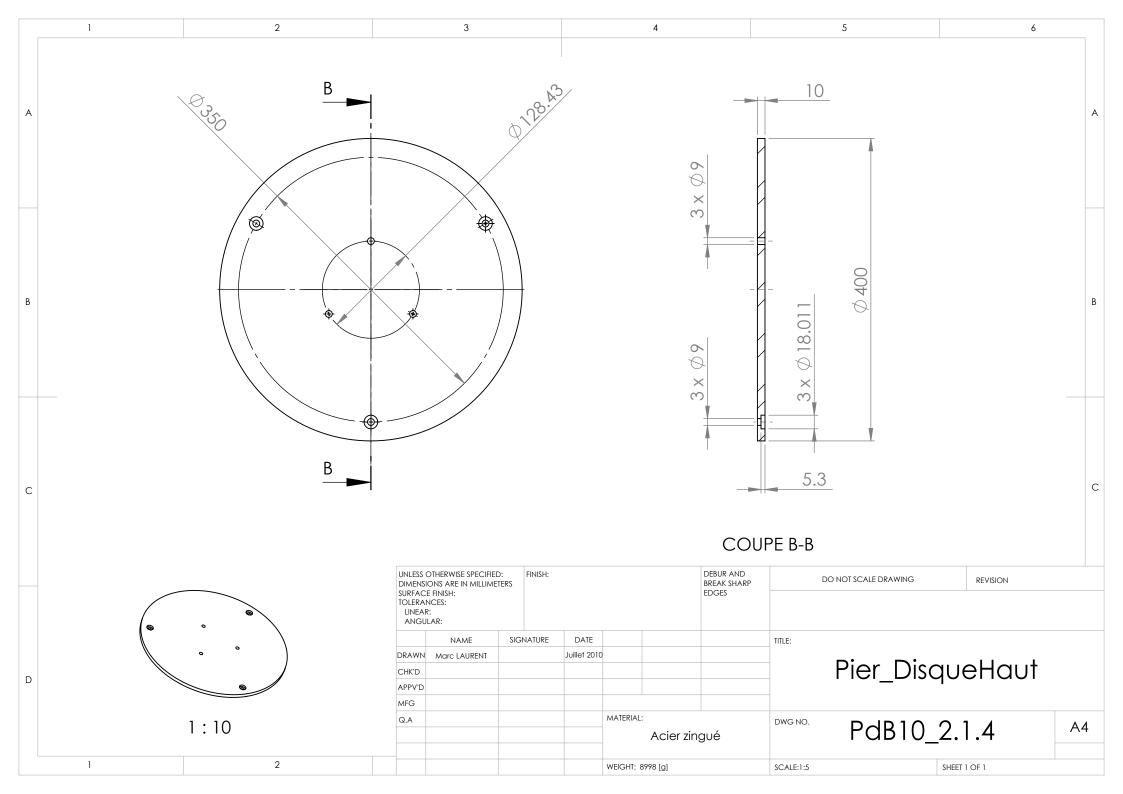
Annexe D - Plans et mises en plan

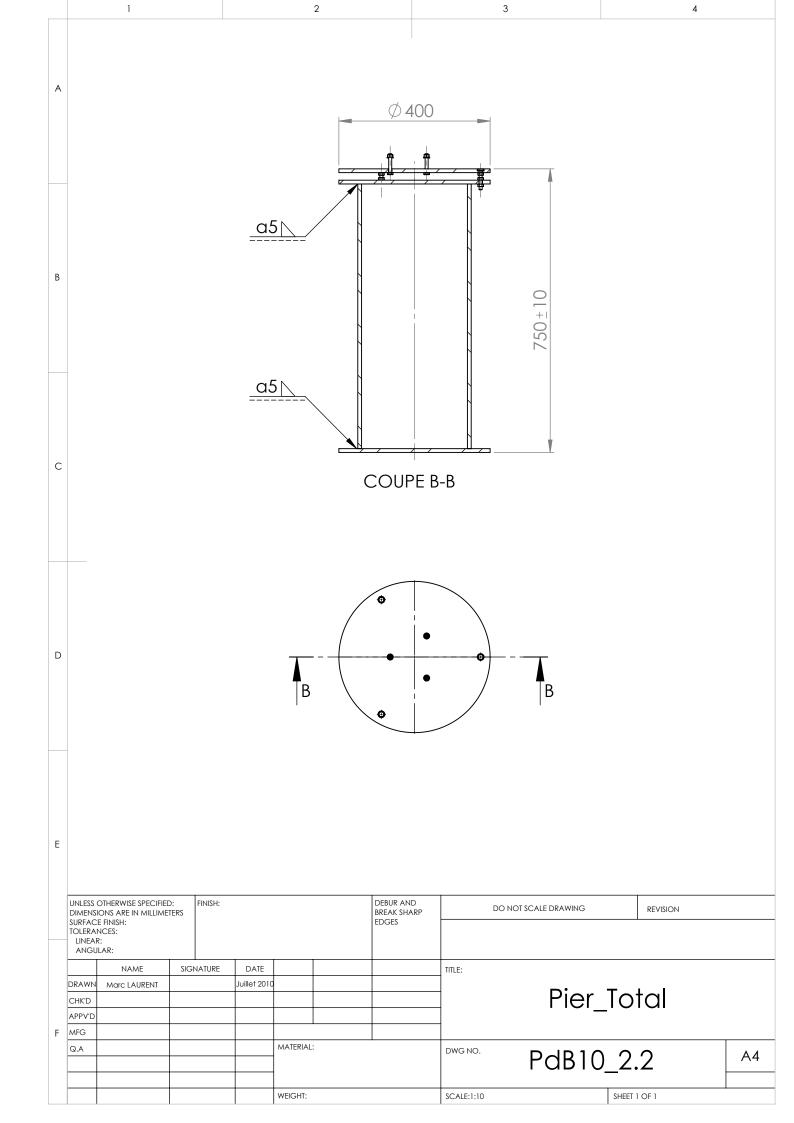
HES-SO D - I Travail de Bachelor 2010

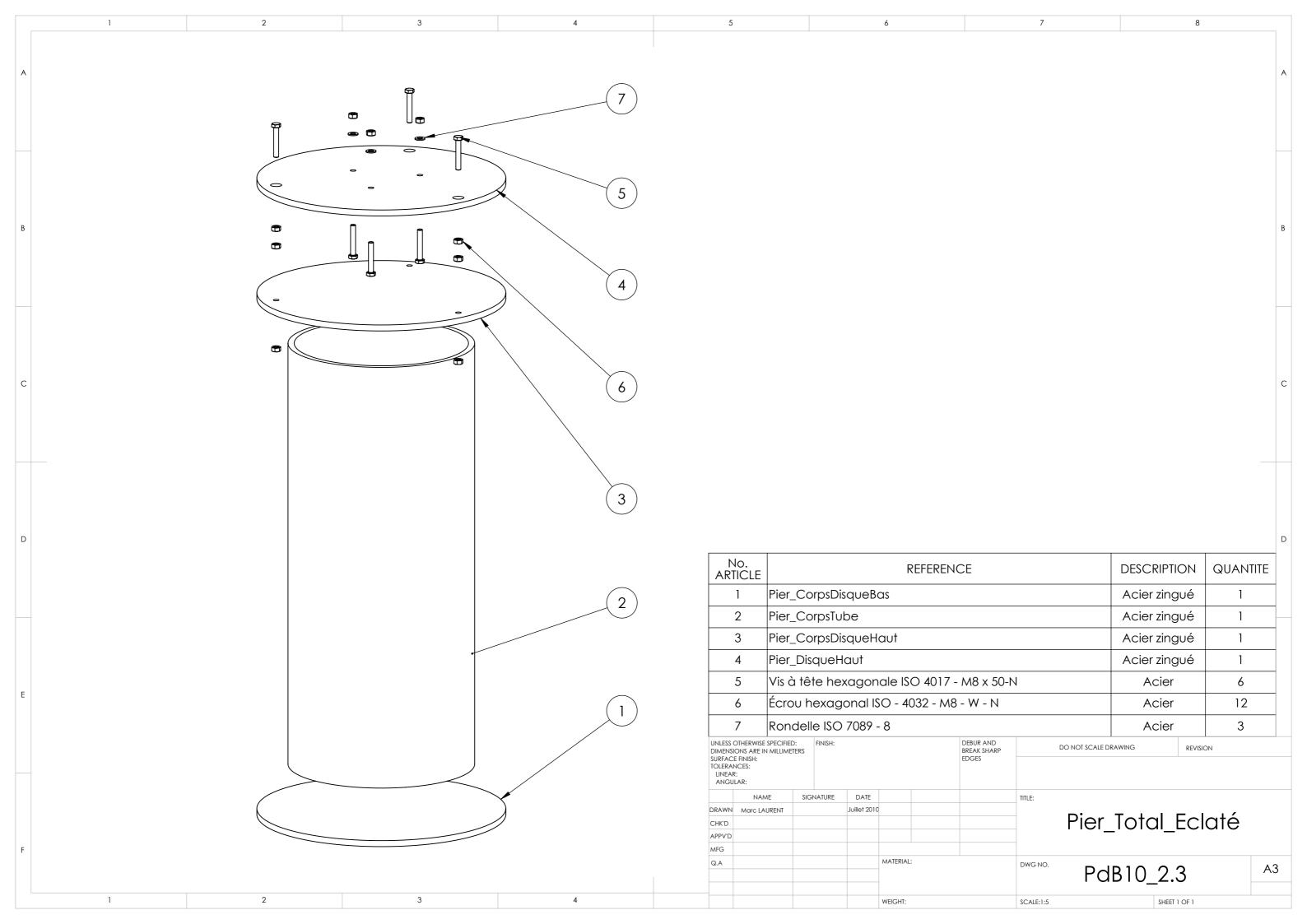


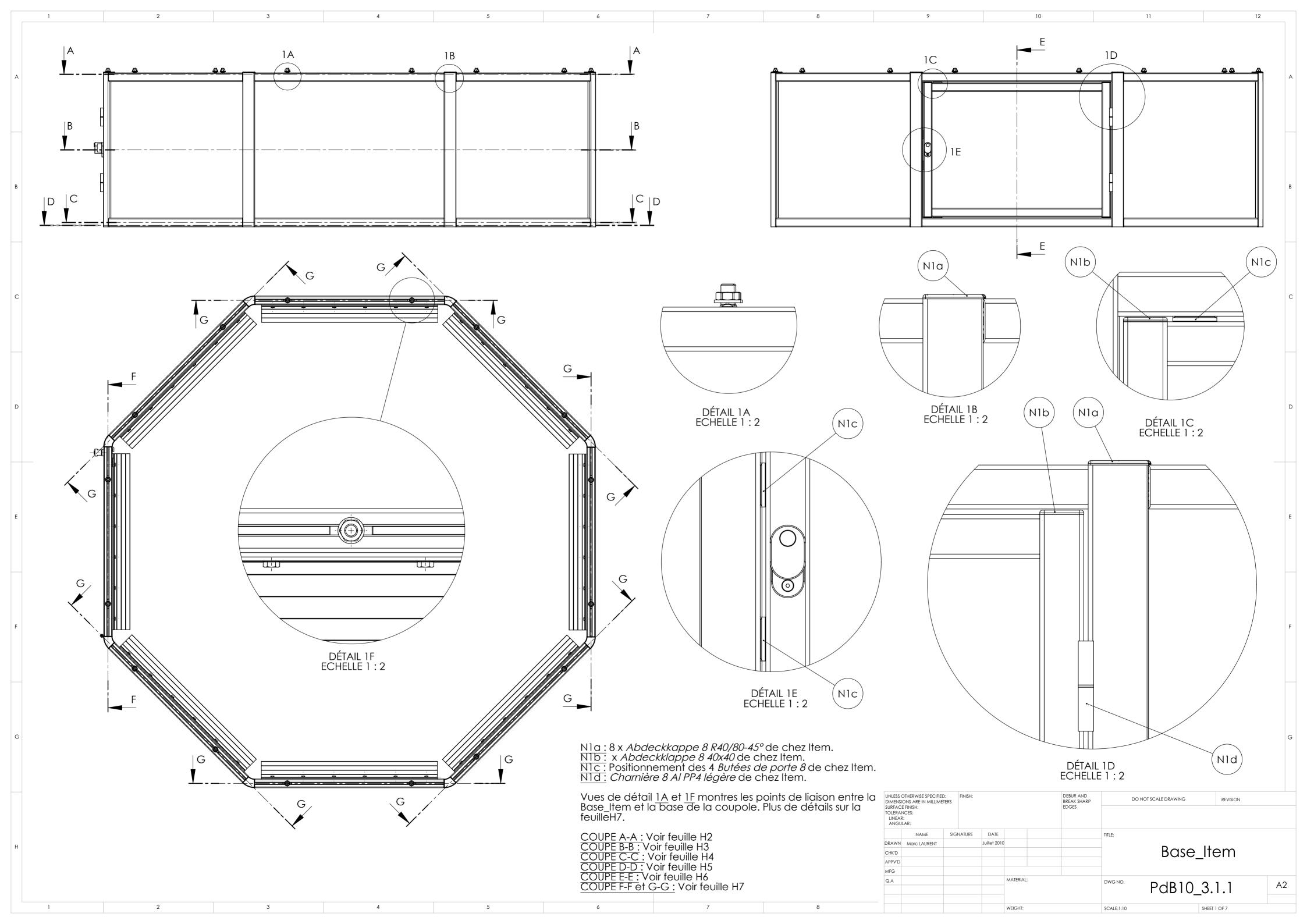


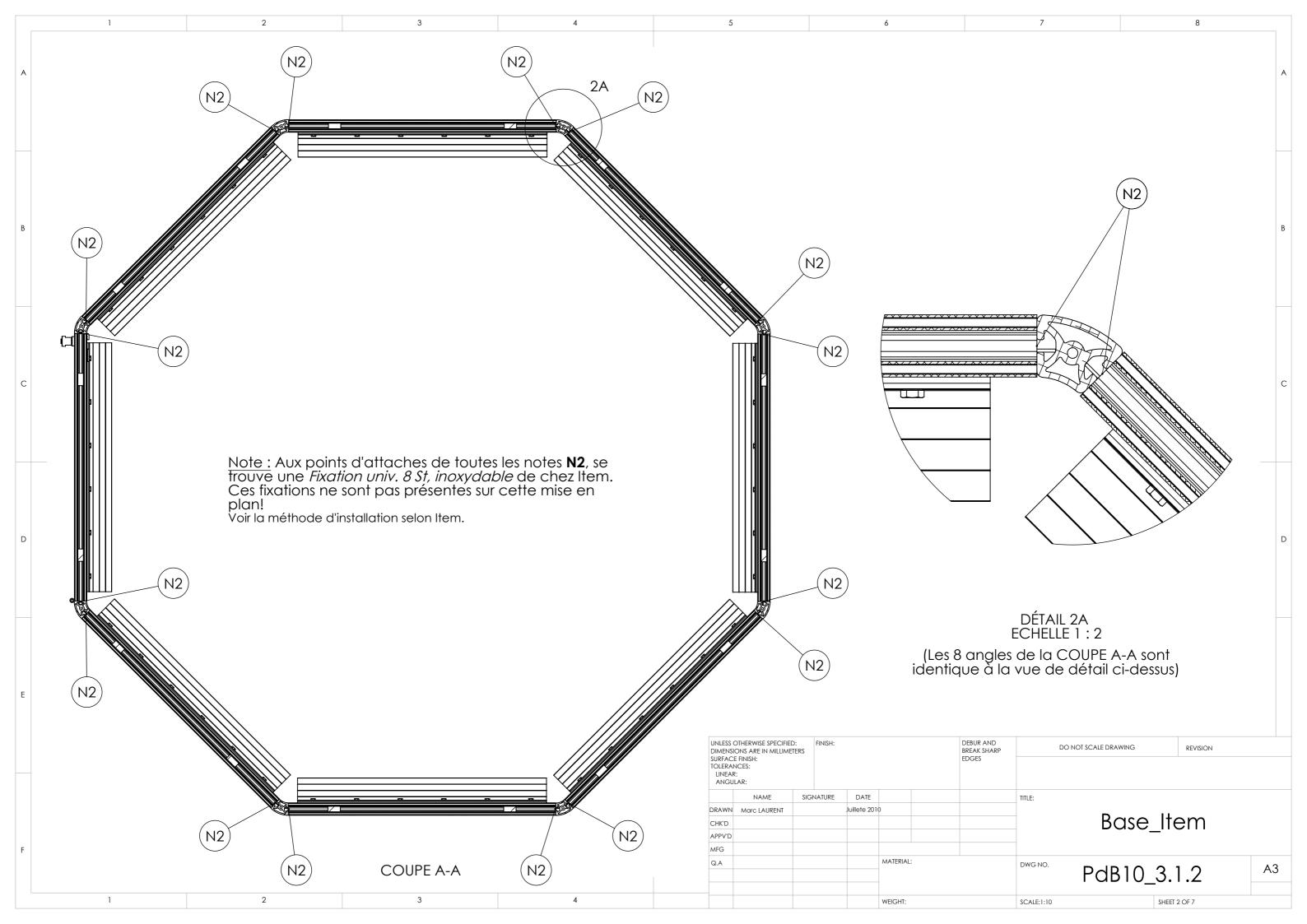


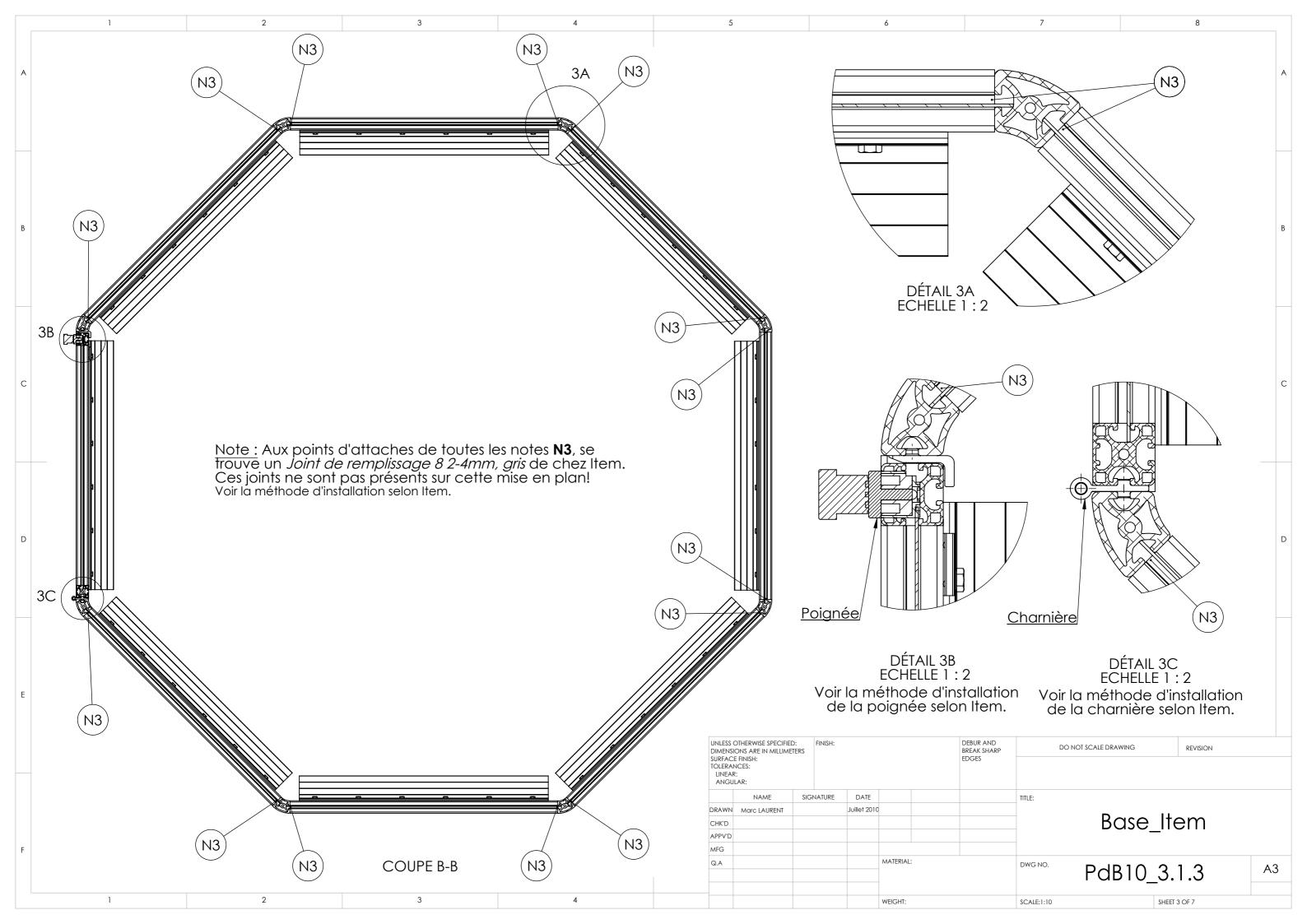


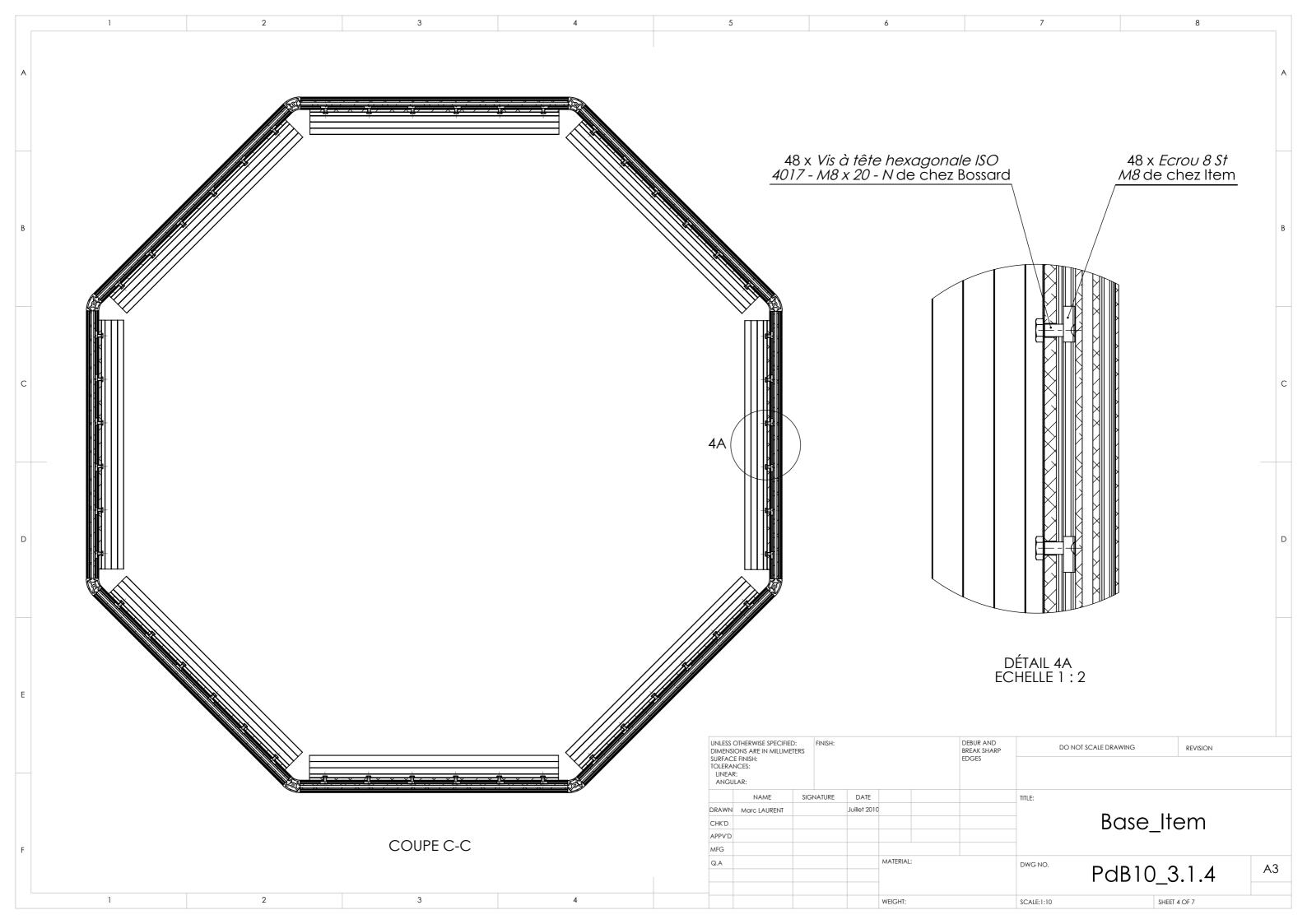


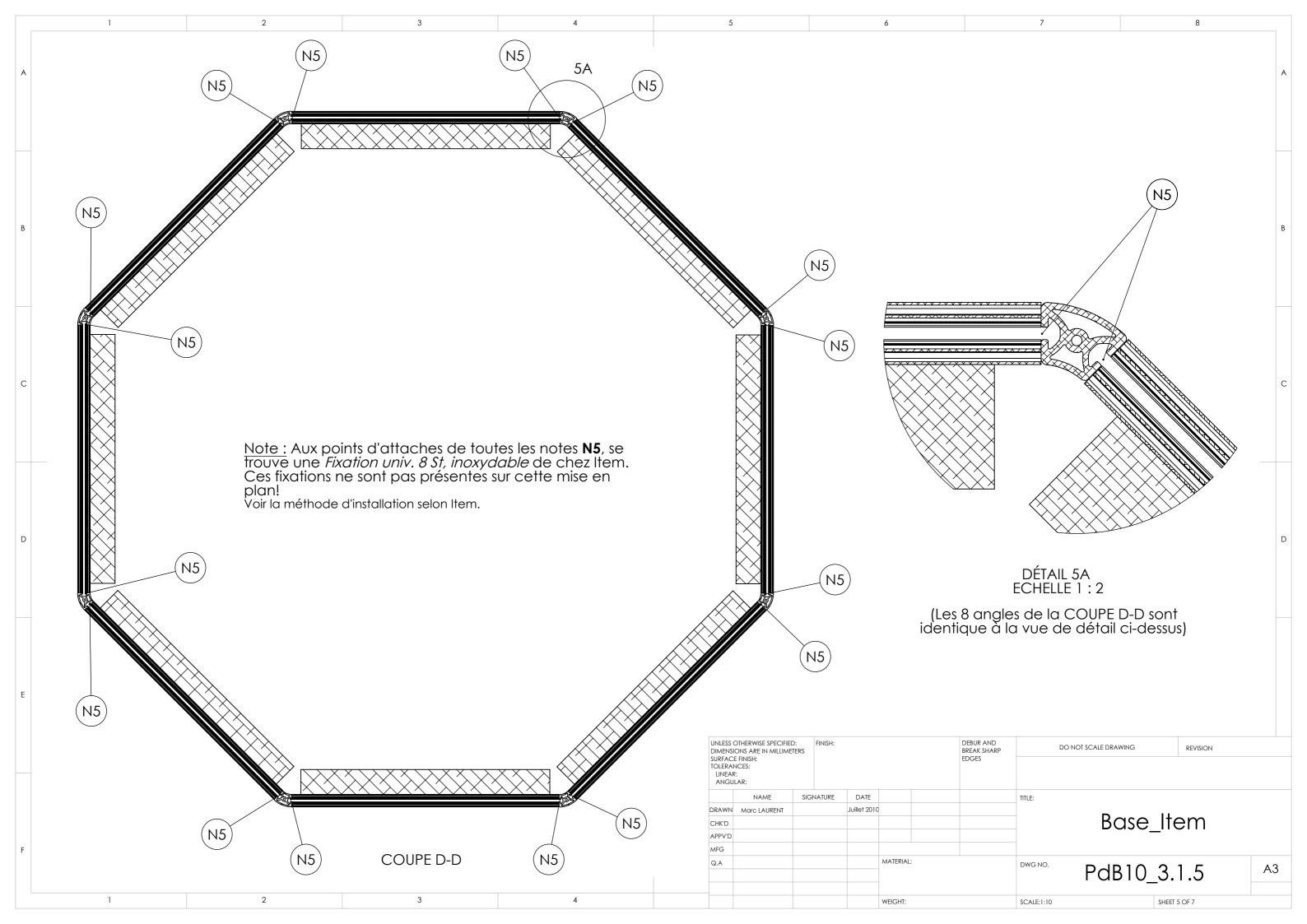


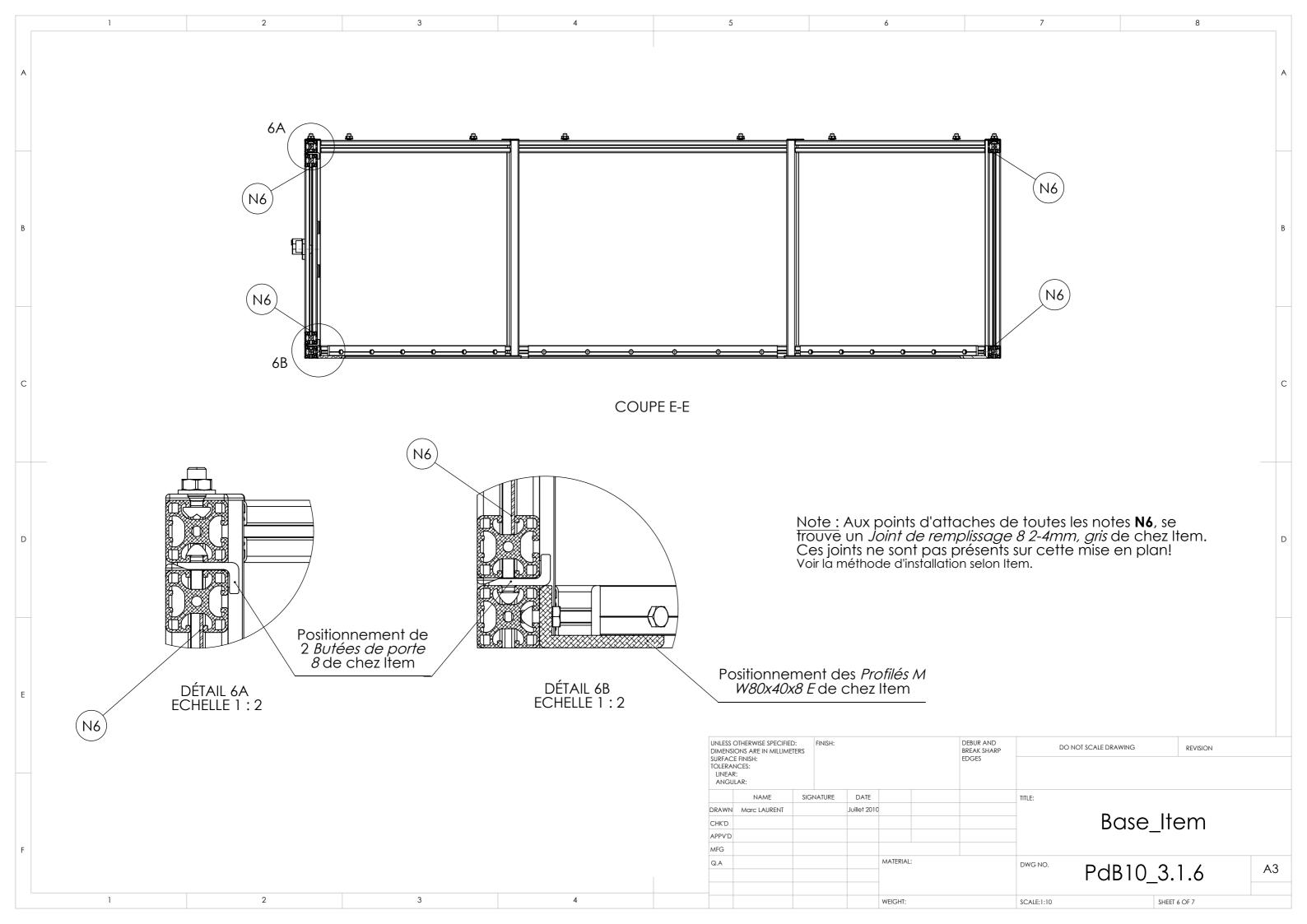


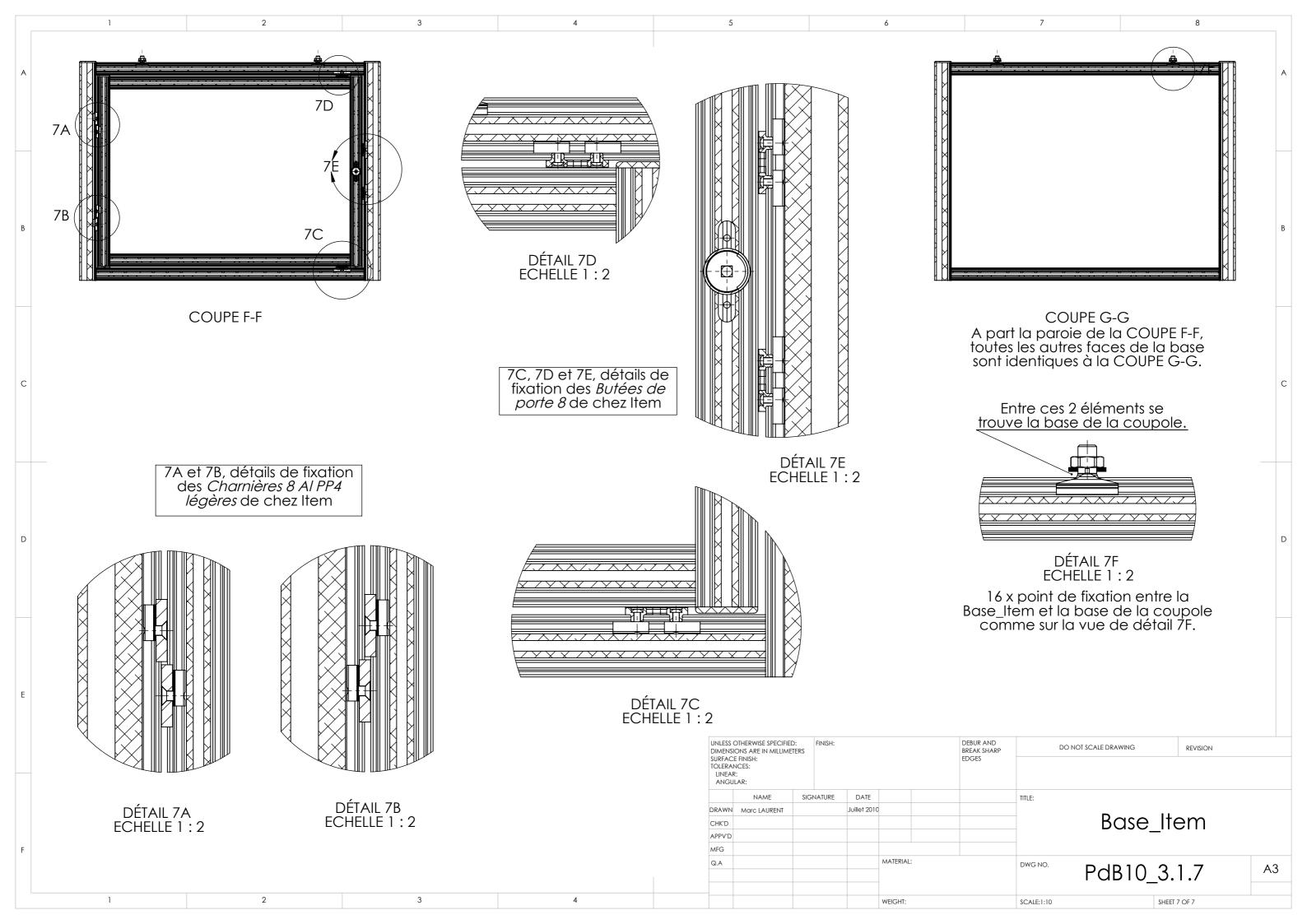


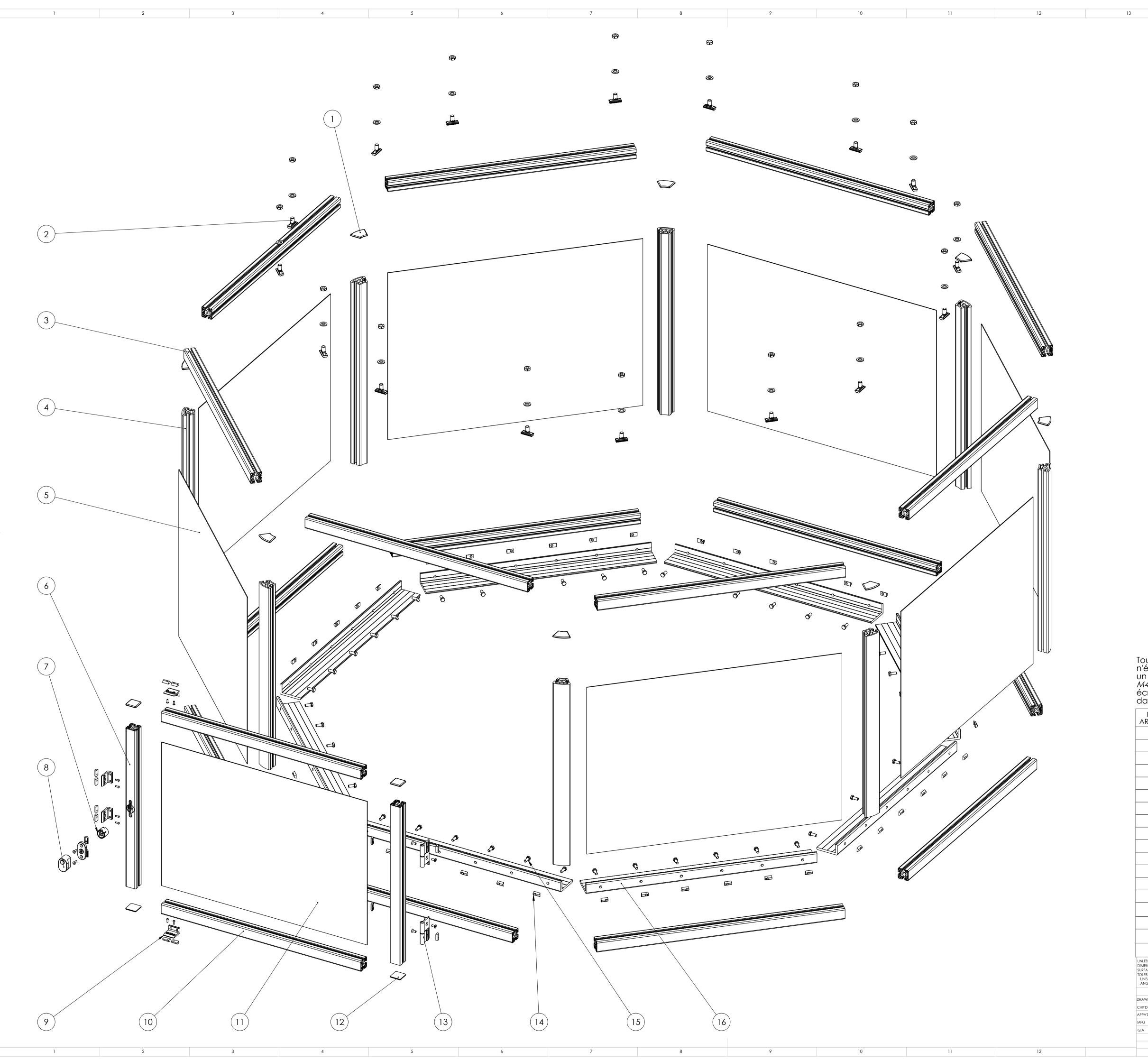












Tous les éléments figurant sur cette mise en plan, n'étant pas numérotés et n'étant pas répertoriés dans la liste ci-dessous, sont des éléments vendus avec un ensemble. Par exemple, la *butée de porte 8* est vendue avec *2 vis Chc M4x12, acier zingué* et *2 écrous 8 St M4, acier zingué*. La butée, les vis et les écrous sont représentés sur cette mise en plan mais seul la butée est répertoriée dans la liste ci-dessous.

aans ia	liste Ci-dessous.			
No. ARTICLE	REFERENCE	DESCRIPTION	QUANTITE	
1	Abdekkappe 8 R40/80-45°		8	
2	Fixation 8 M12		16	
3	Profilé 8 40x40 1N léger - 860mm		16	J
4	Profilé 8 R40/80-45° - 700mm		8	
5	Grande tôle		7	
6	Profilé 8 40x40 1N léger - 610mm		2	
7	Bloc de rotation 8		1	
8	Bouton de porte quart de tour verrouillable		1	
9	Butée de porte 8	Unité = 2pc	2	
10	Profilé 8 40x40 1N léger - 771mm		2	K
11	Petite tôle		1	
12	Abdeckkappe 8 40x40		4	
13	Charnière 8 Al PP4 légère		2	
14	Ecrou 8 St M8		48	
15	Vis à tête hexagonale ISO 4017 - M8 x 20 - N	De chez Bossard	48	
16	Profilé M W80x40x8 E - 800mm		8	
17	Fixation universelle 8 St, inoxydable	Pas sur cette mise en plan	36	
18	Joint remplissage 8 2-4mm, gris - 10450mm découpé	Pas sur cette mise en plan	1	
UNLESS OTHERWISE	SPECIFIED: FINISH: DEBUR AND DO NOT SCALE	DRAWING REVISI	ON	

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

NAME SIGNATURE DATE

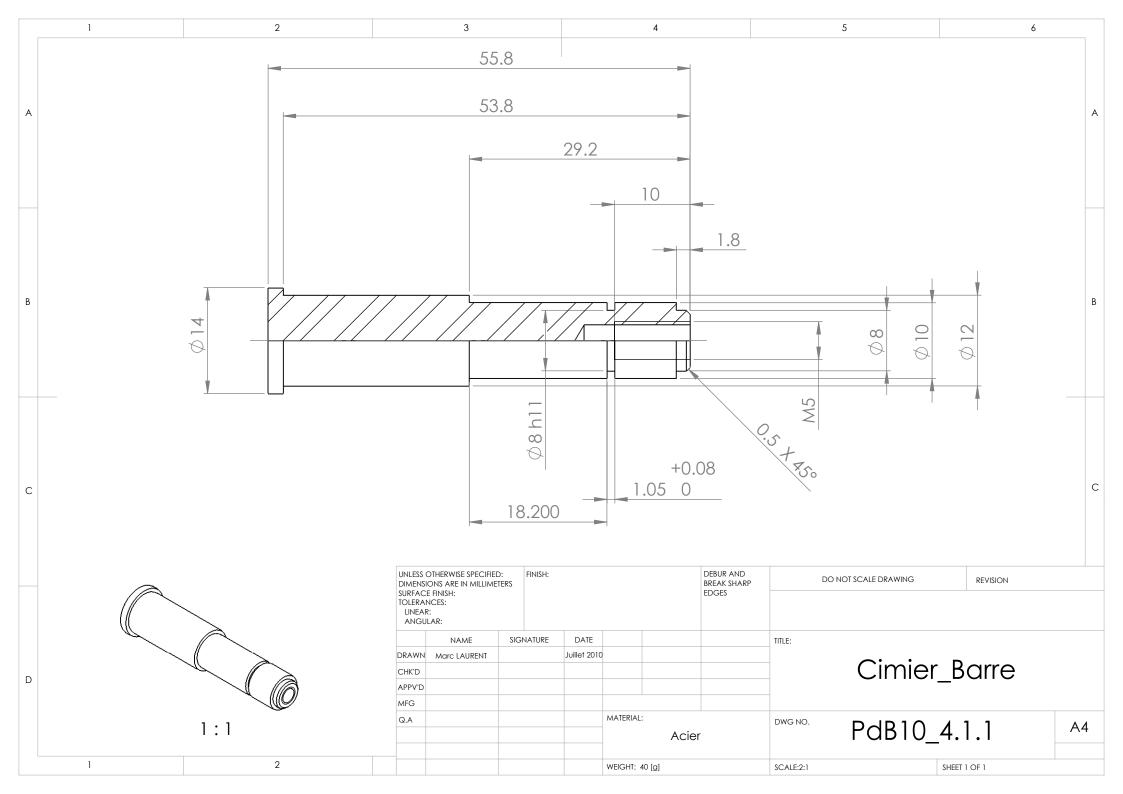
DRAWN Marc LAURENT Juillet 2010

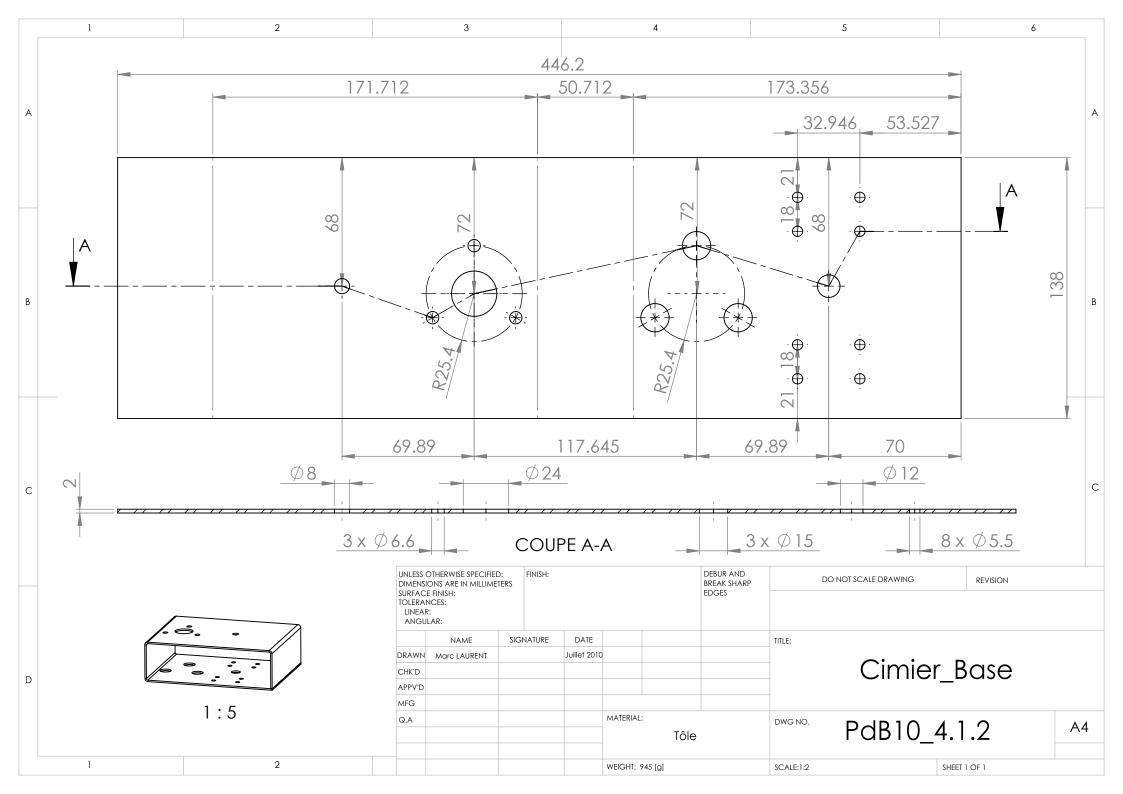
CHK'D

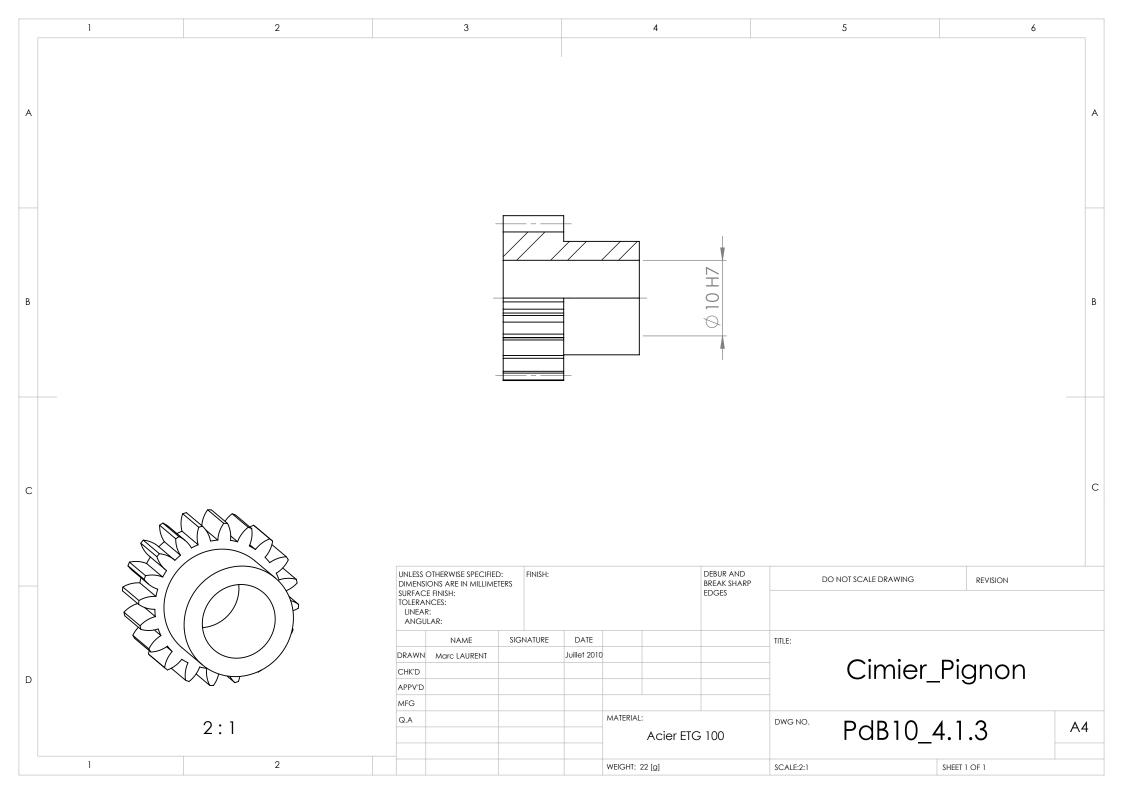
MFG

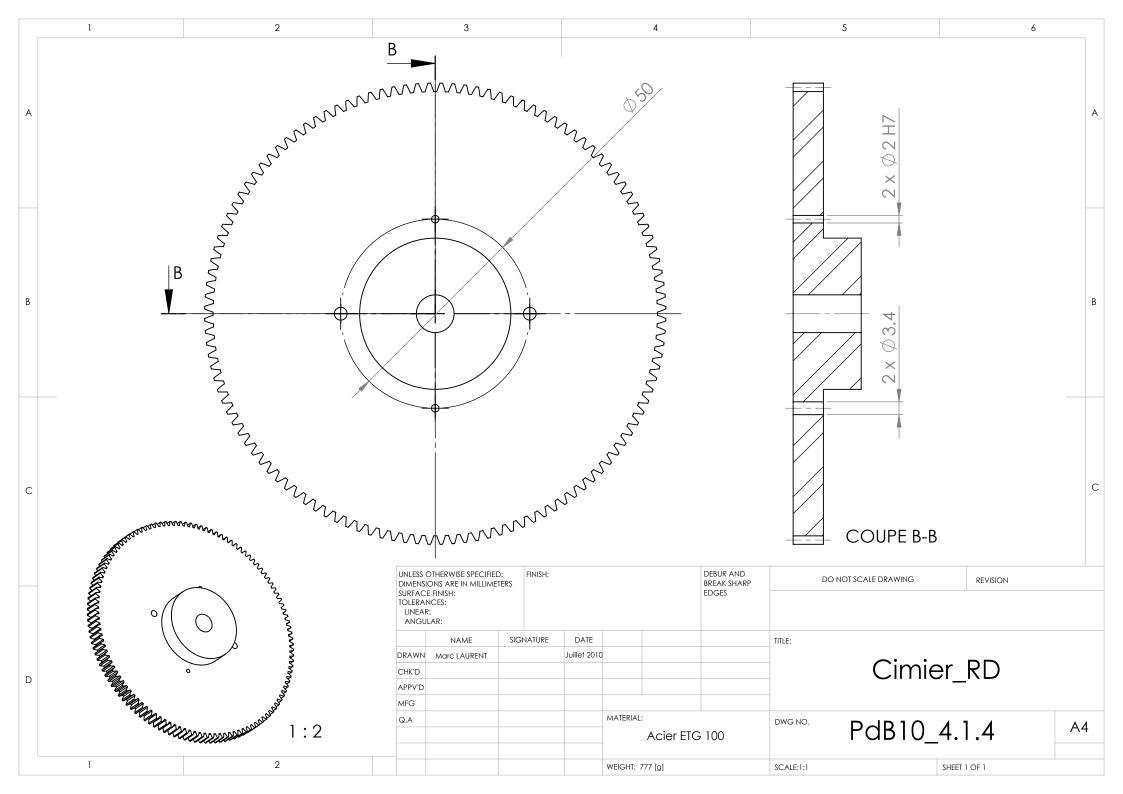
PdB10_3.2

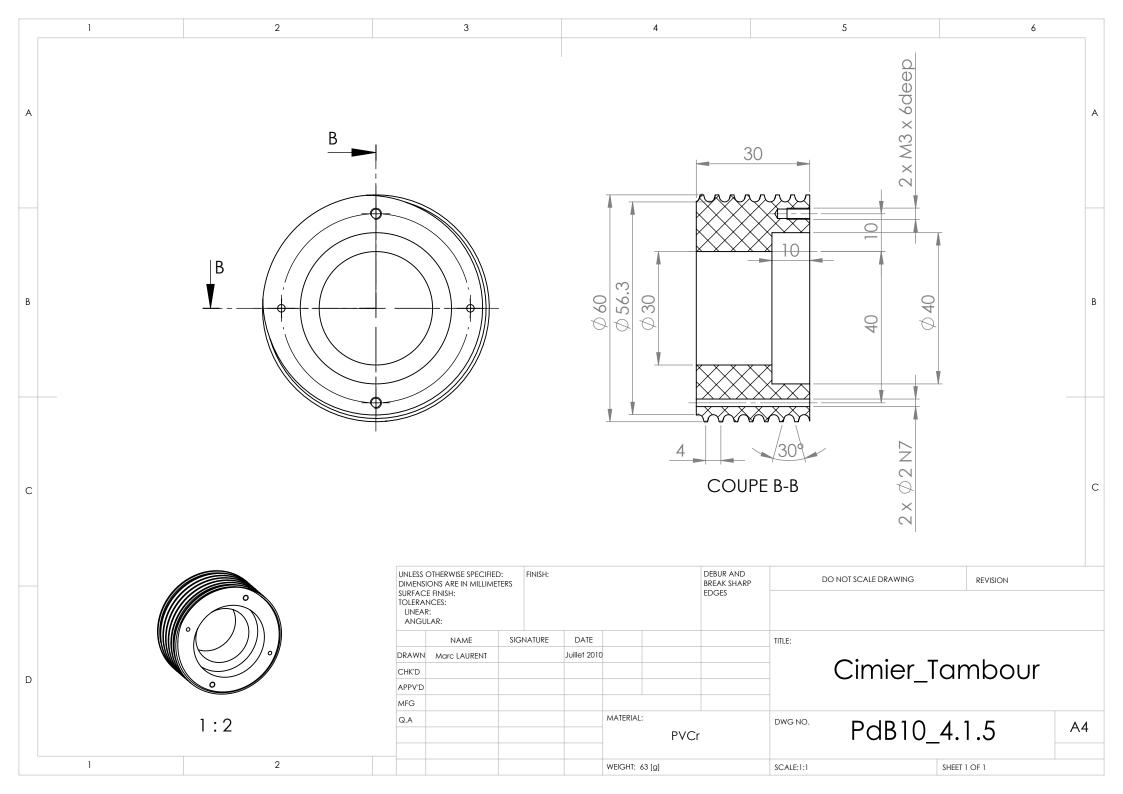
1 GD10_0.2

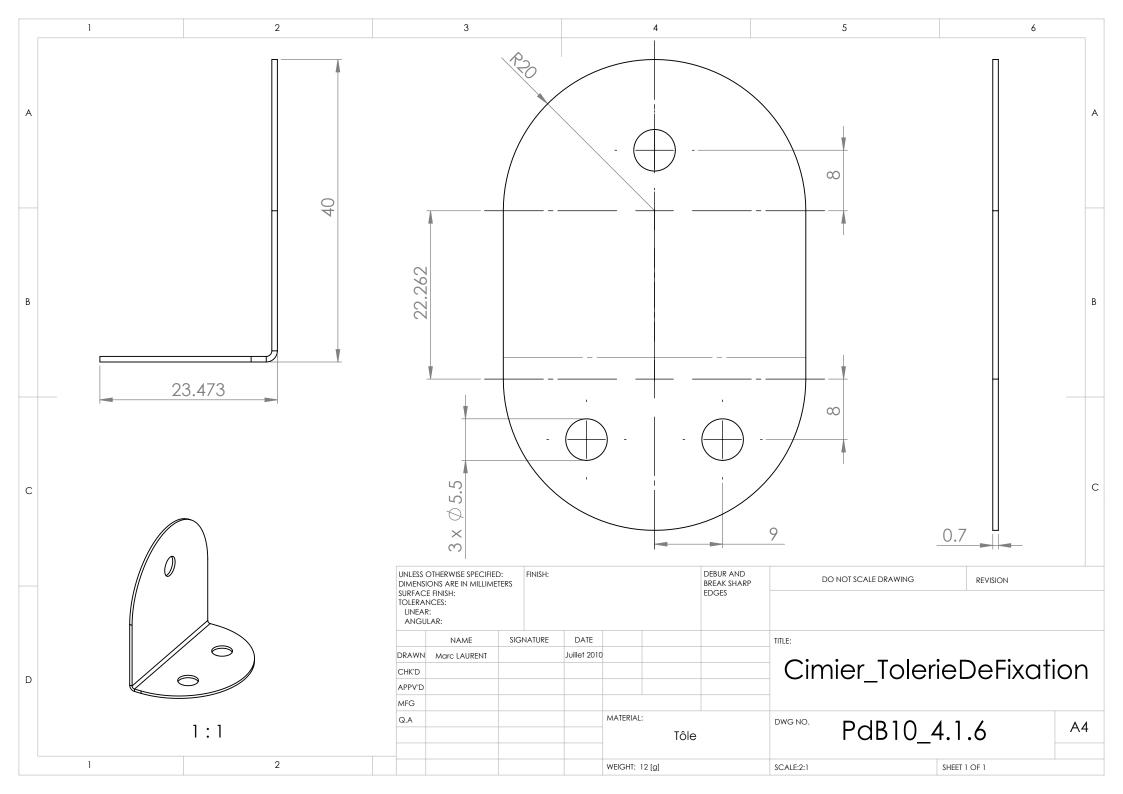


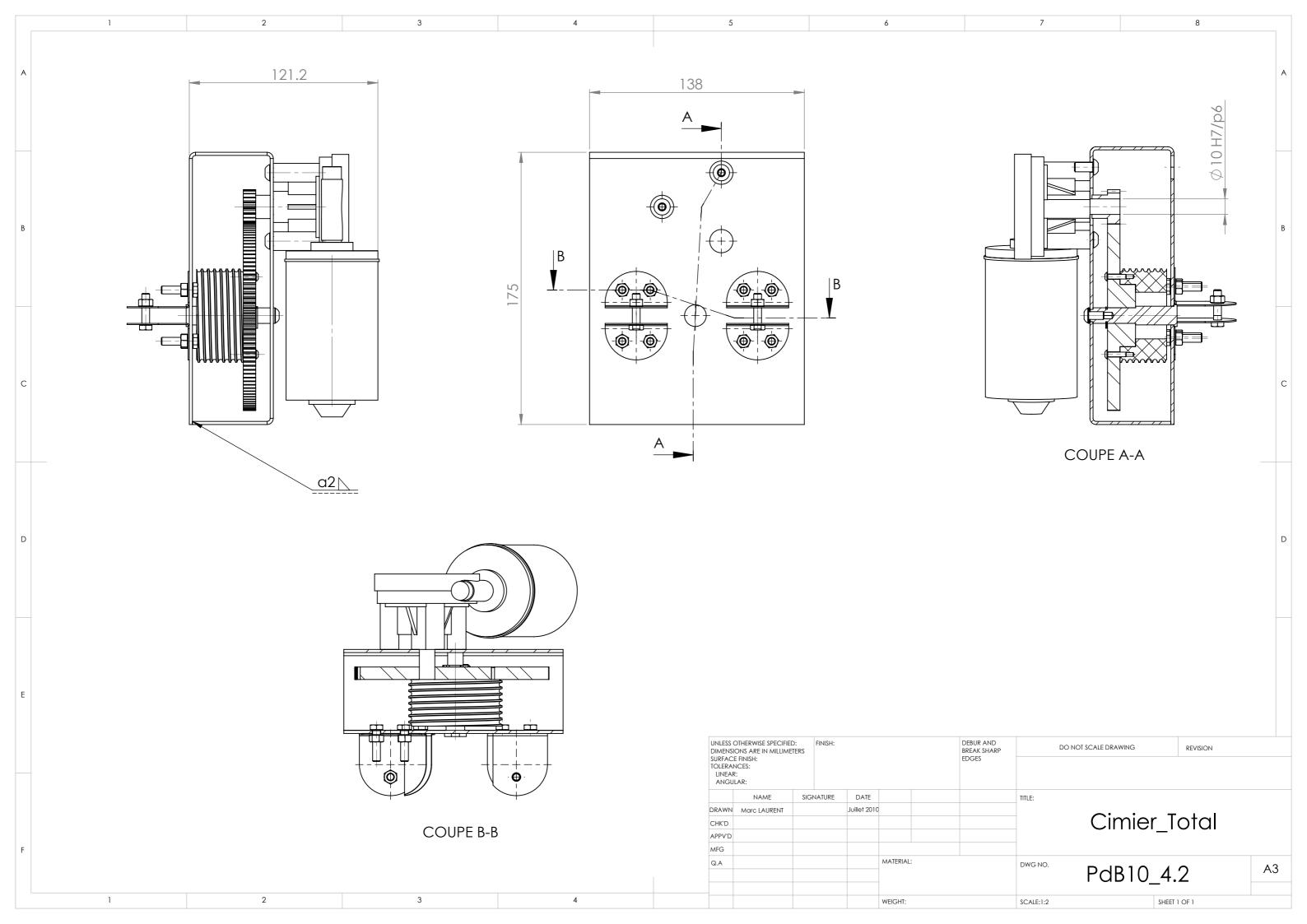


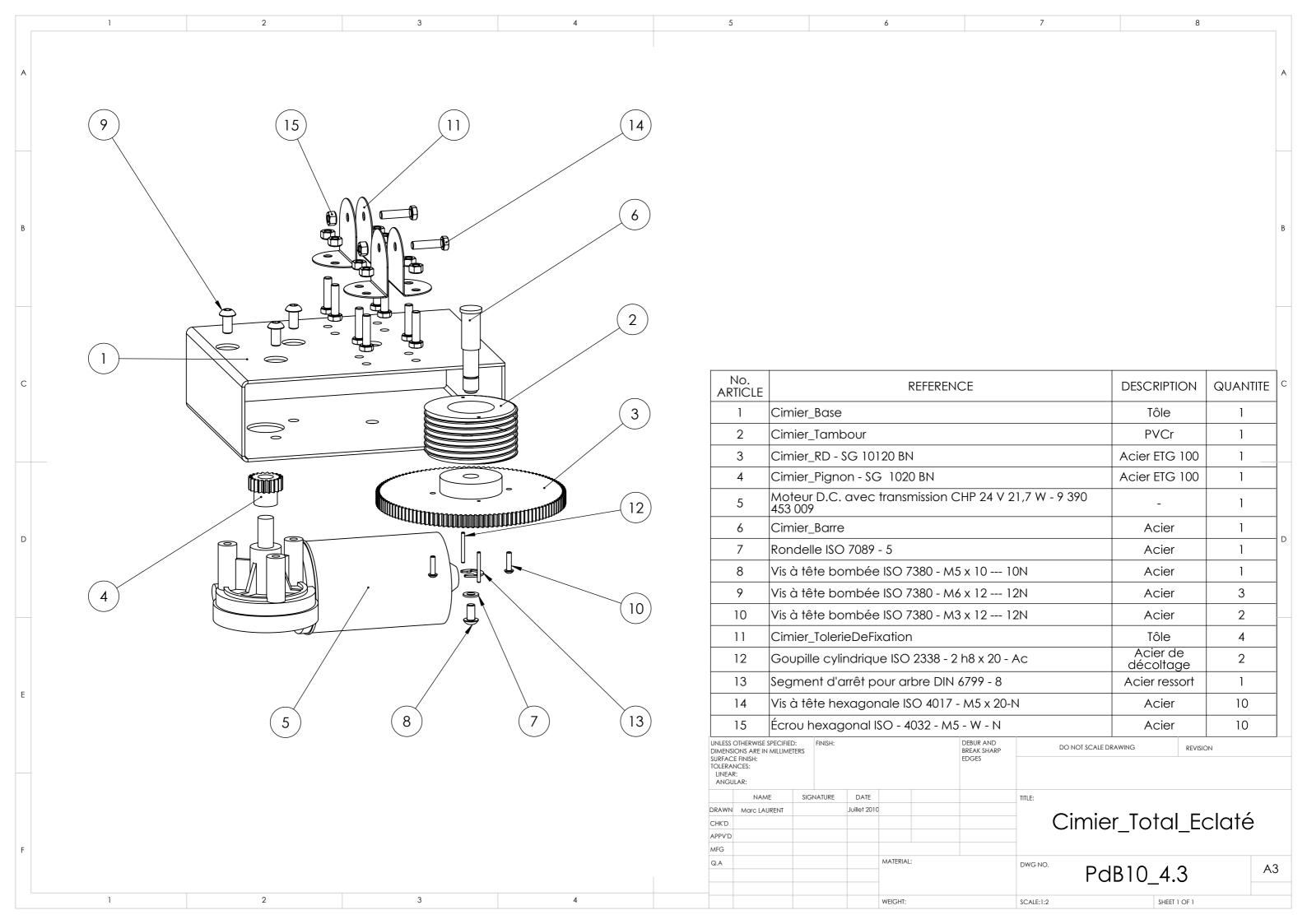


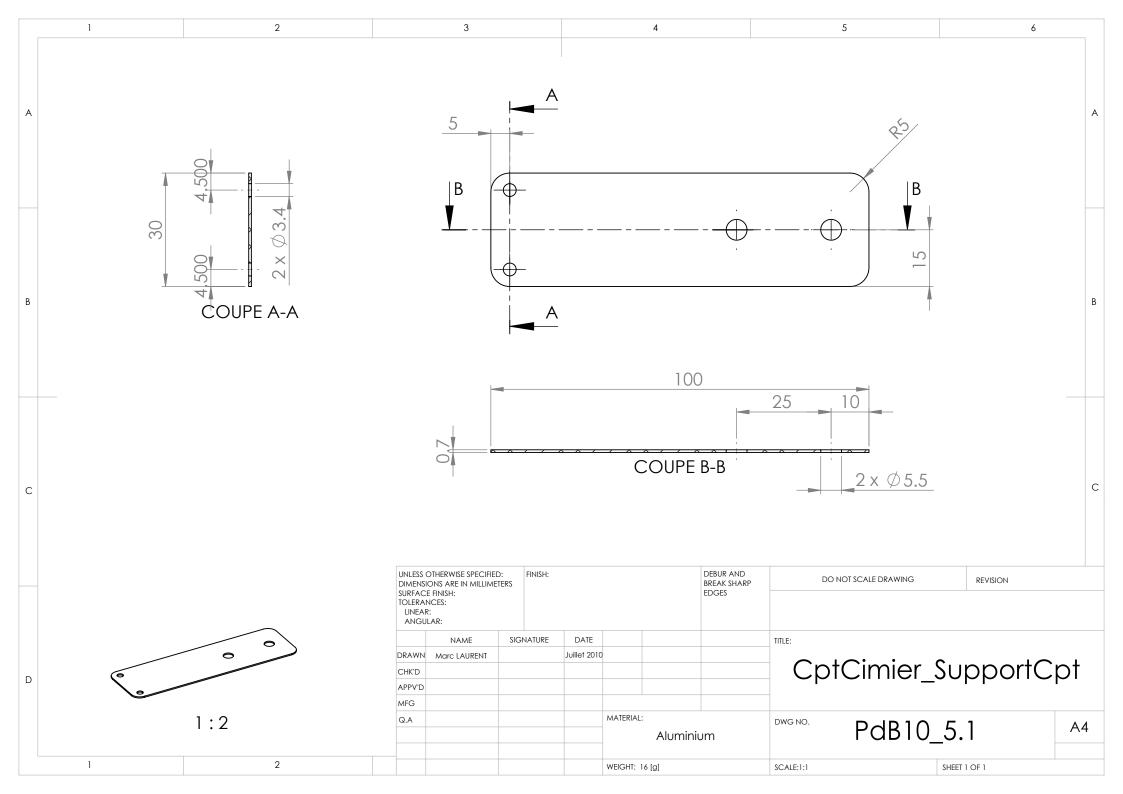


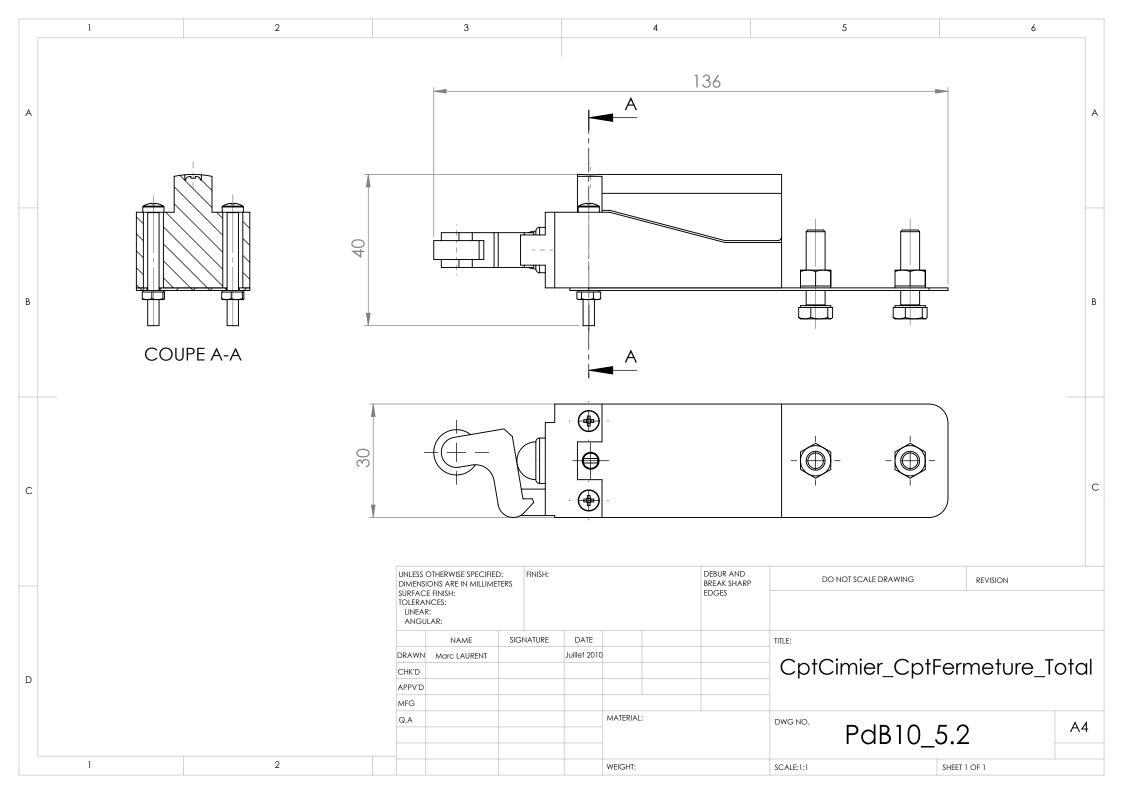


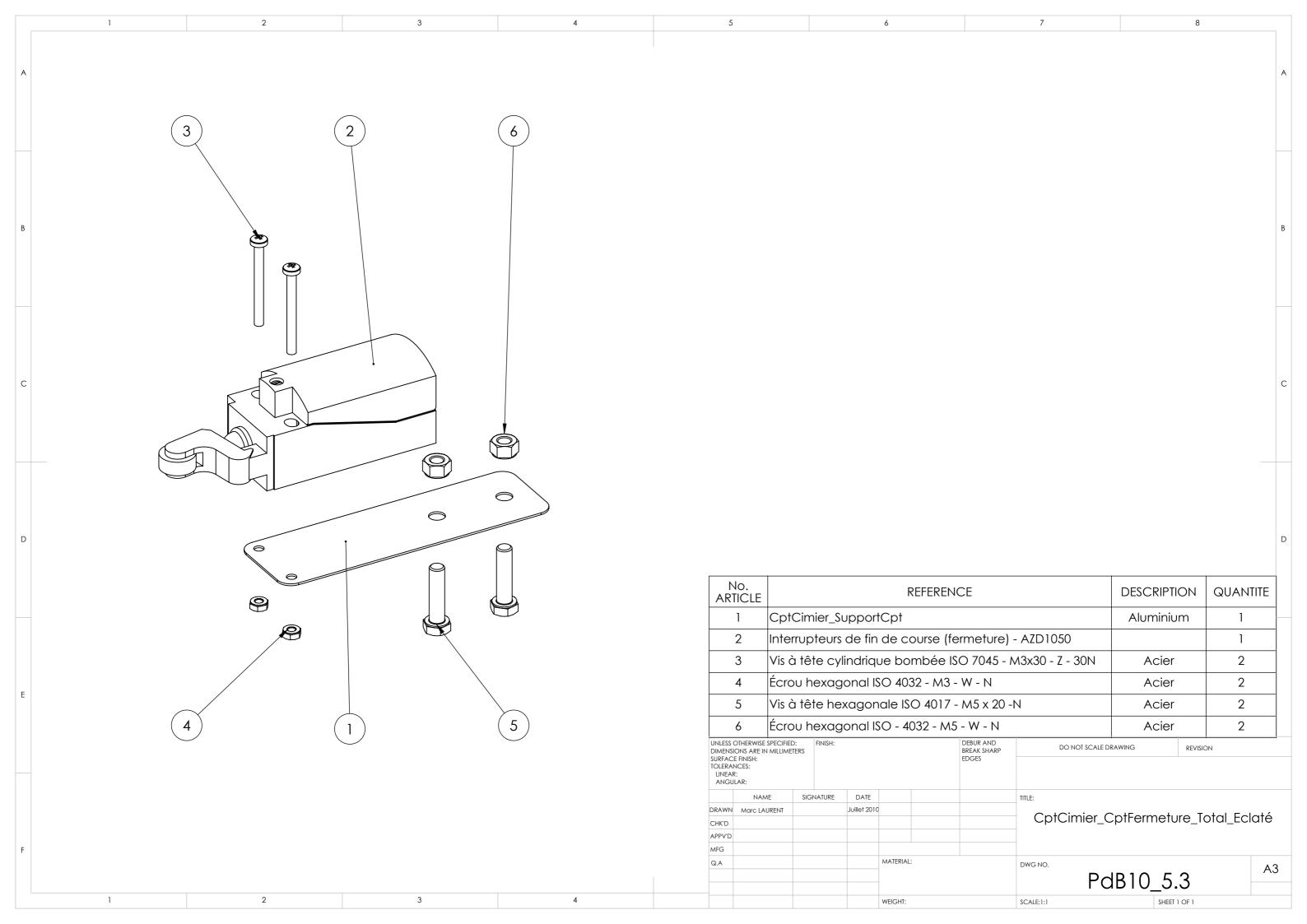


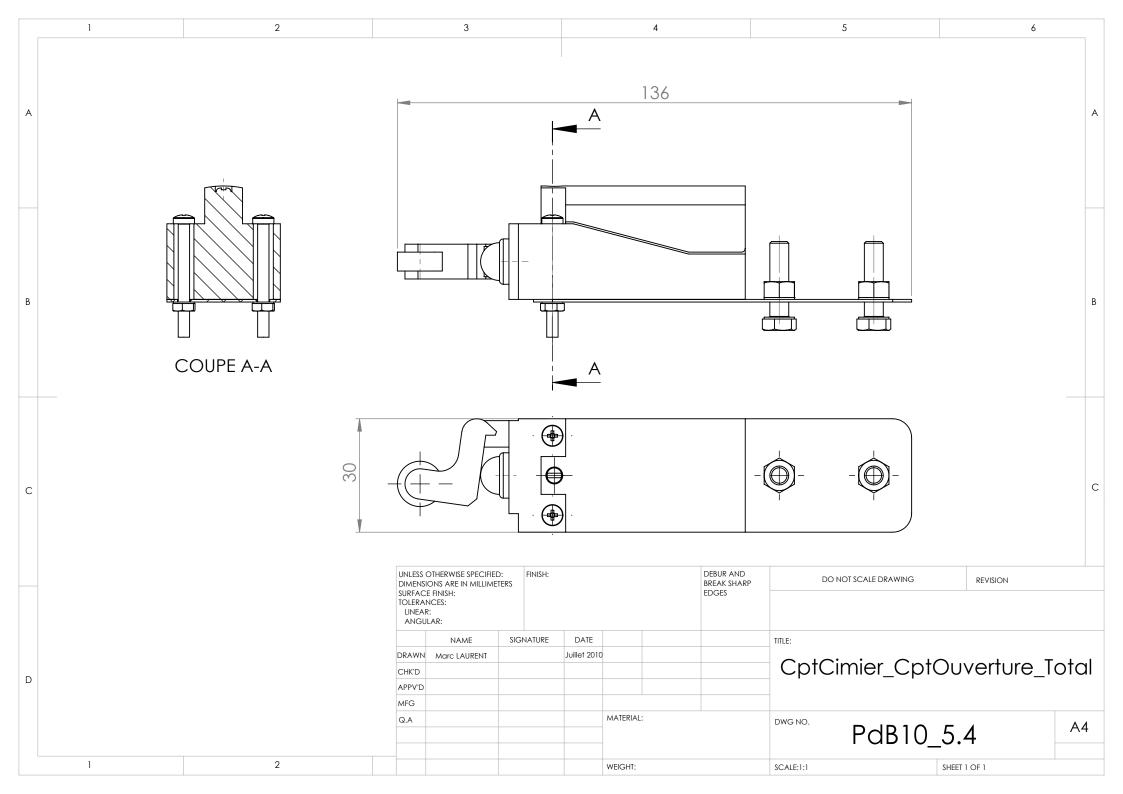


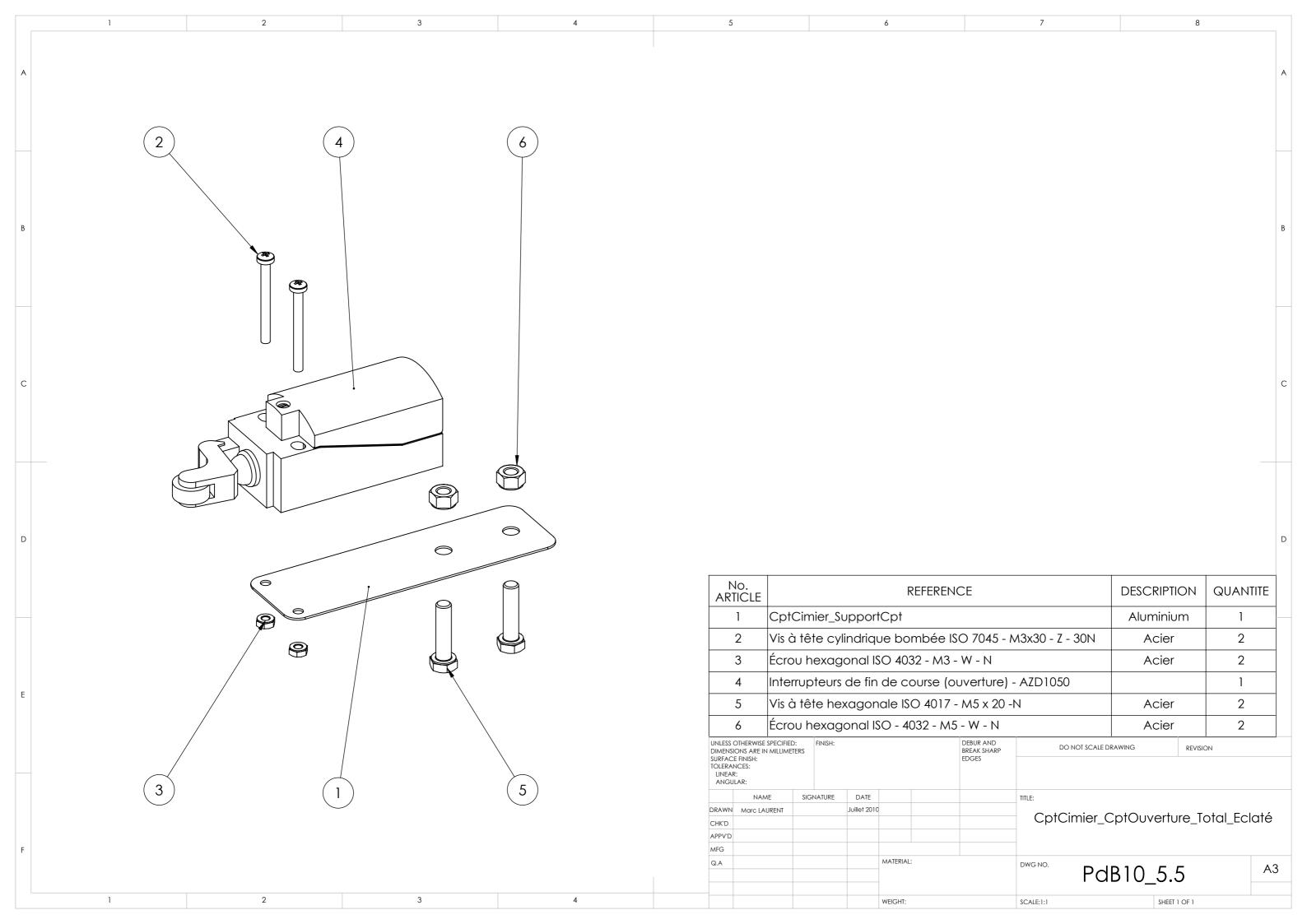


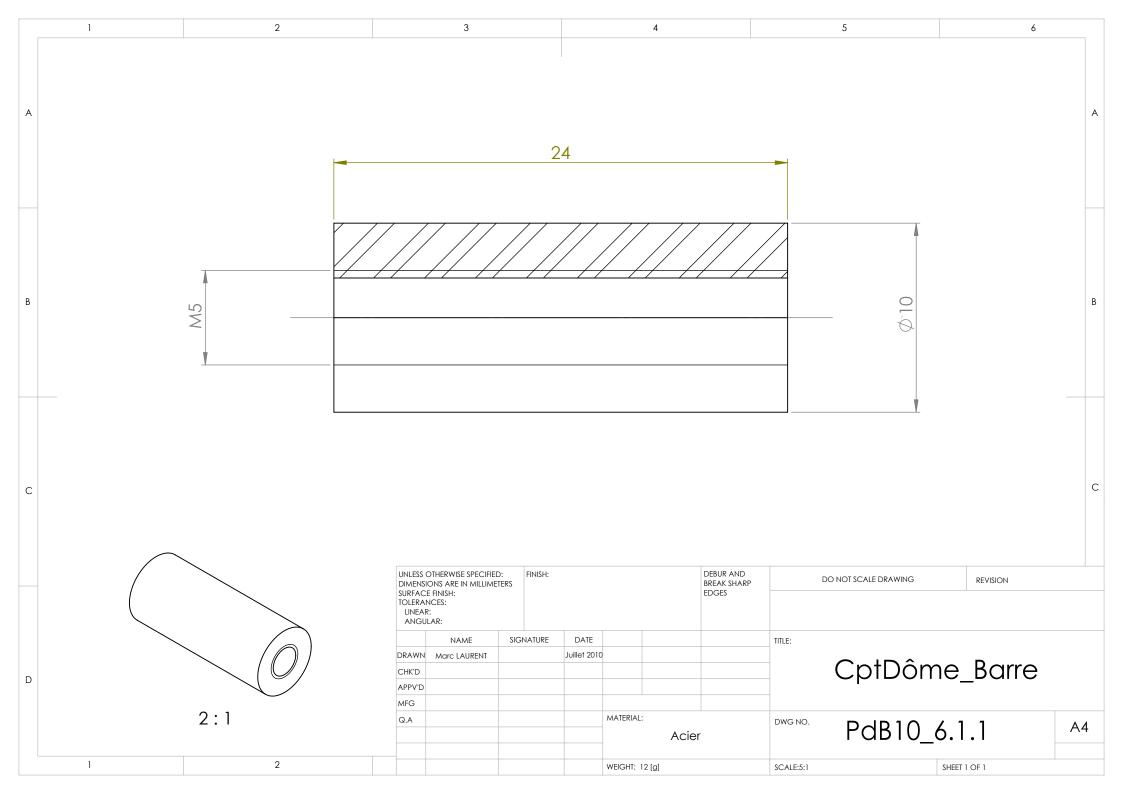


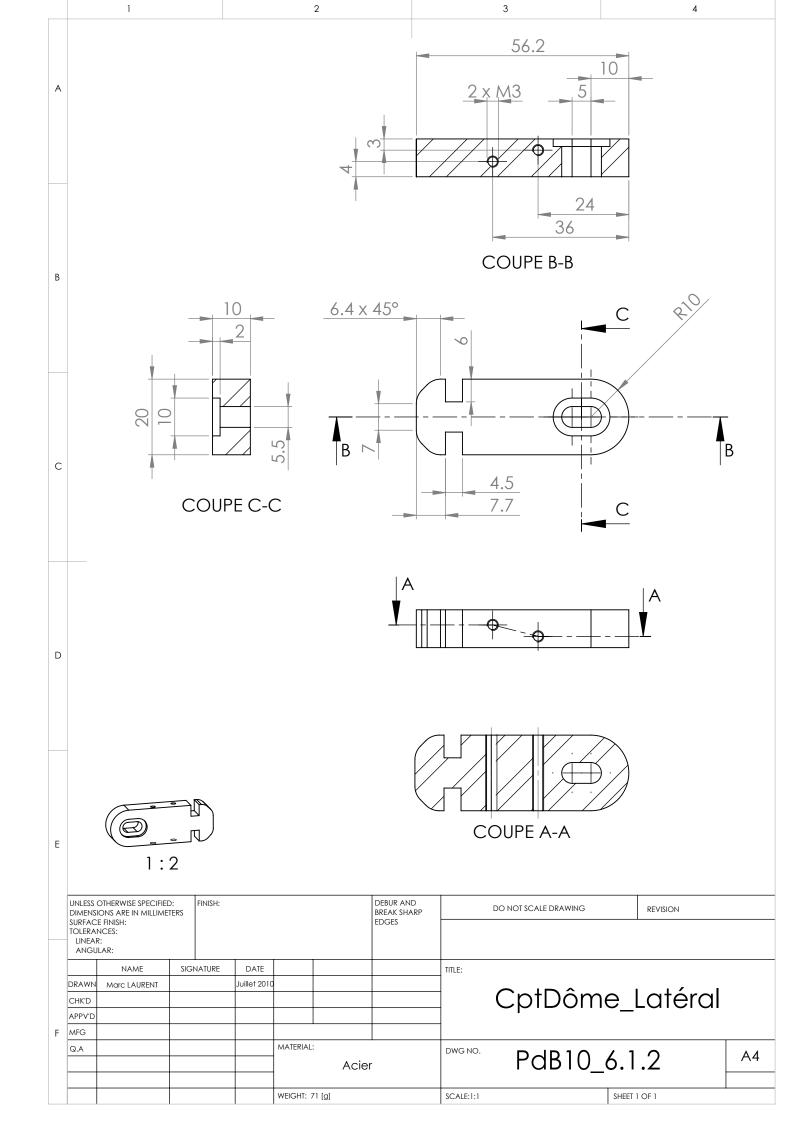


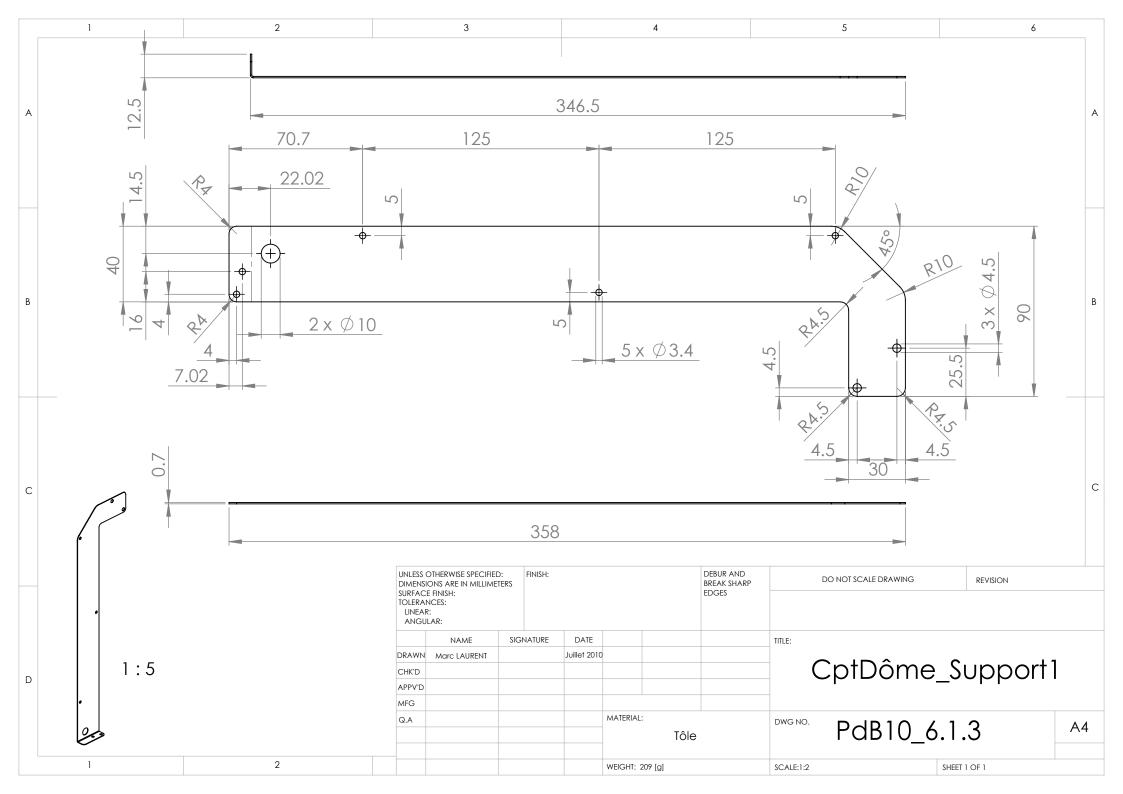


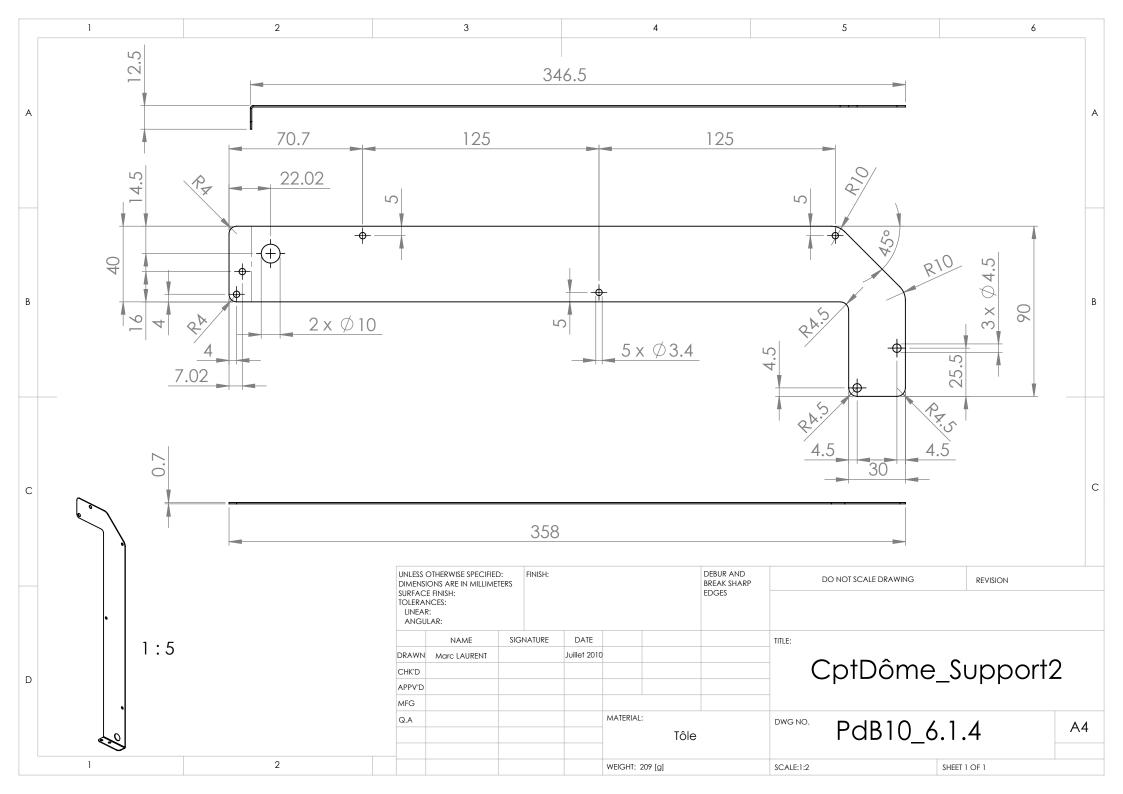


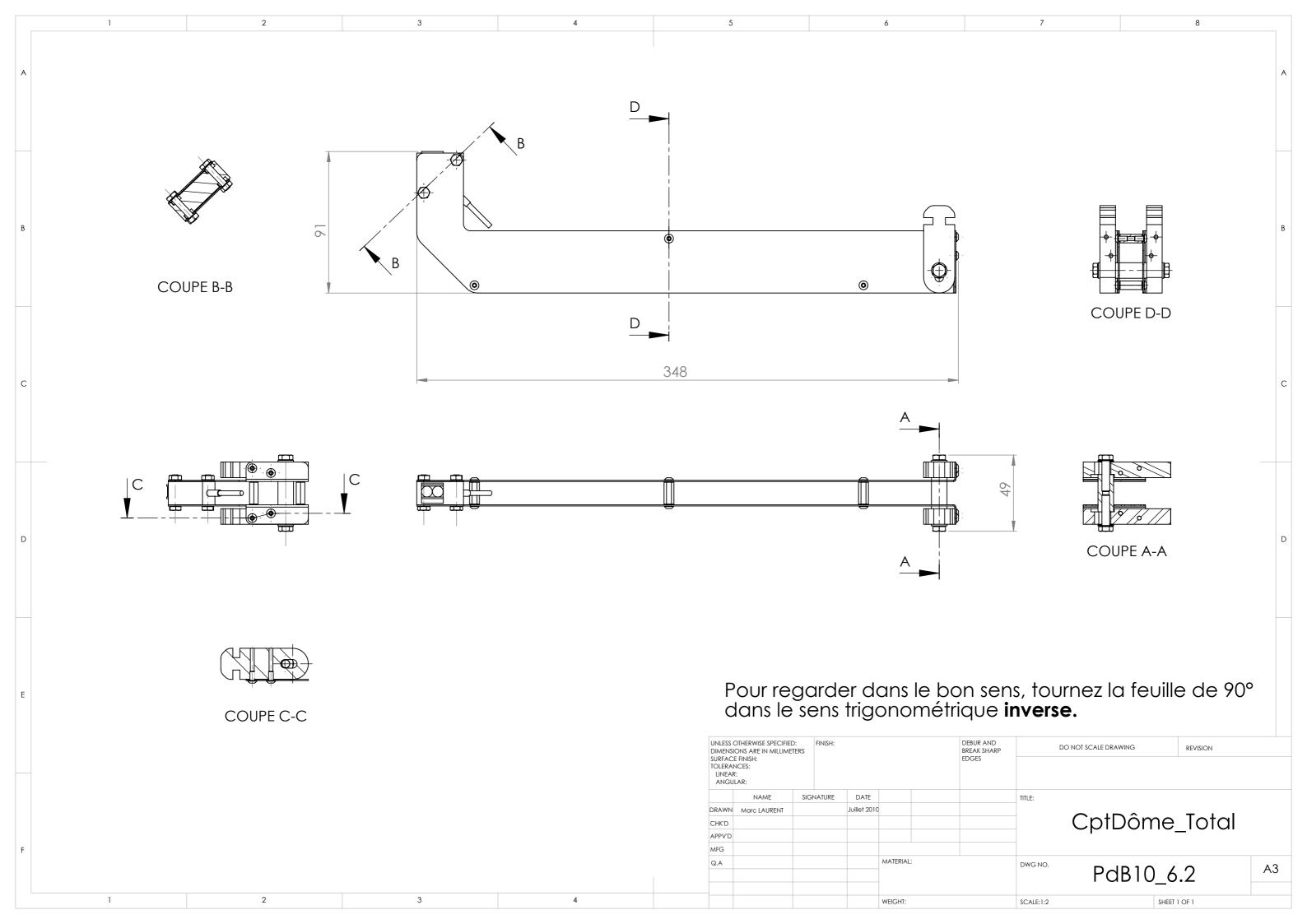


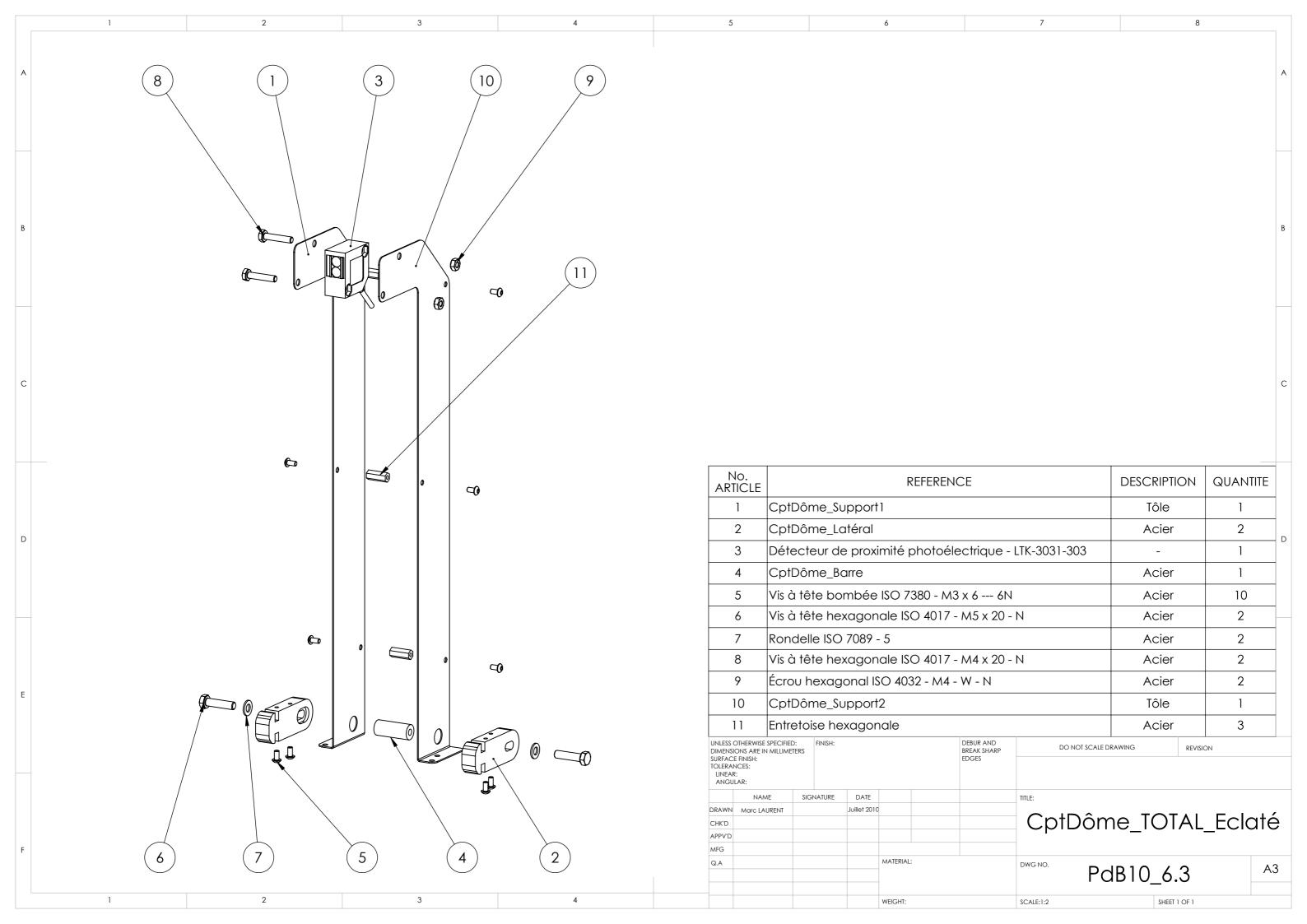


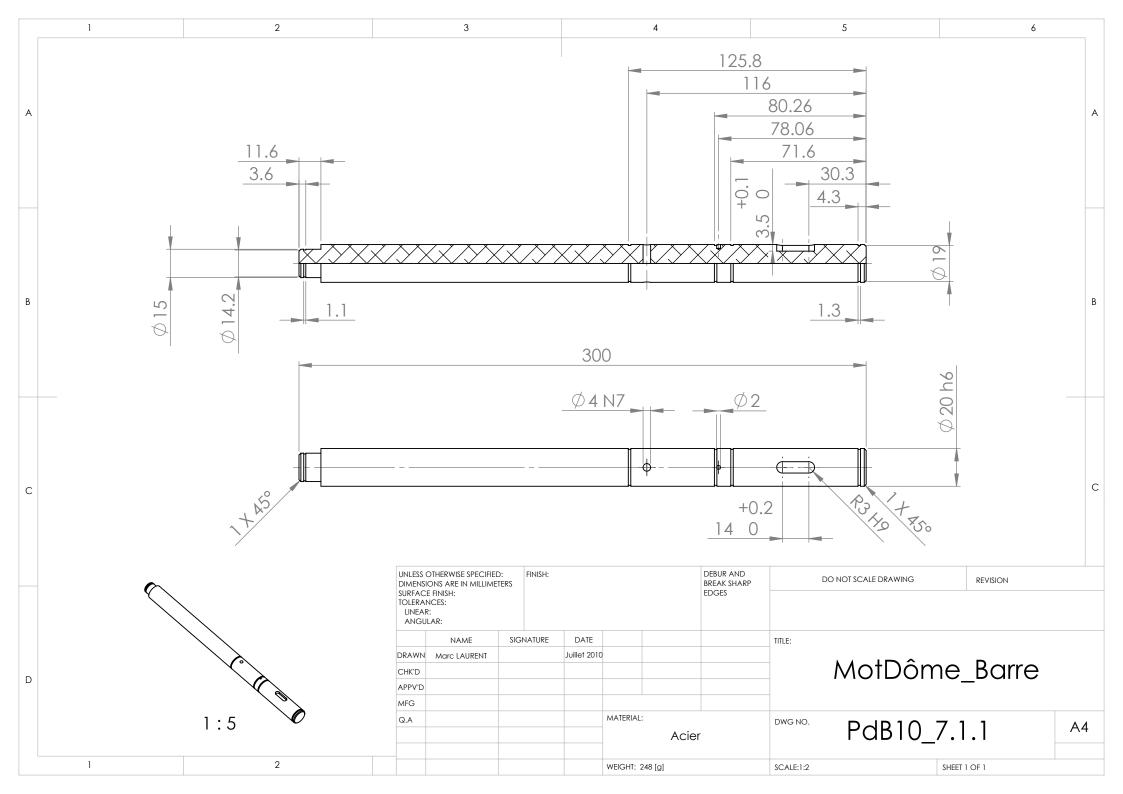


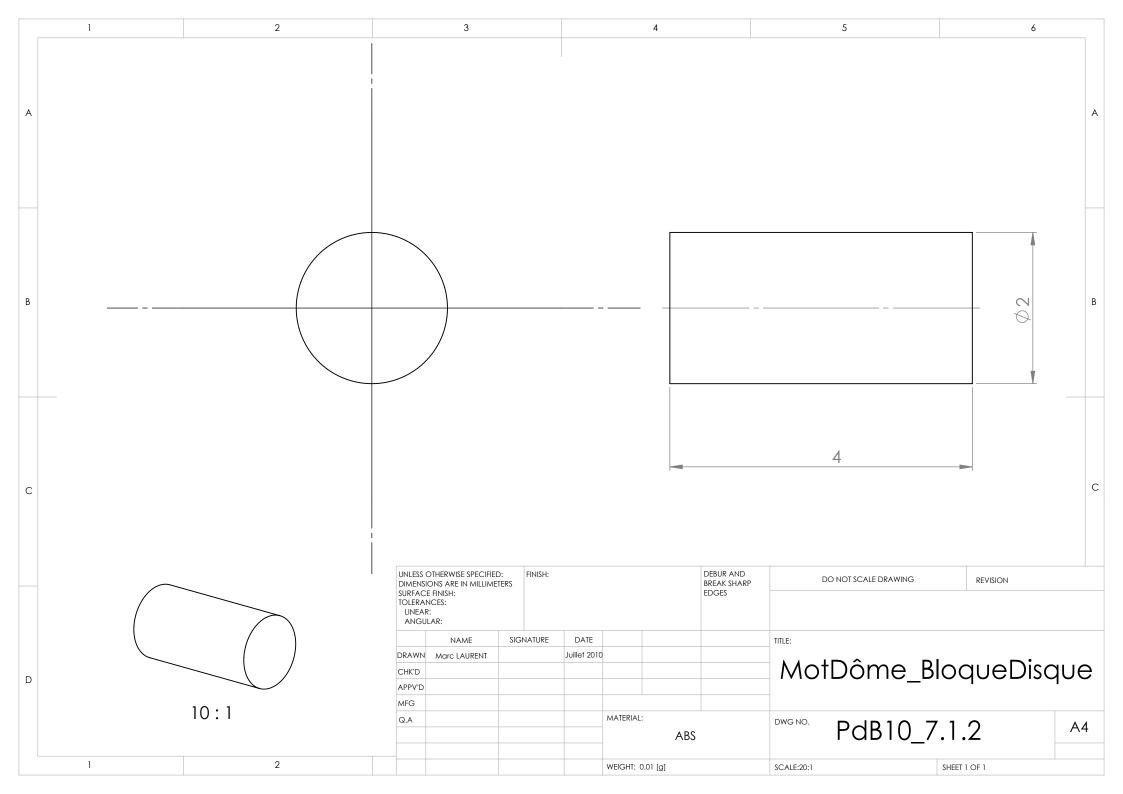


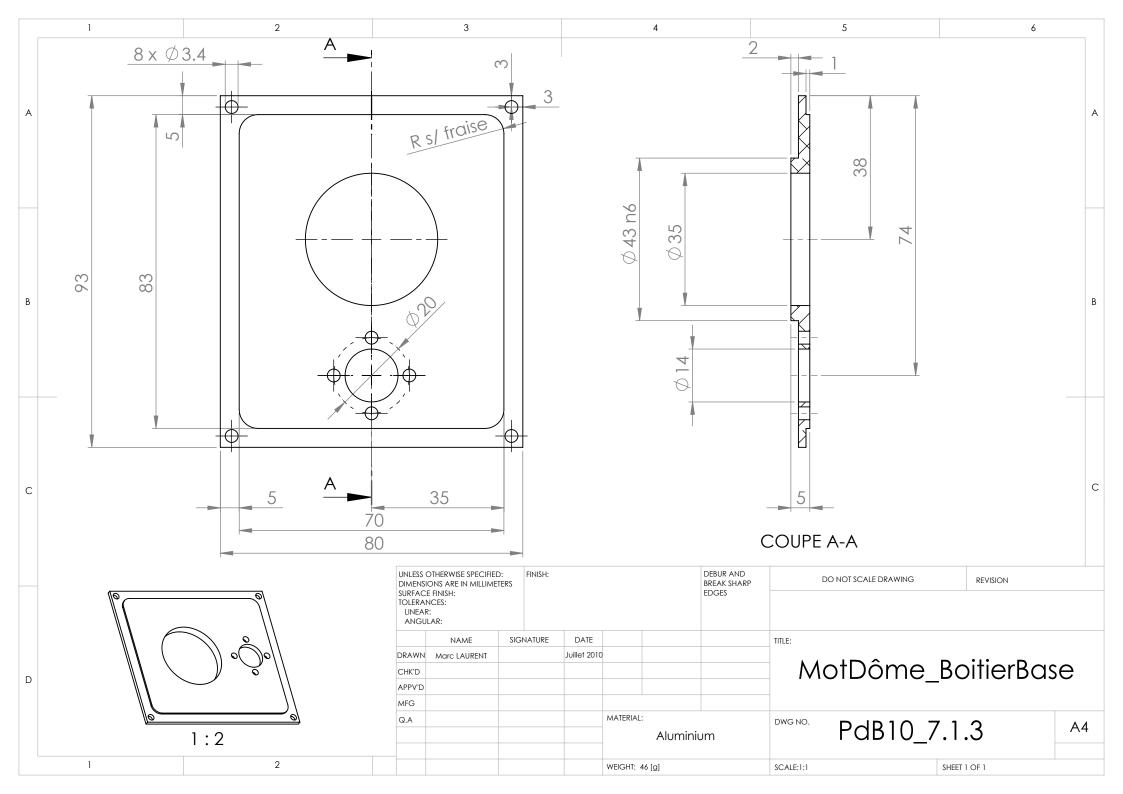


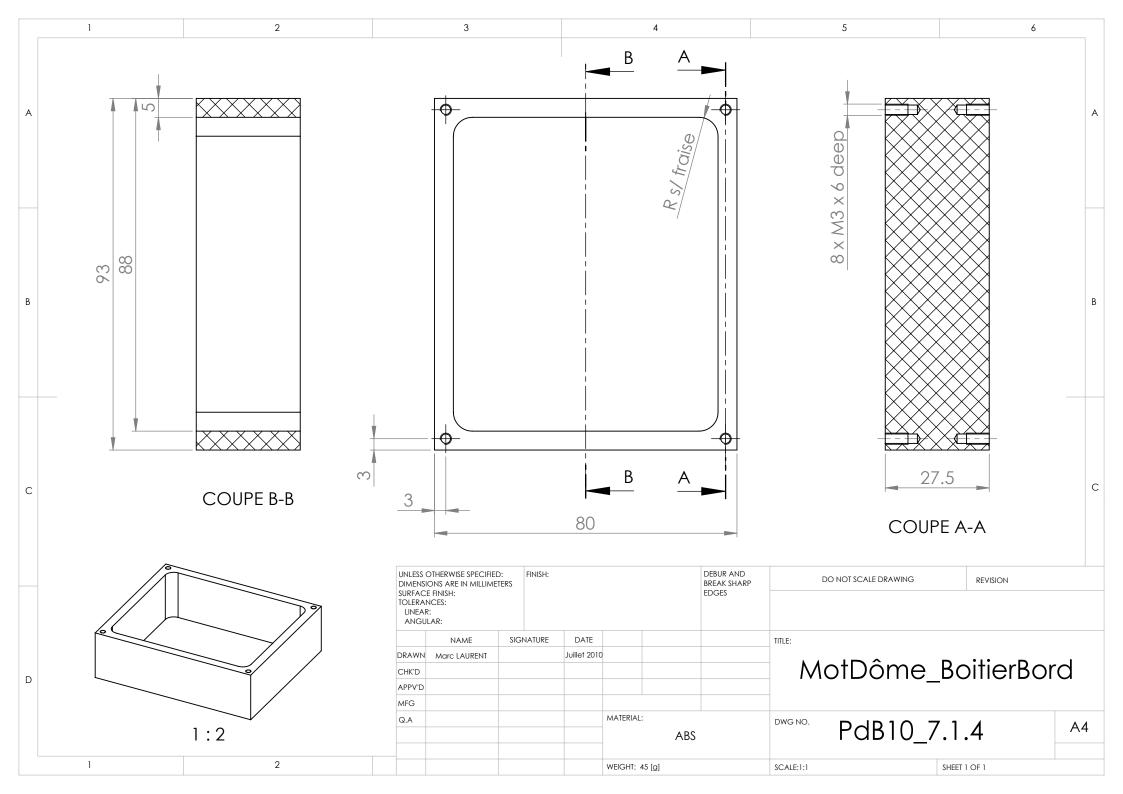


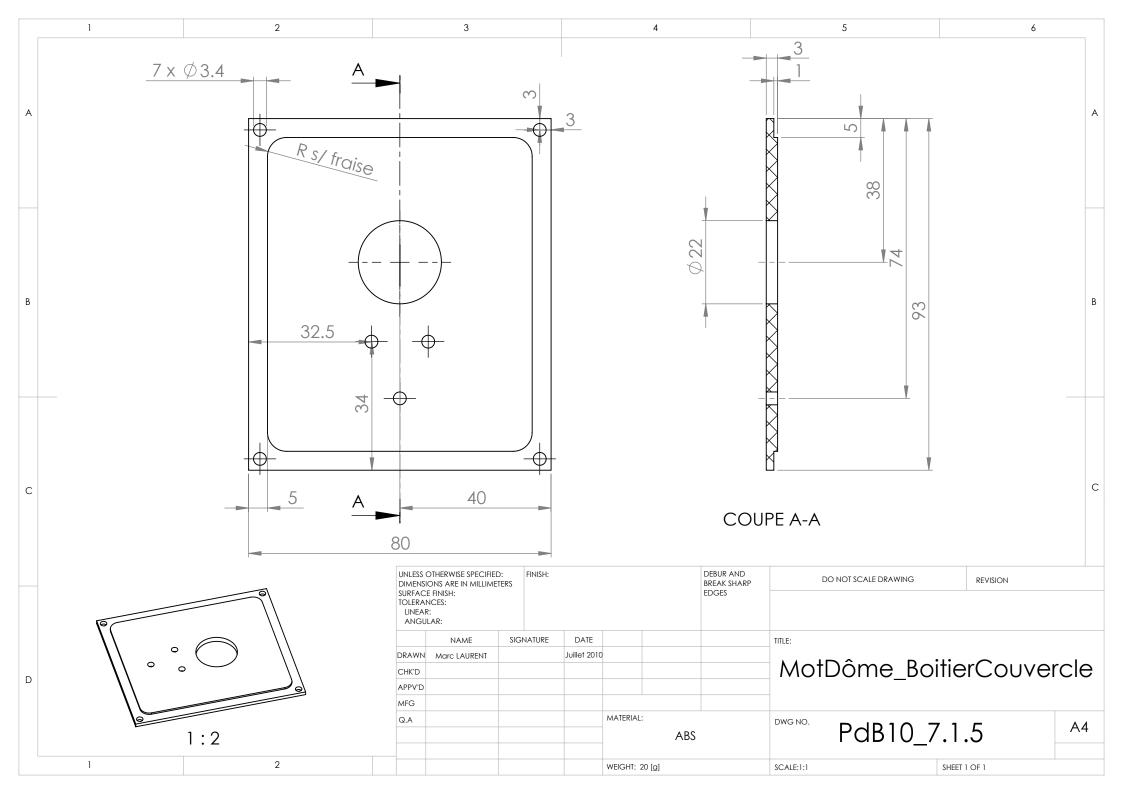


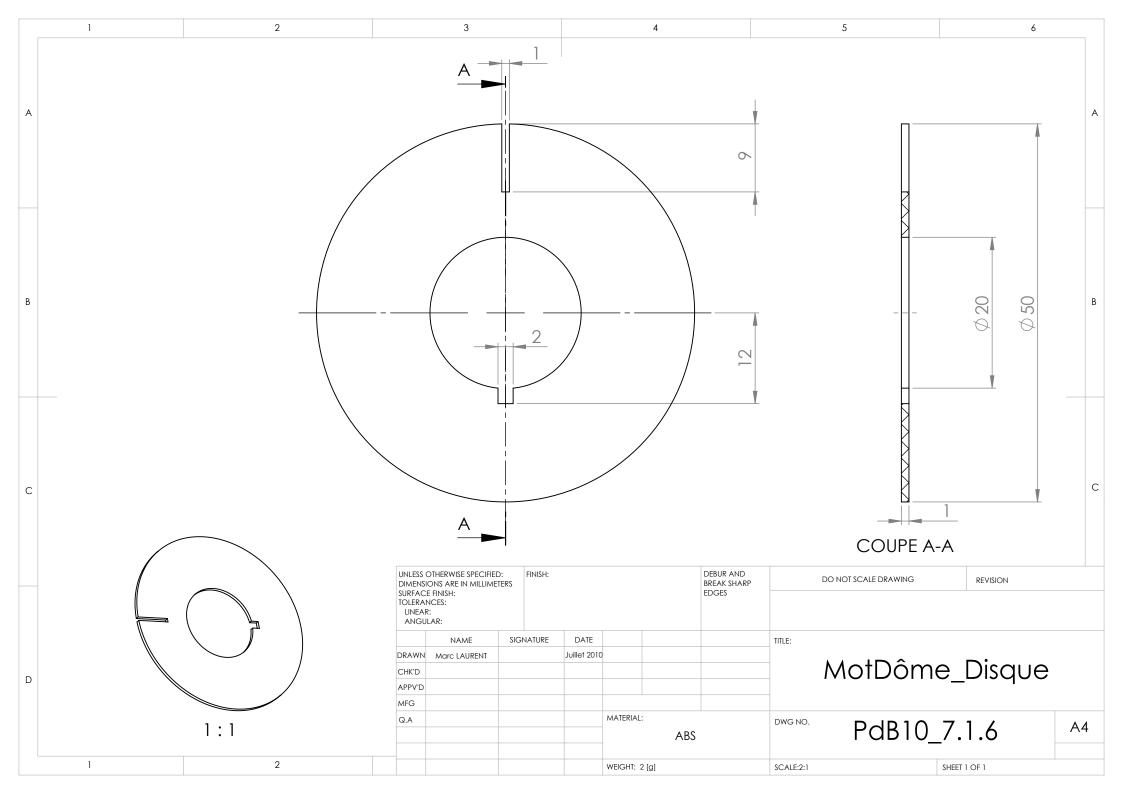


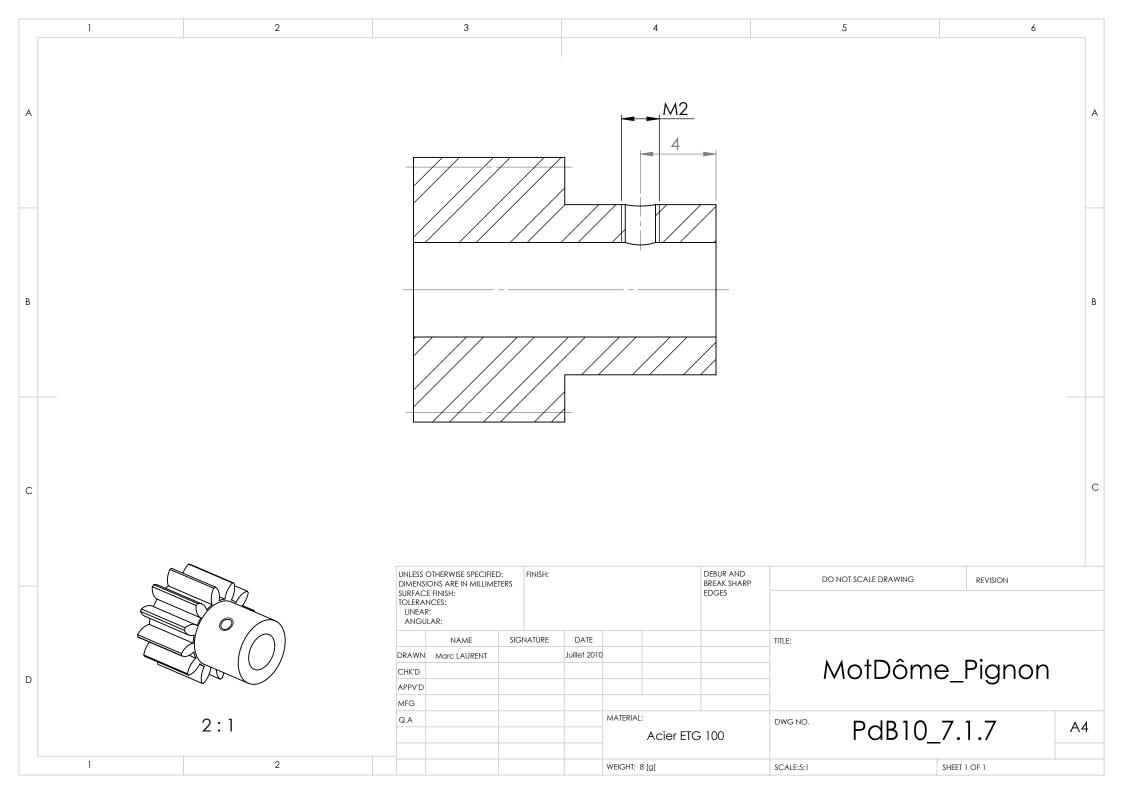


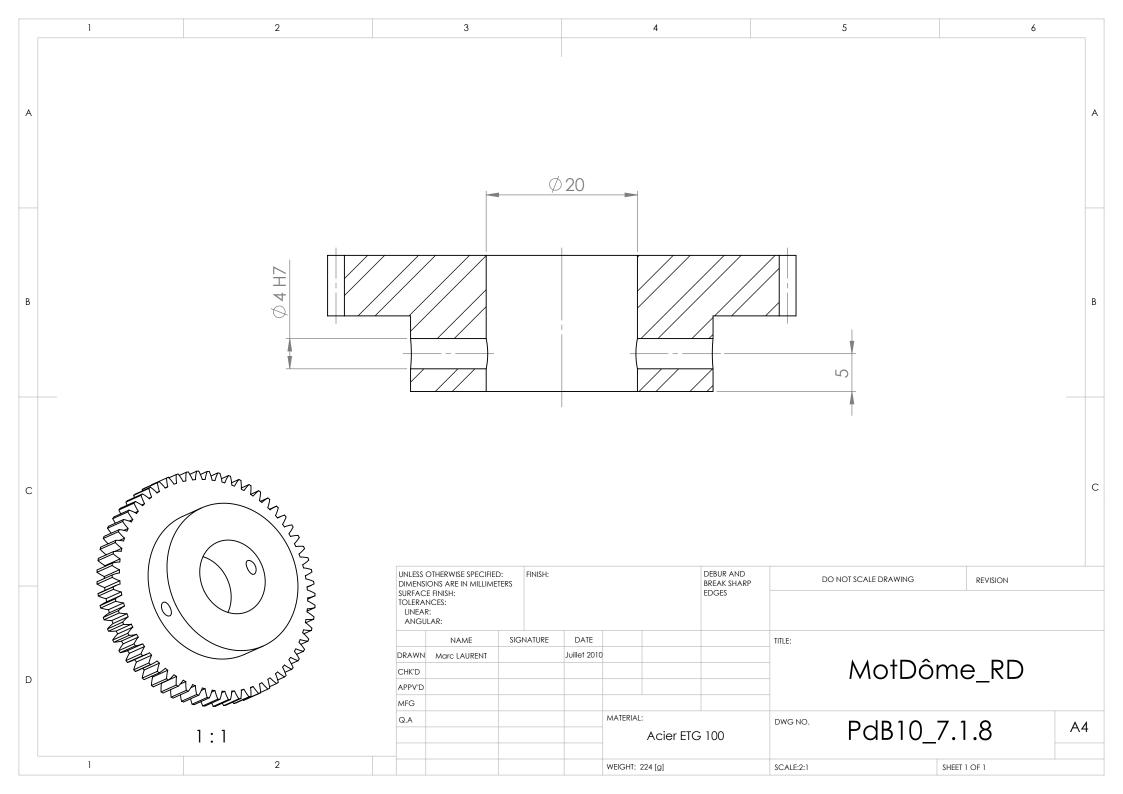


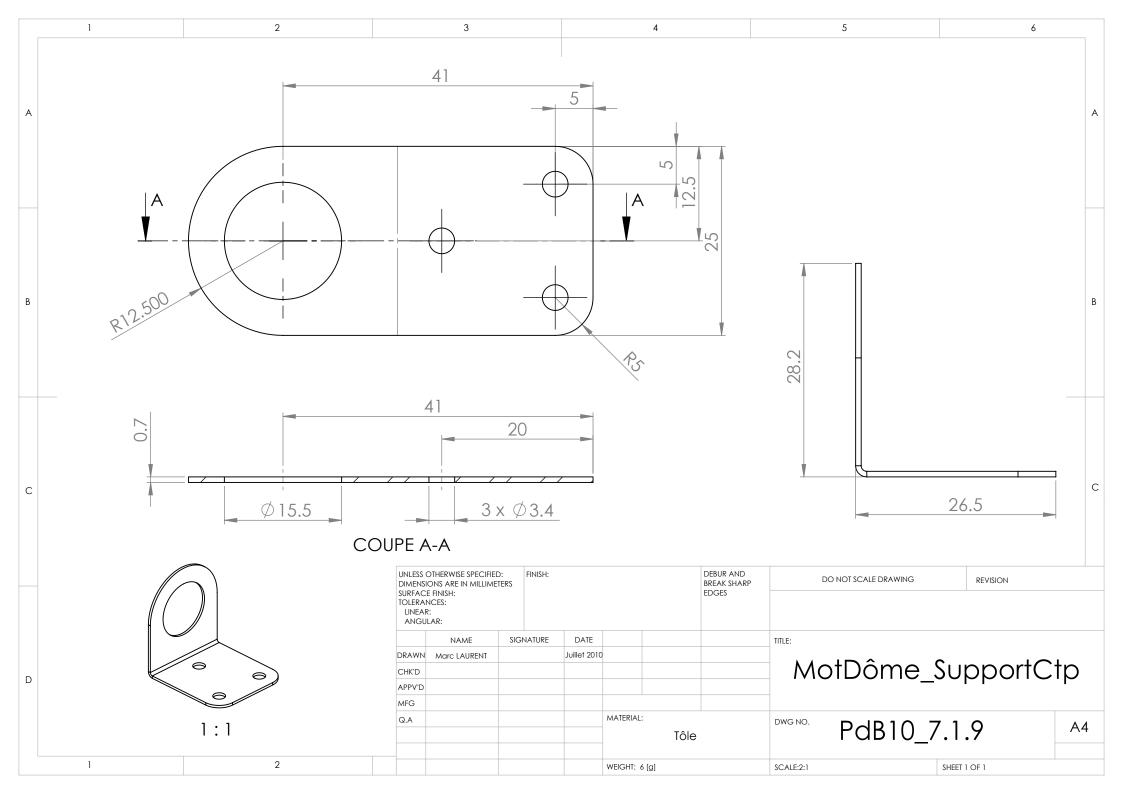


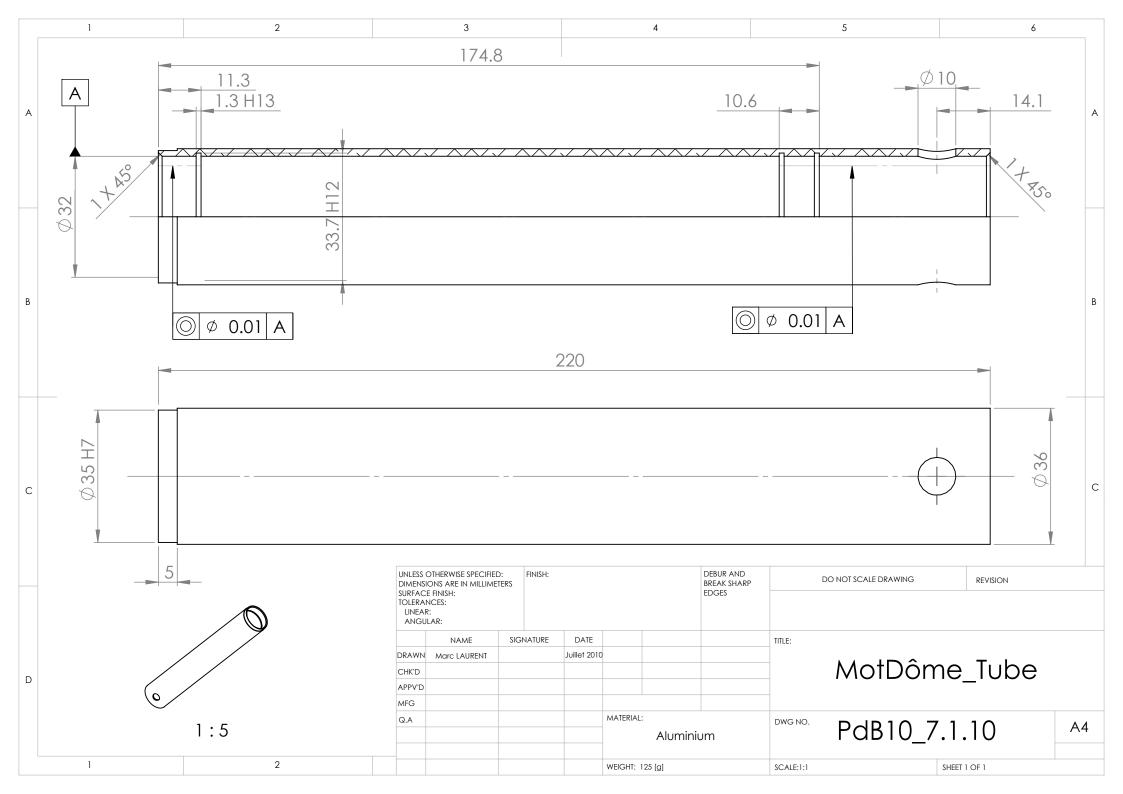


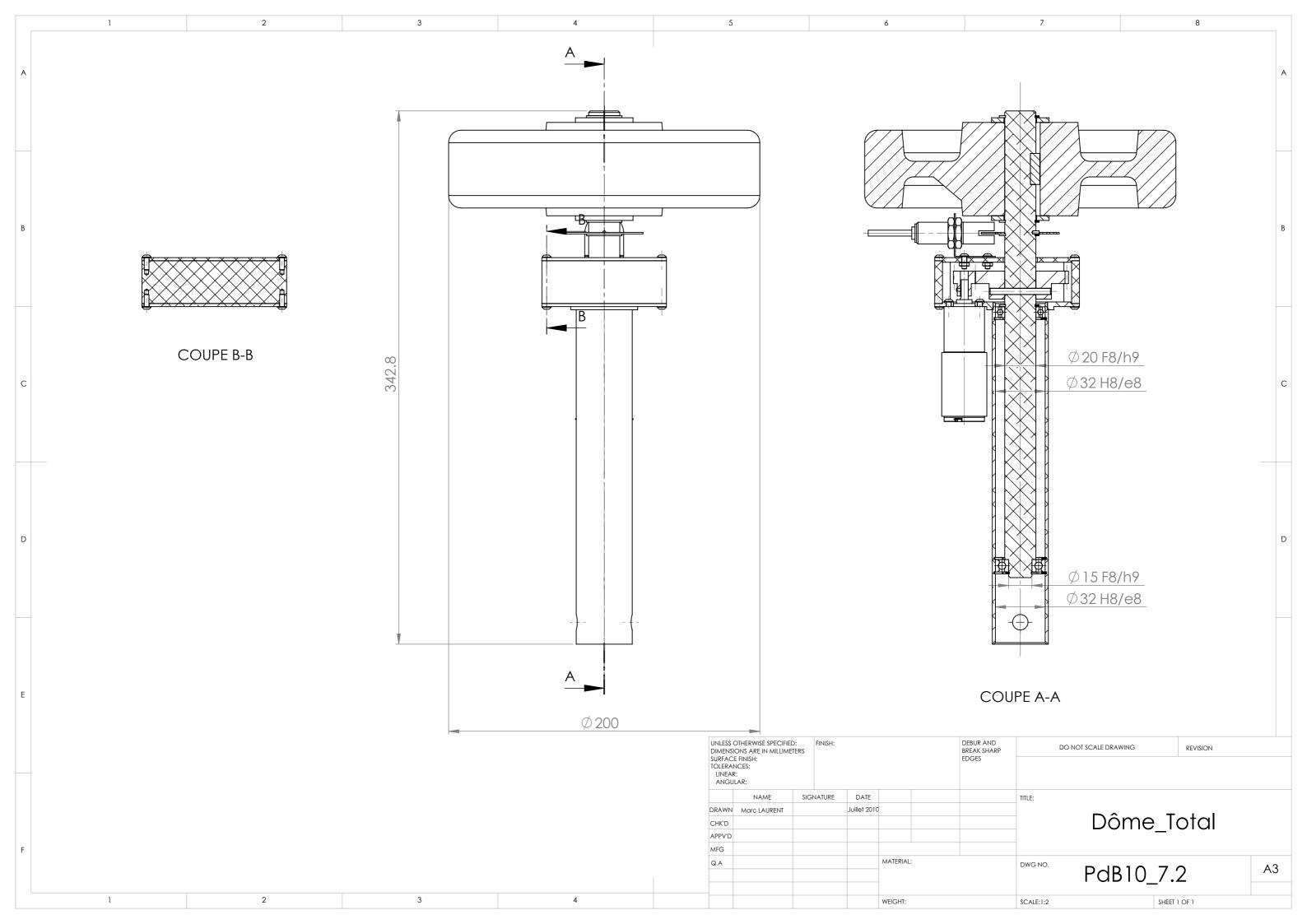


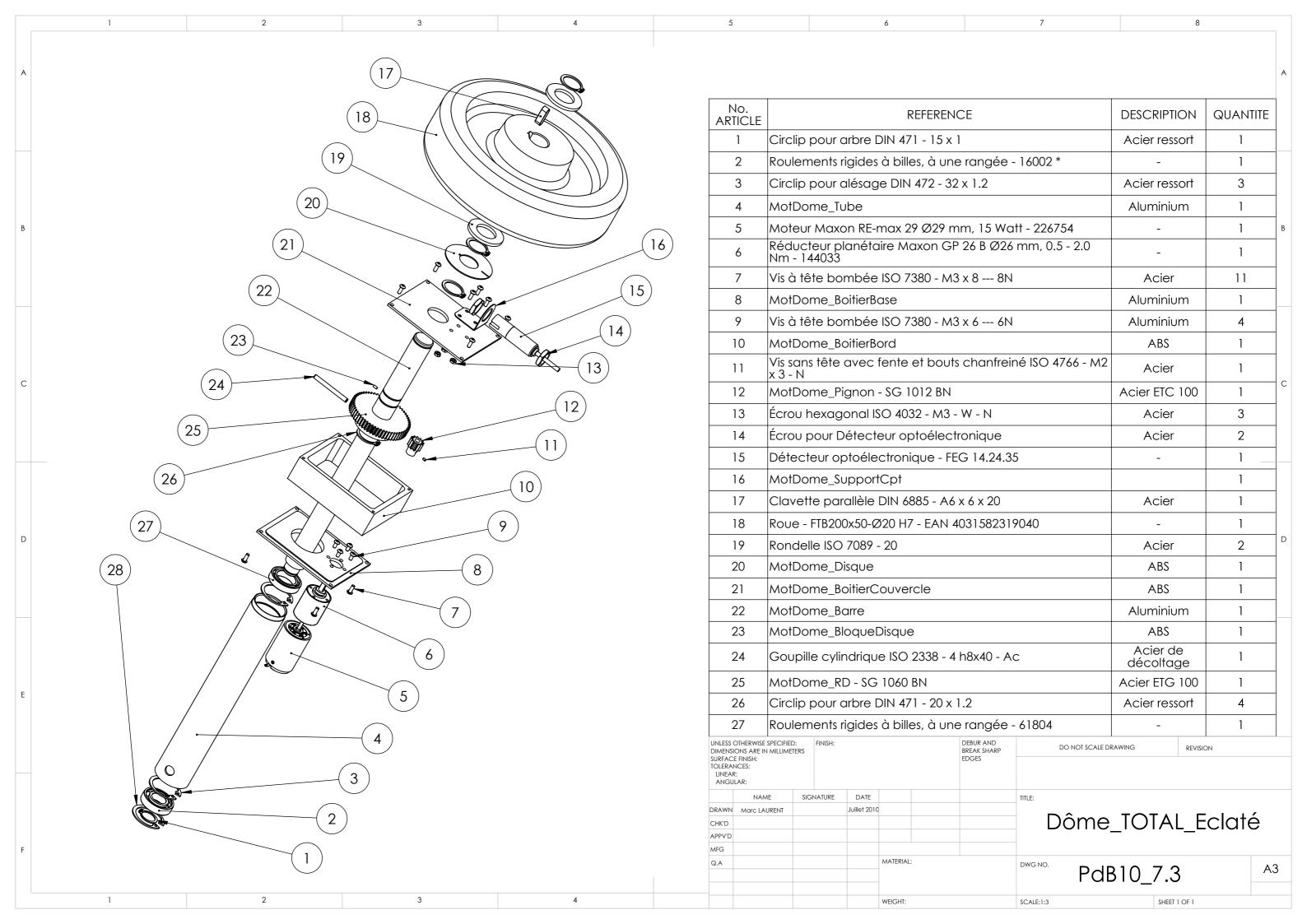


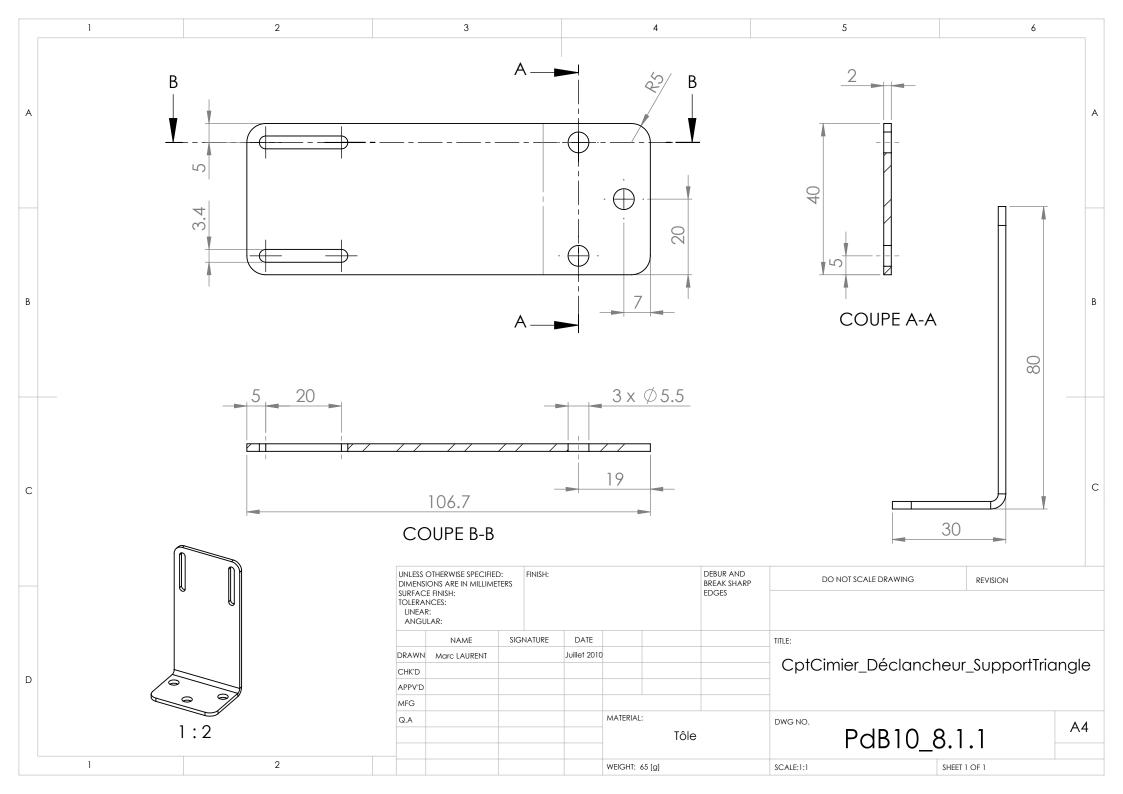


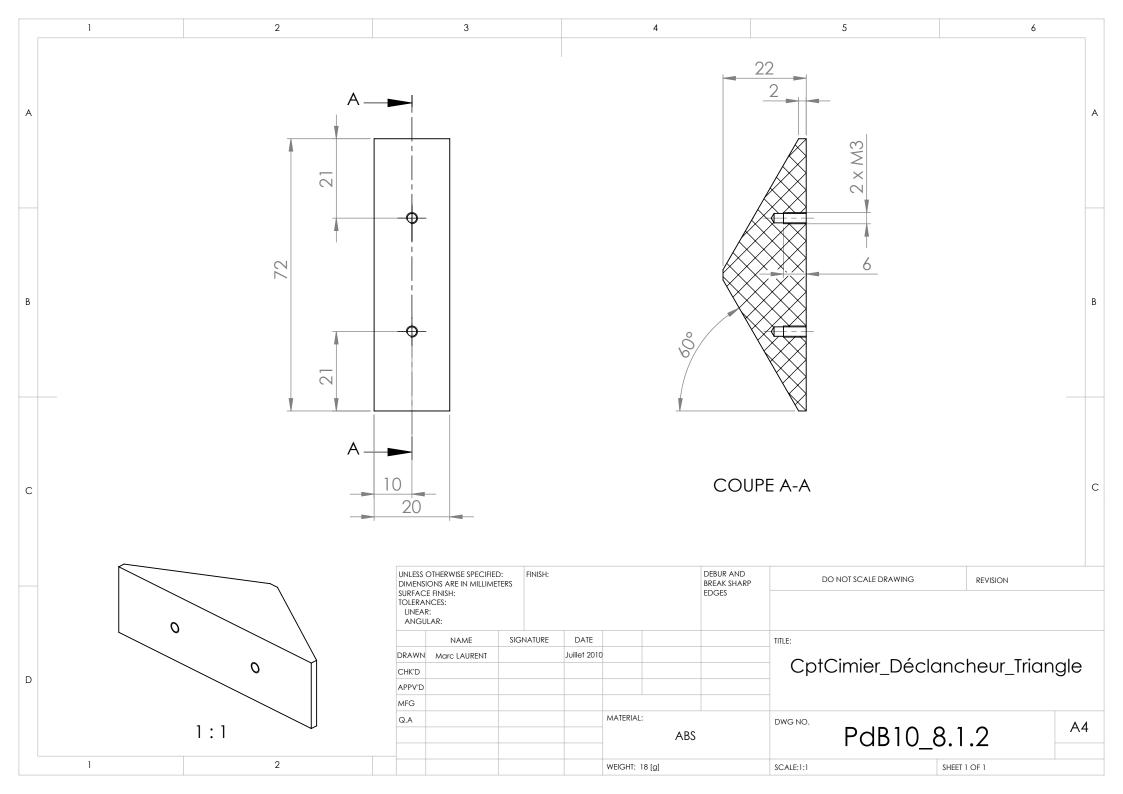


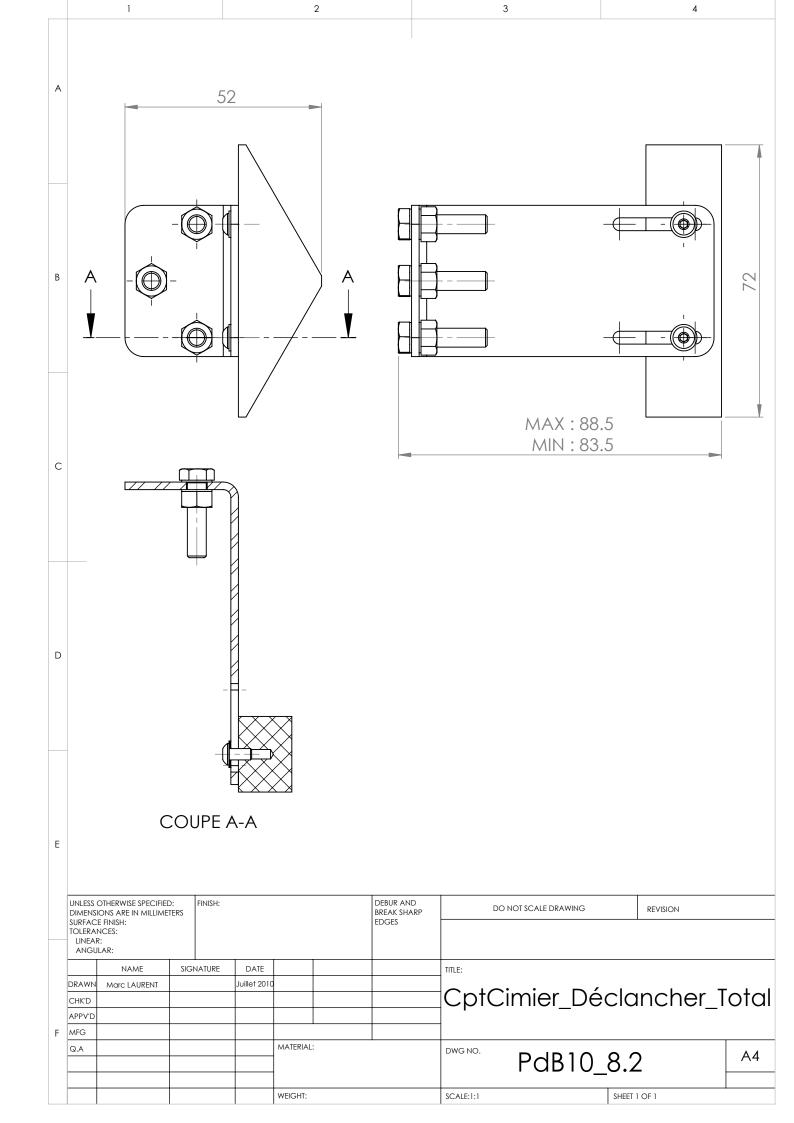


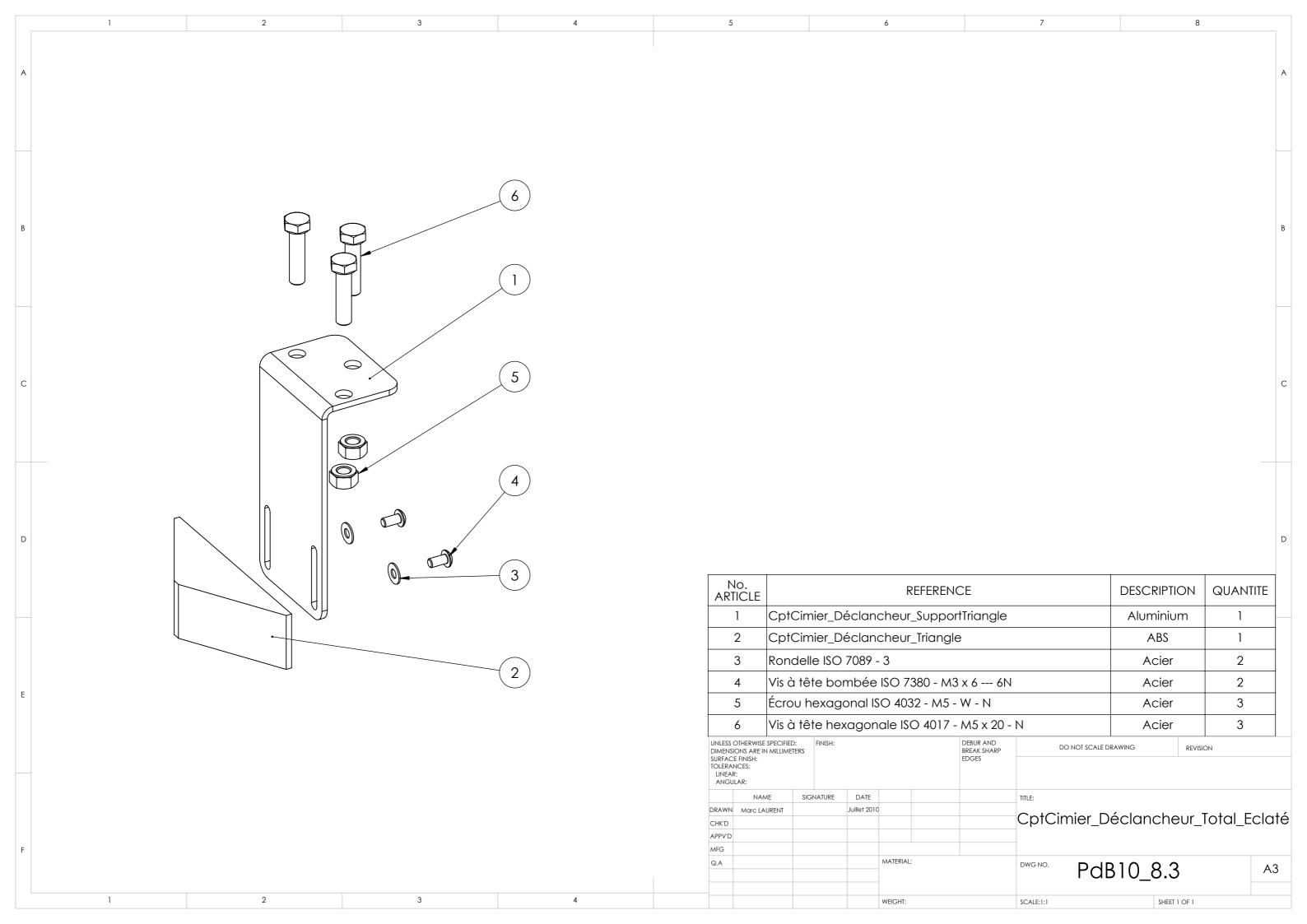


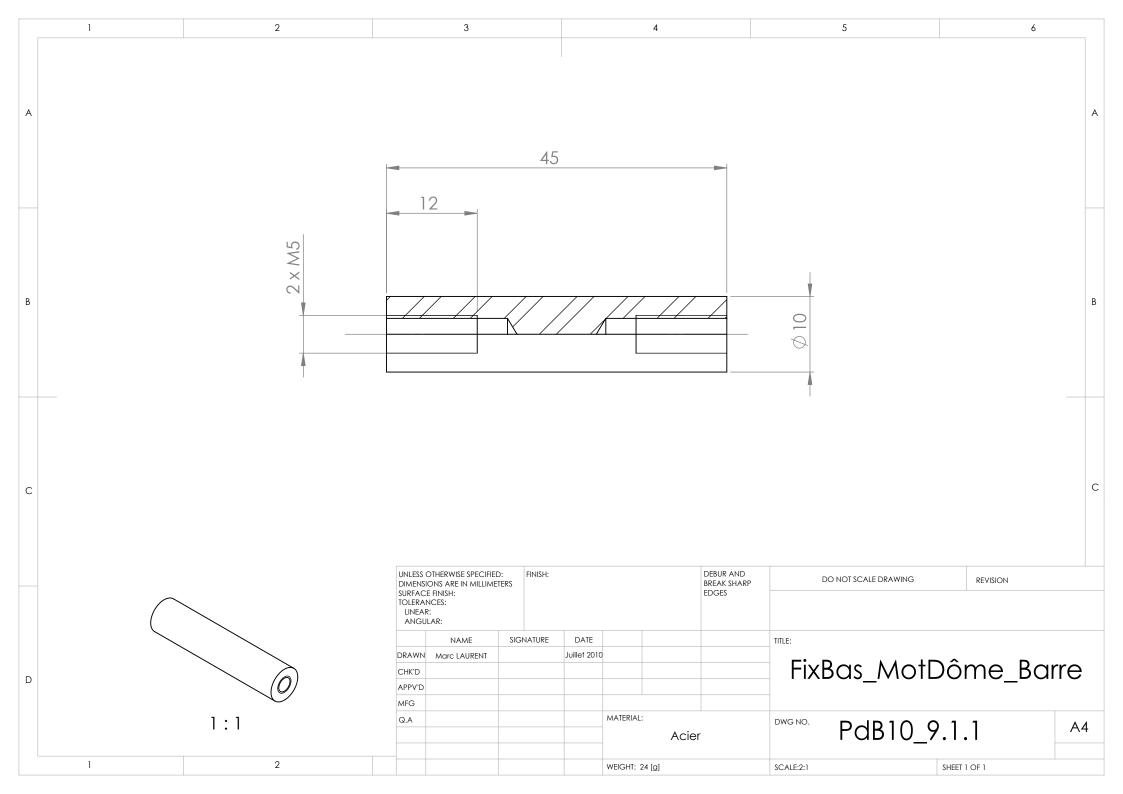


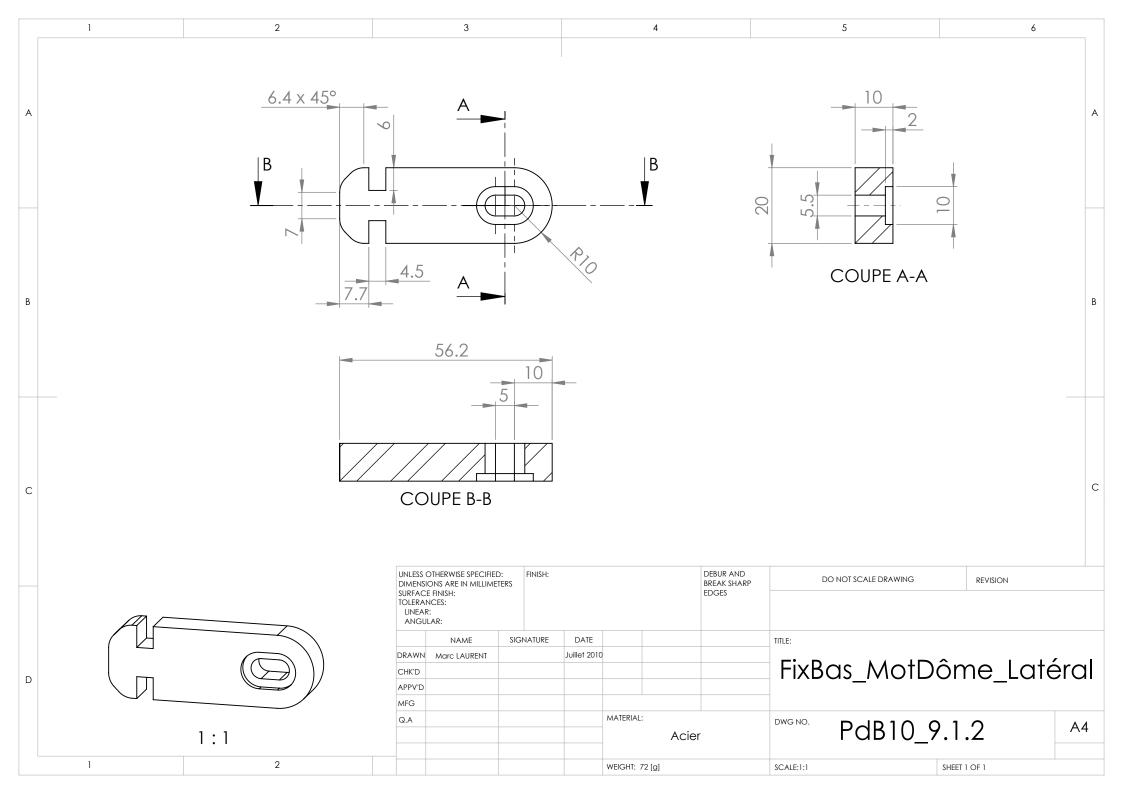


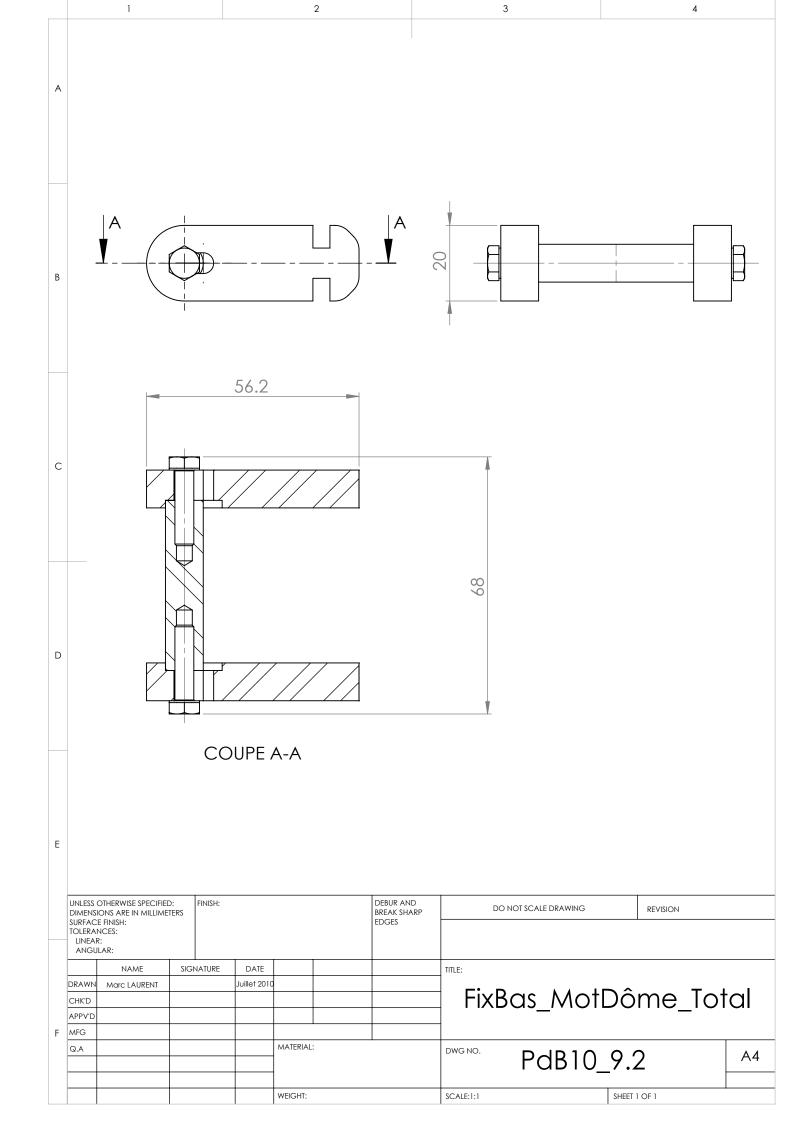


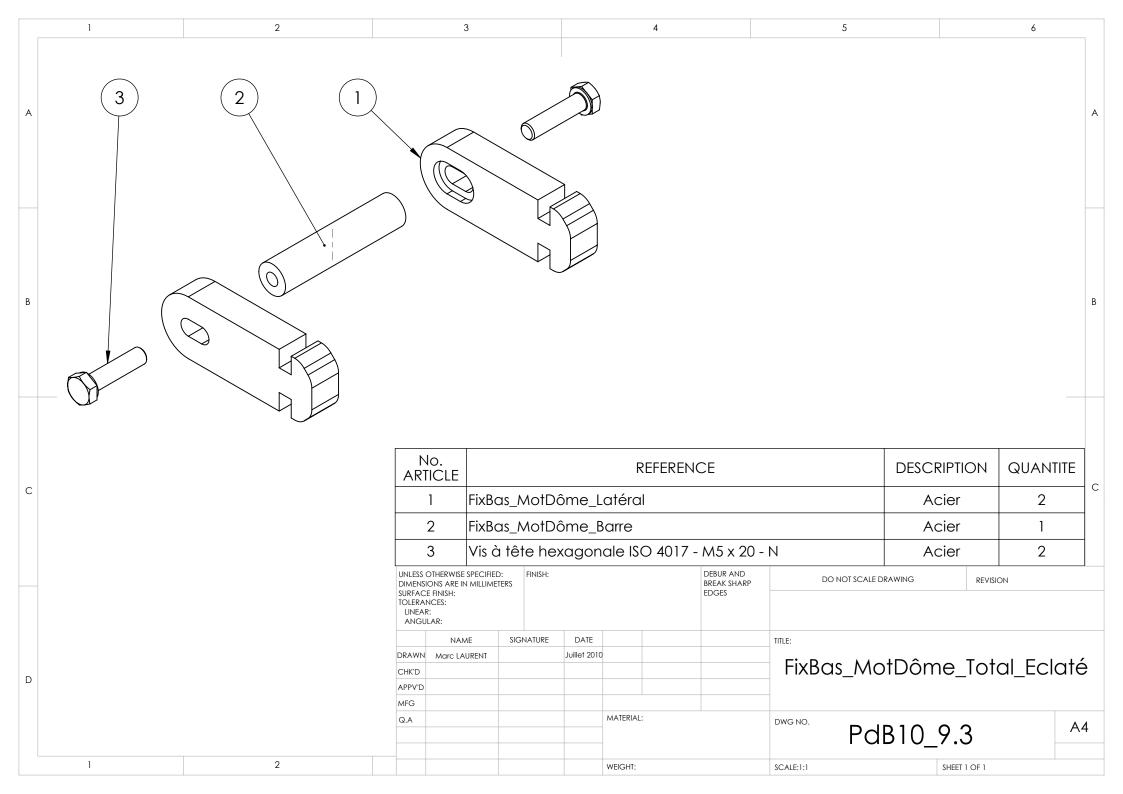


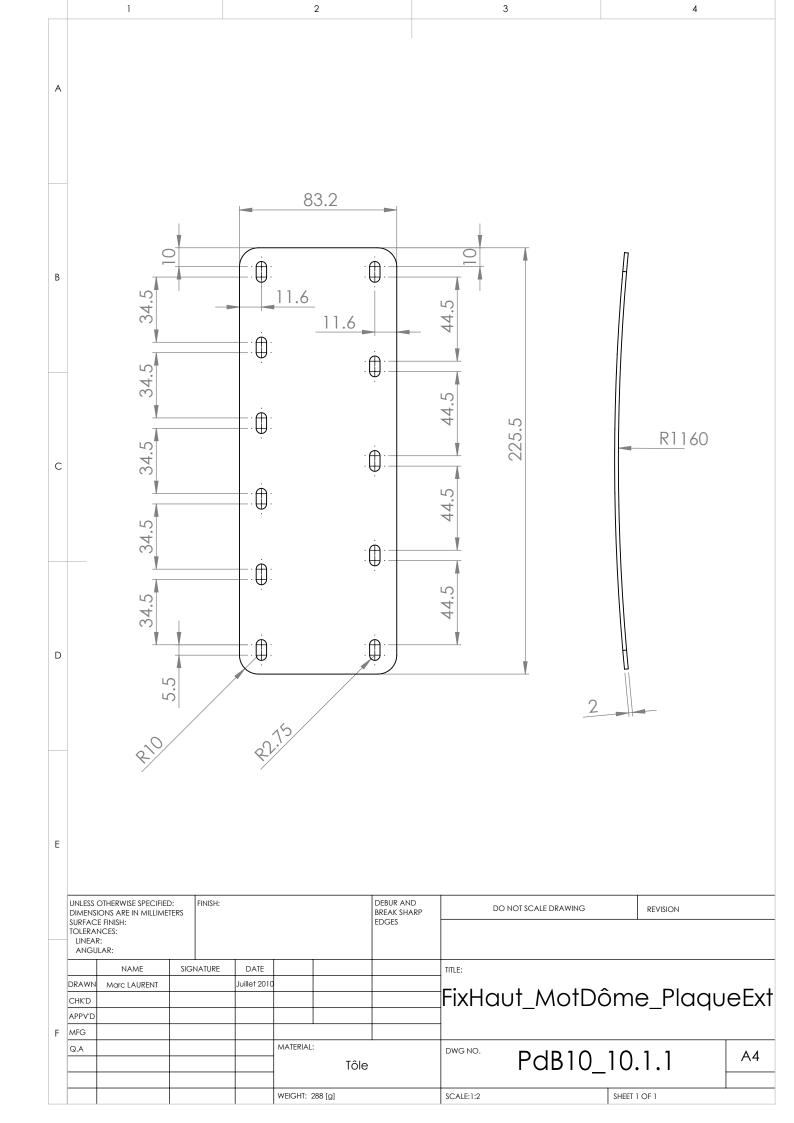


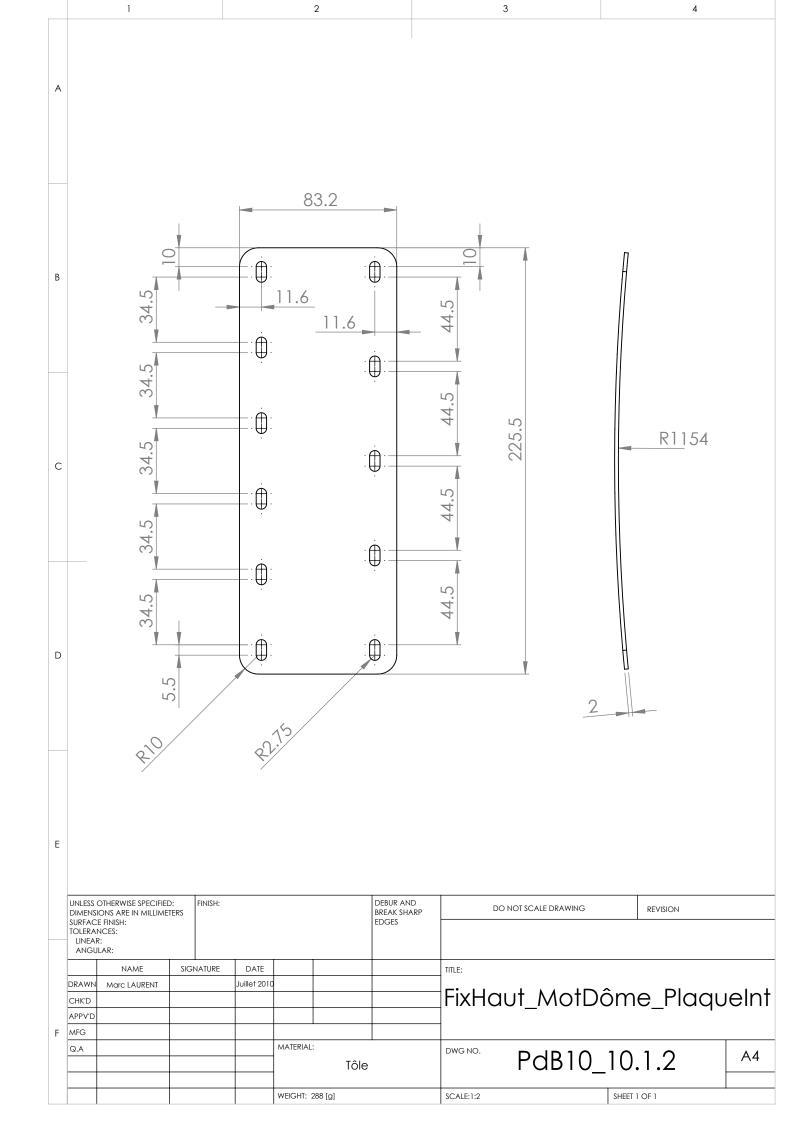


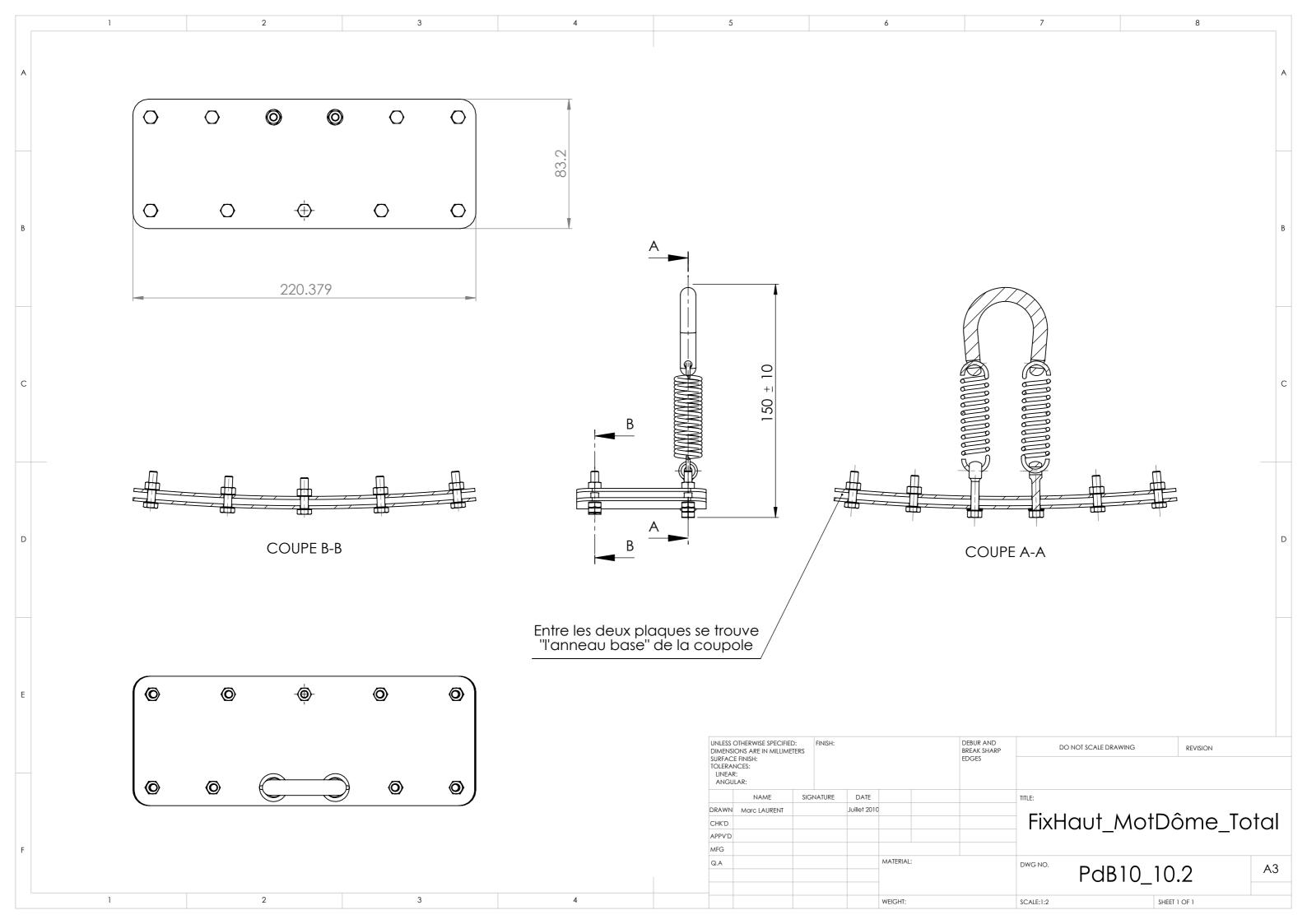


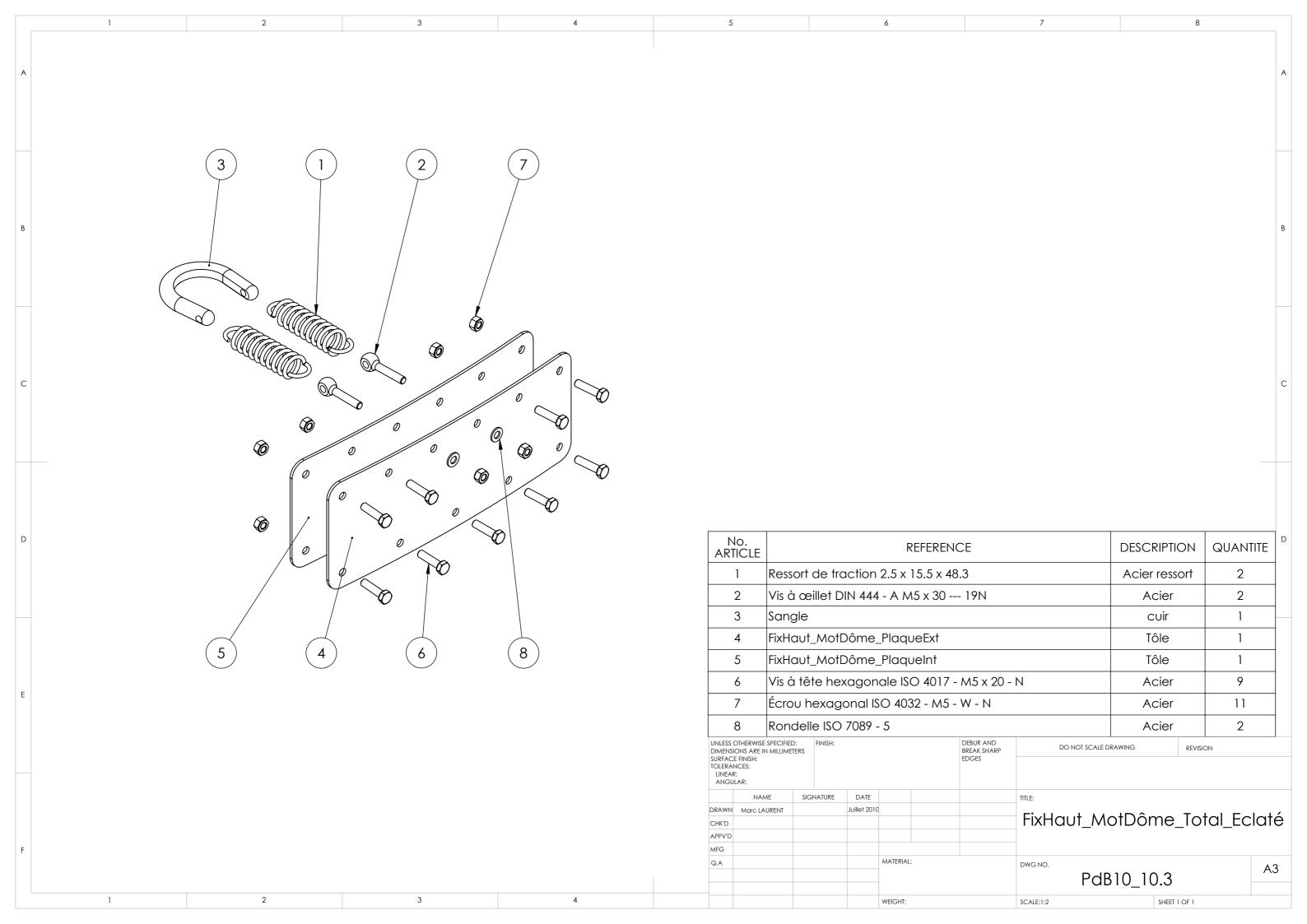


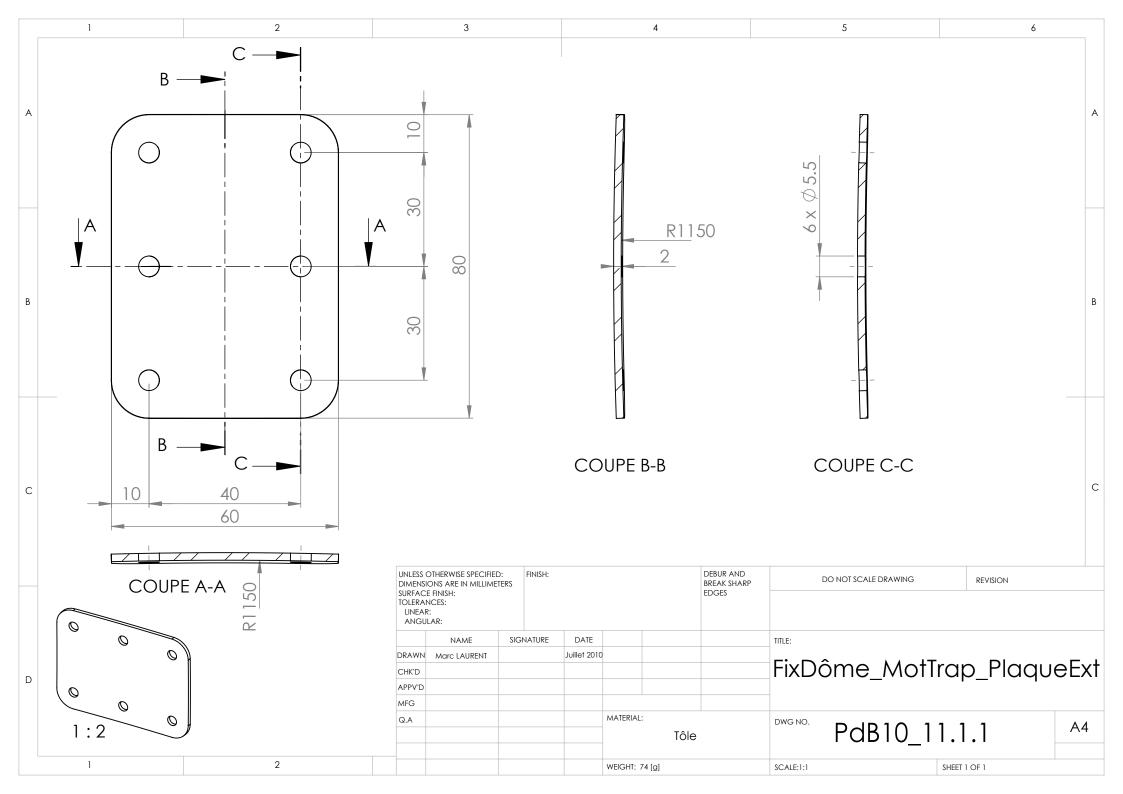


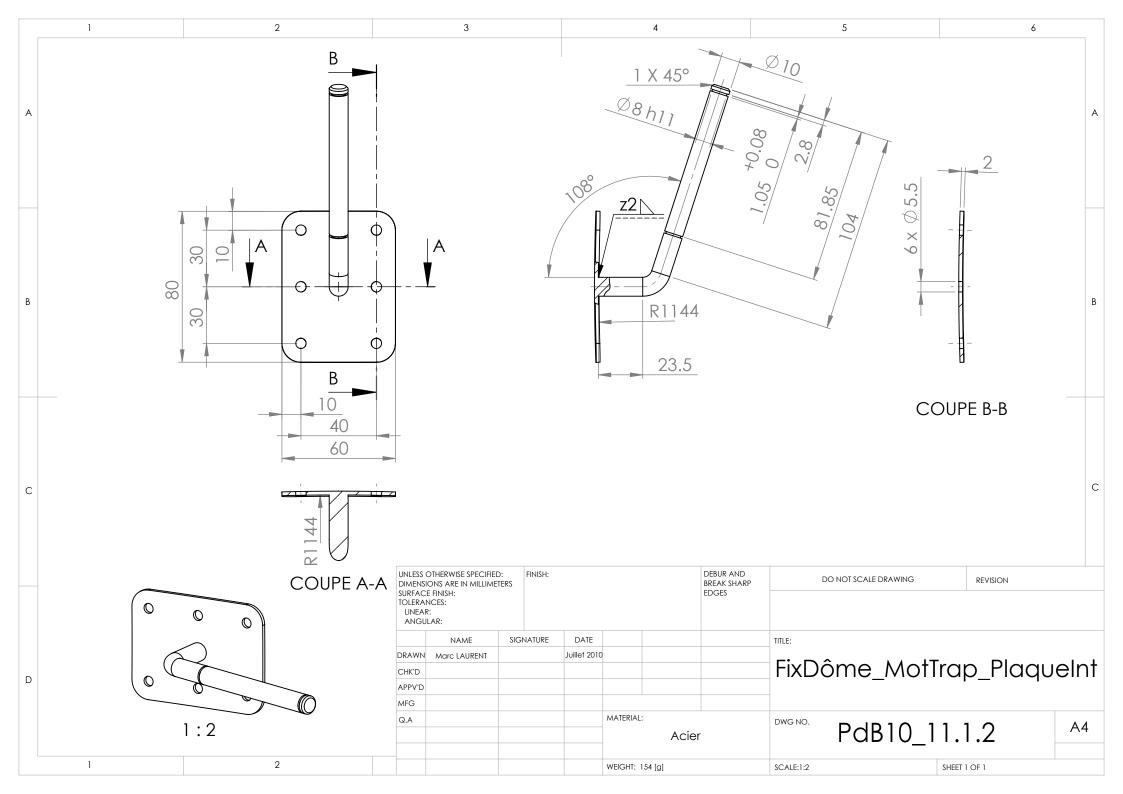


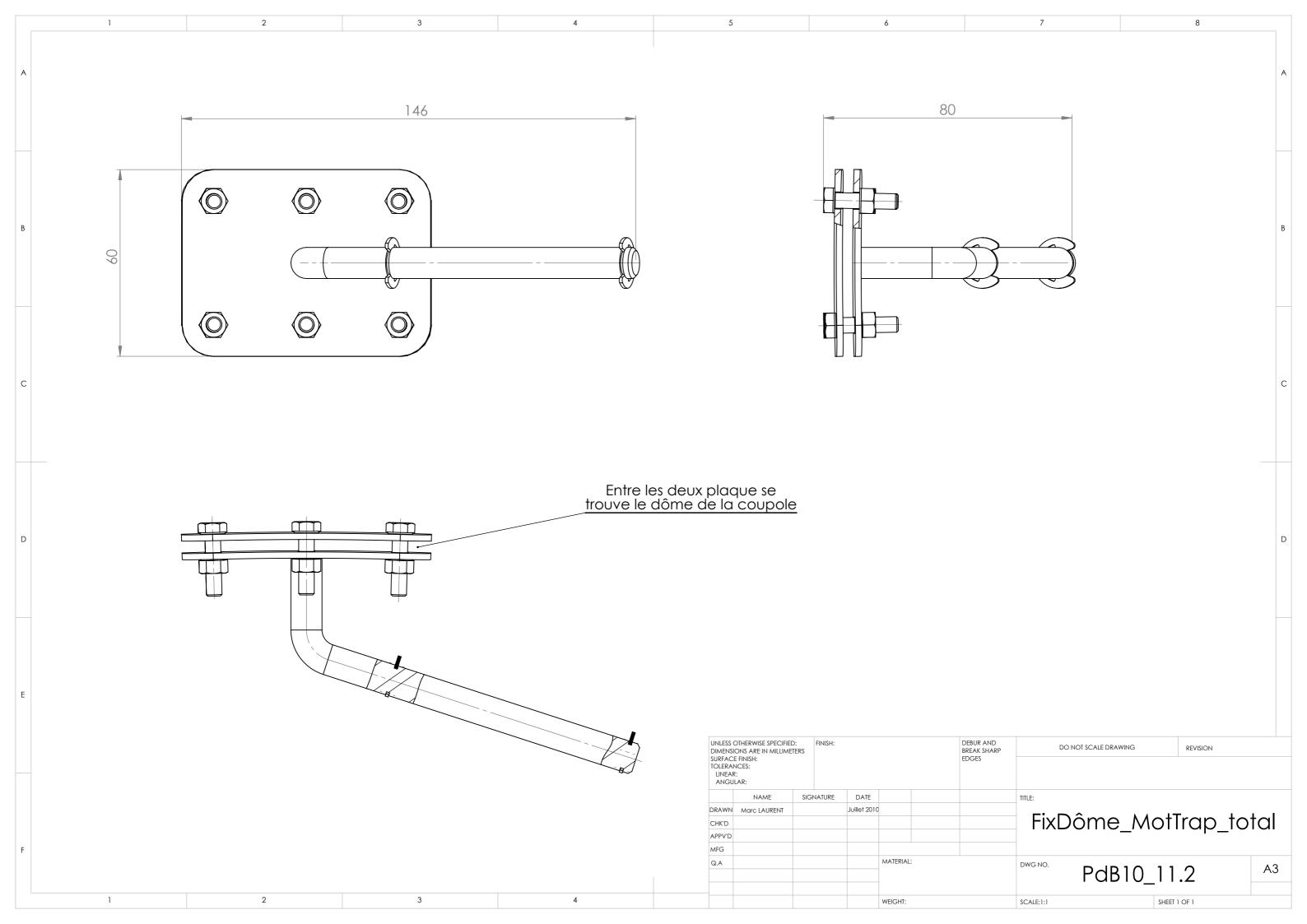


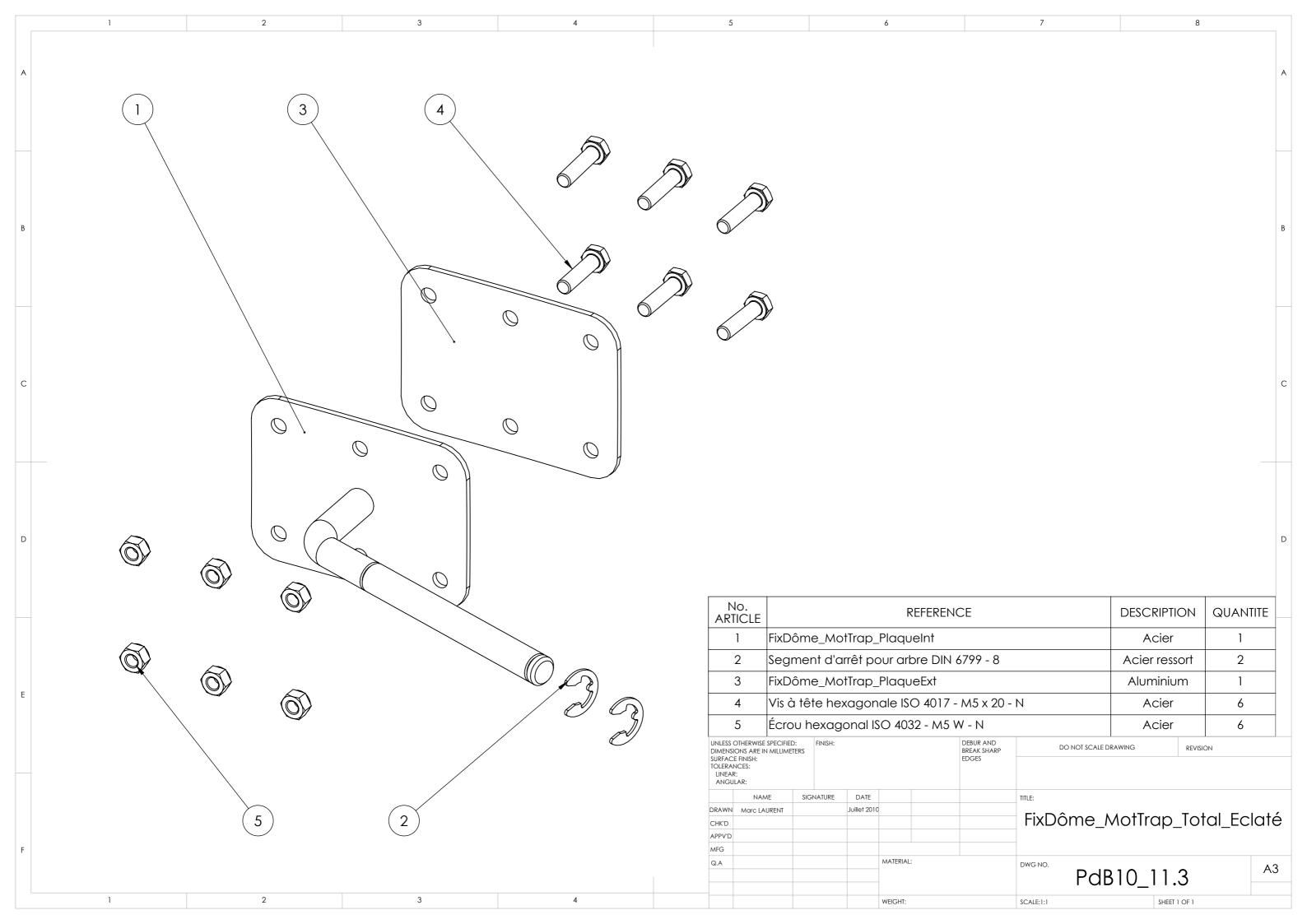


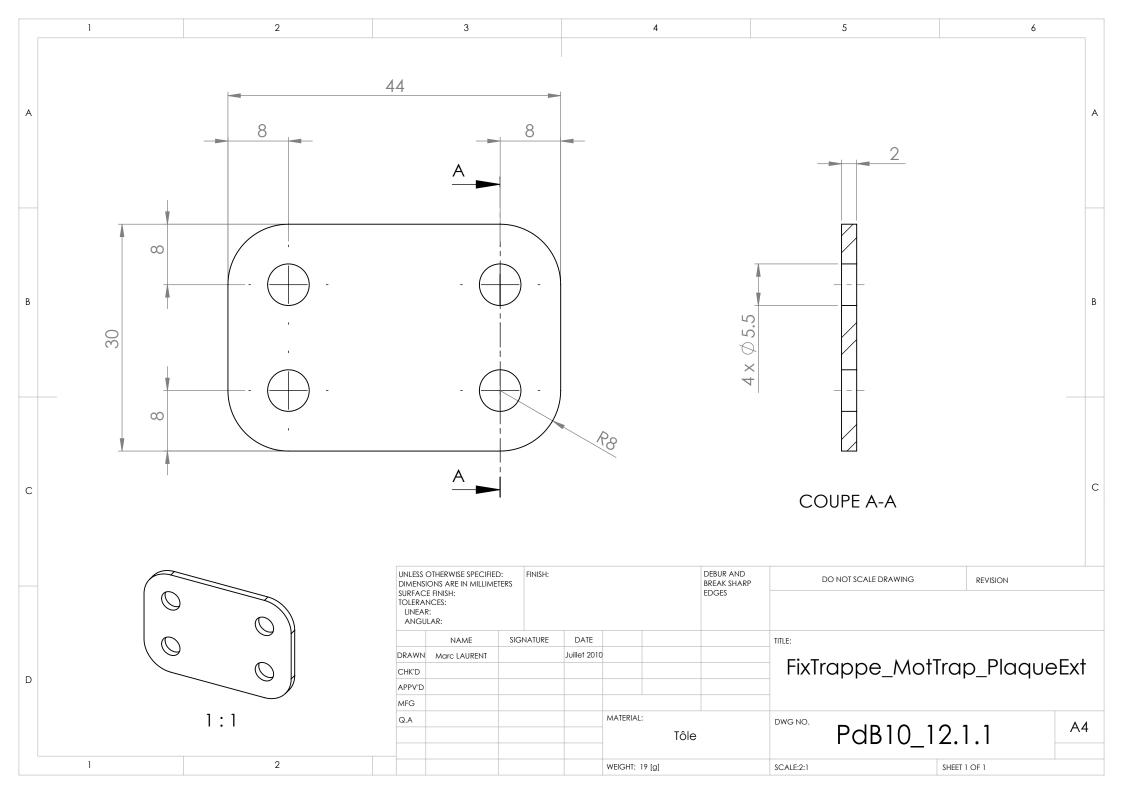


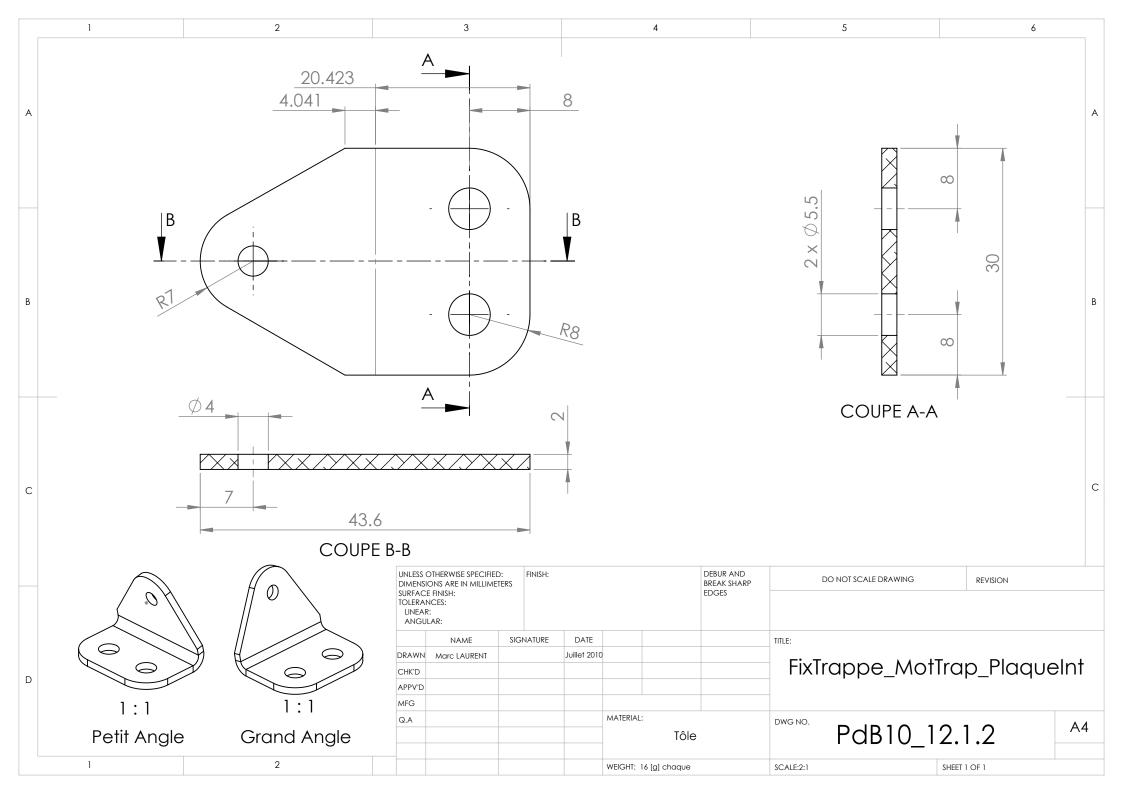


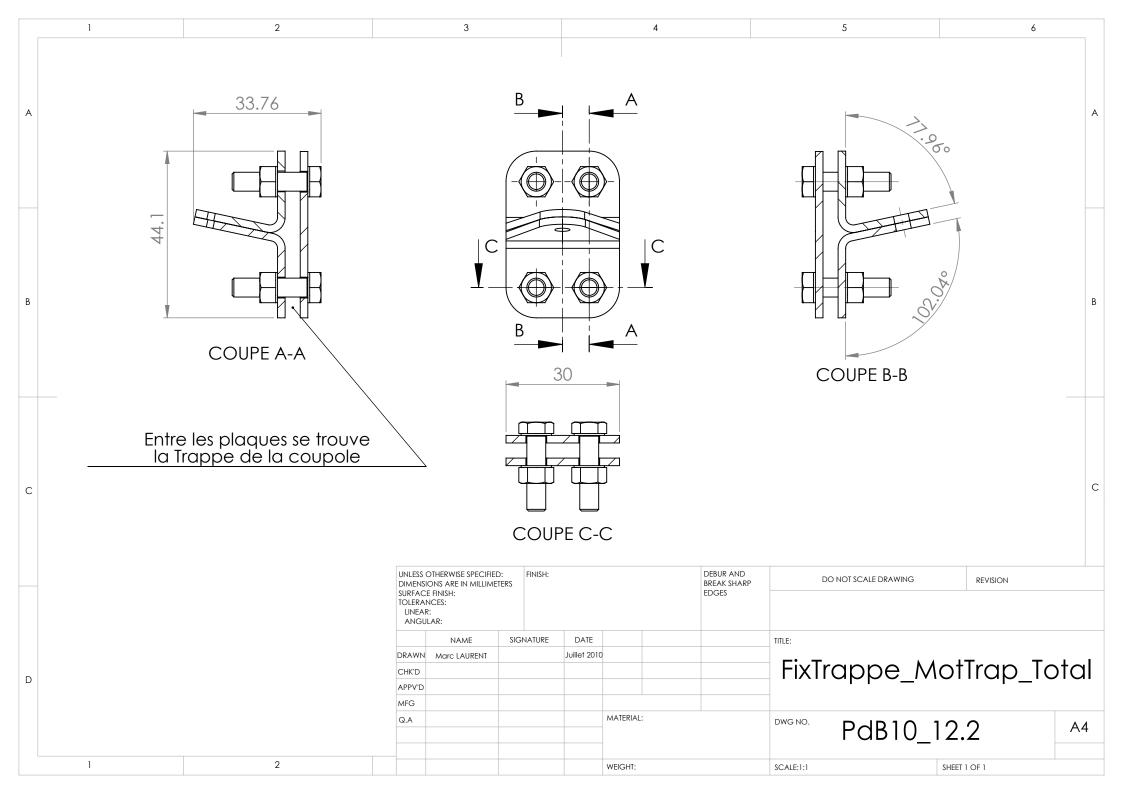


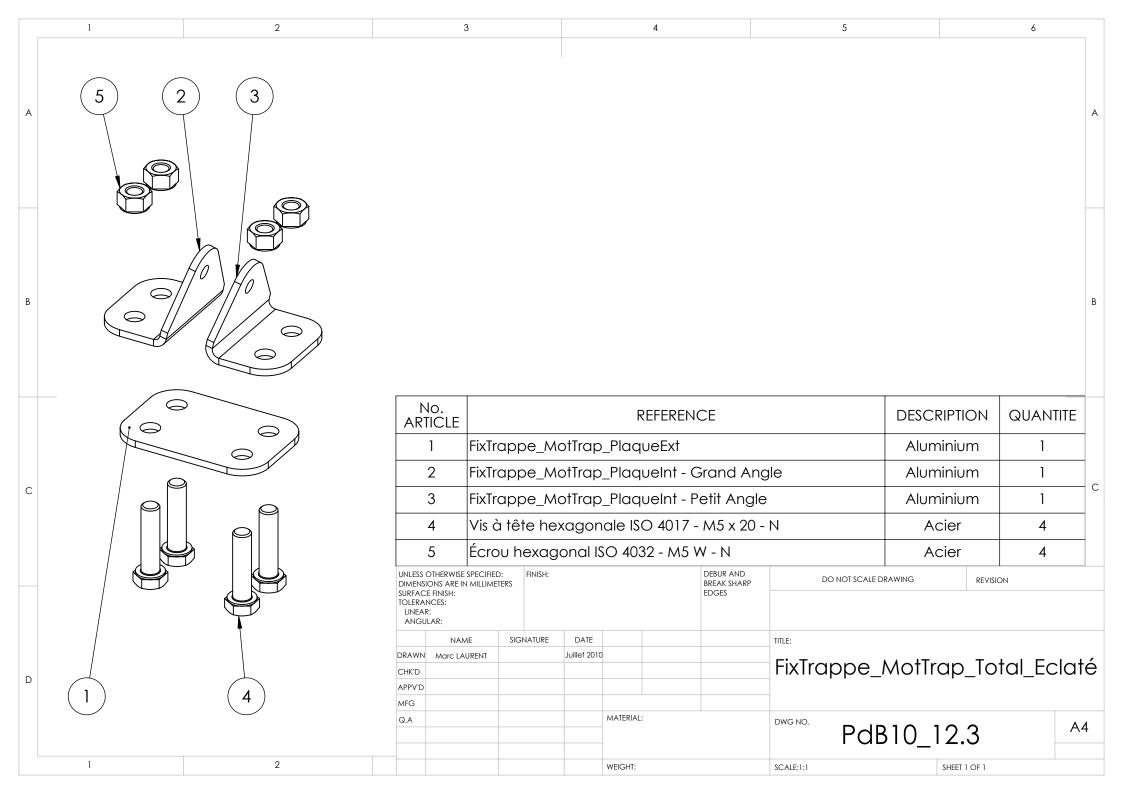


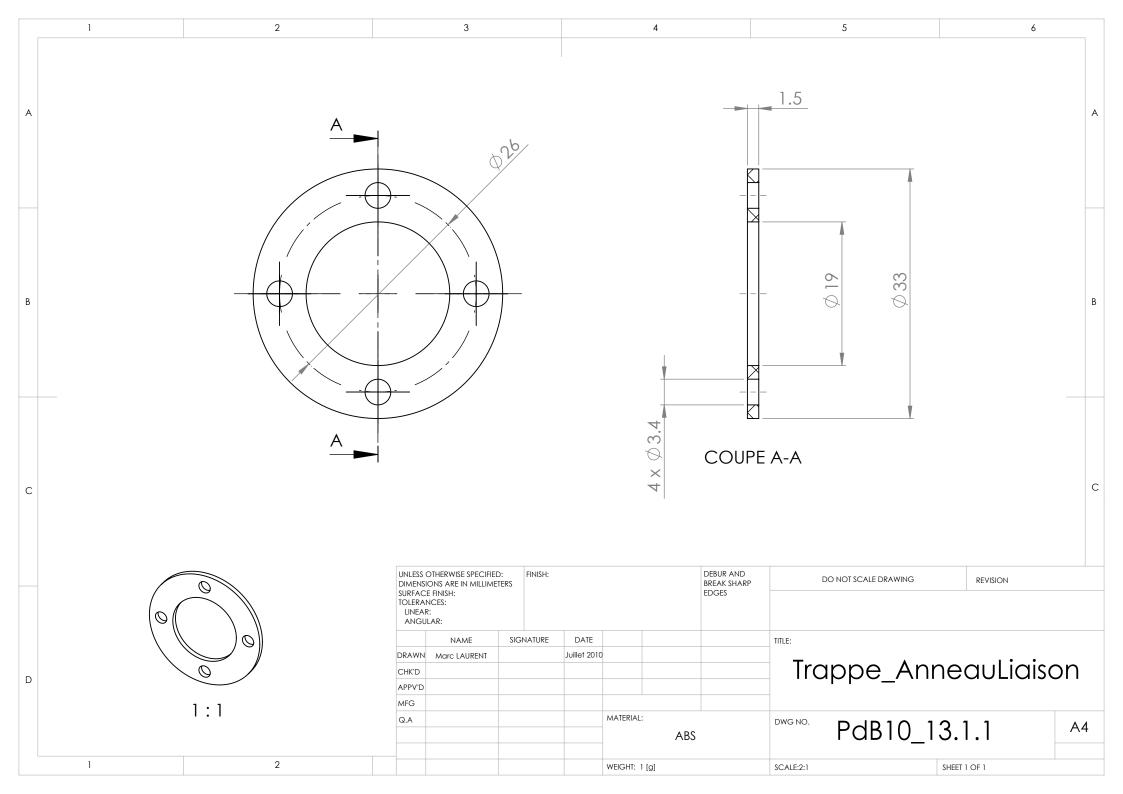


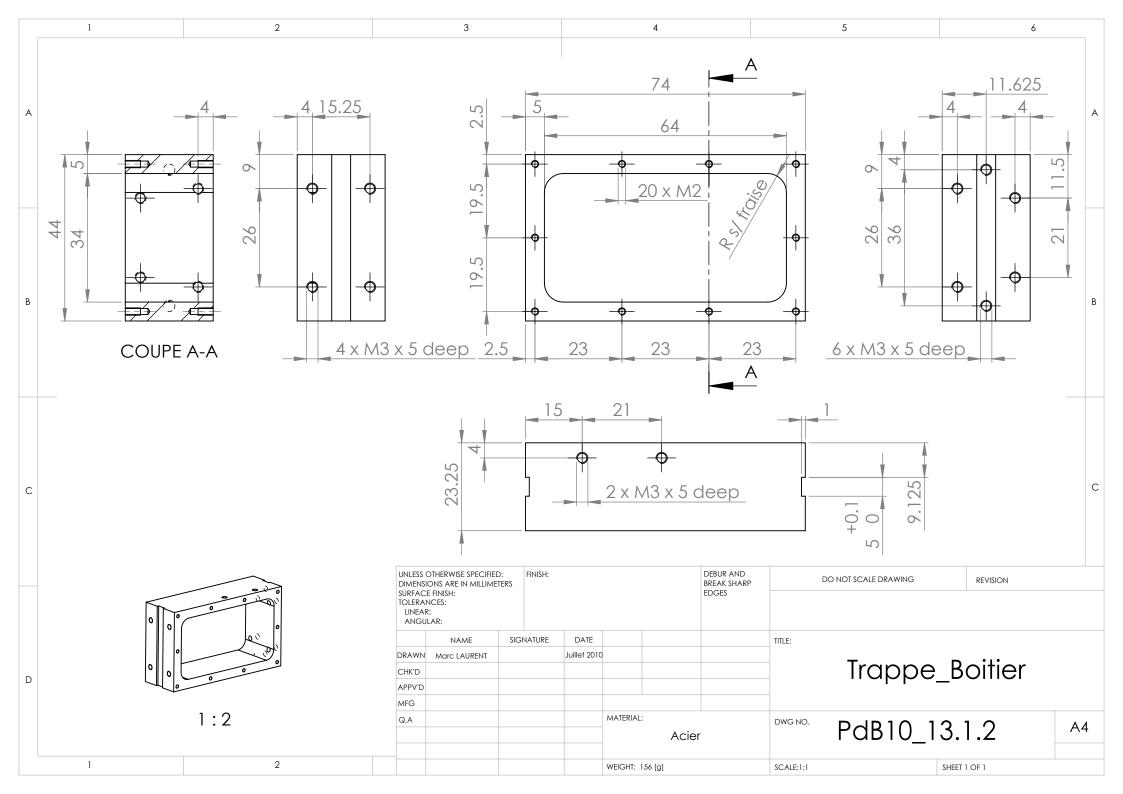


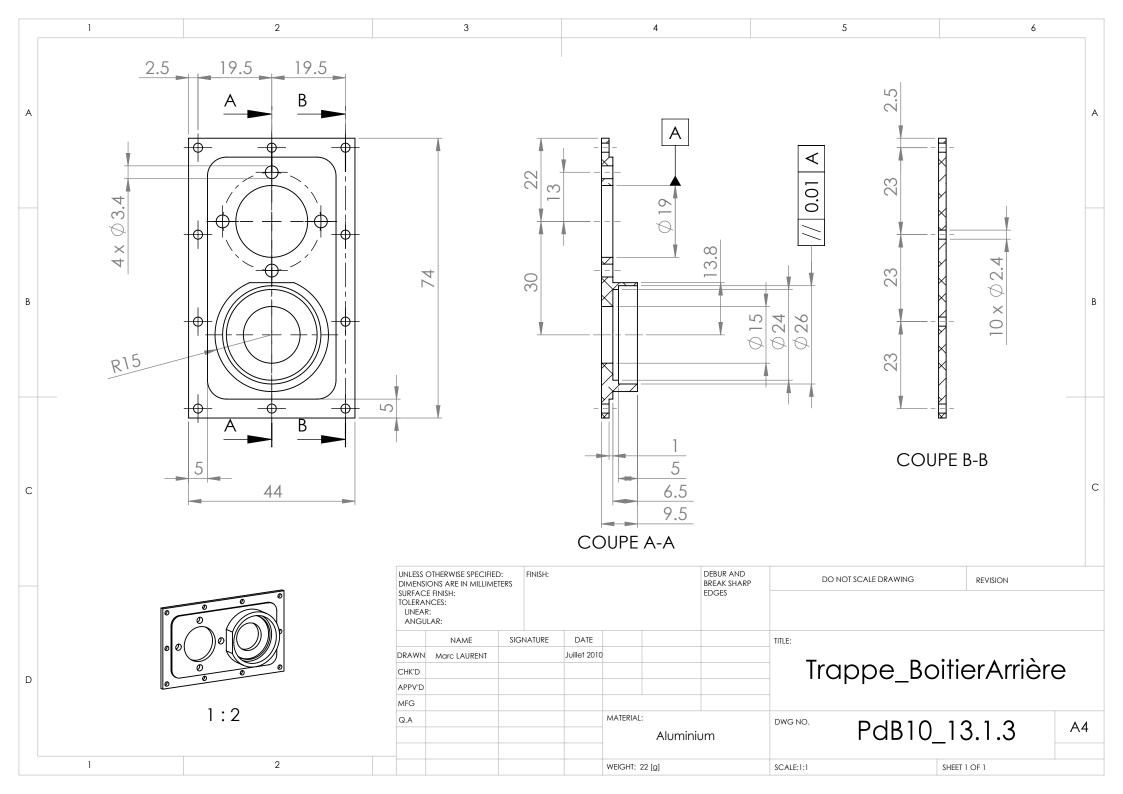


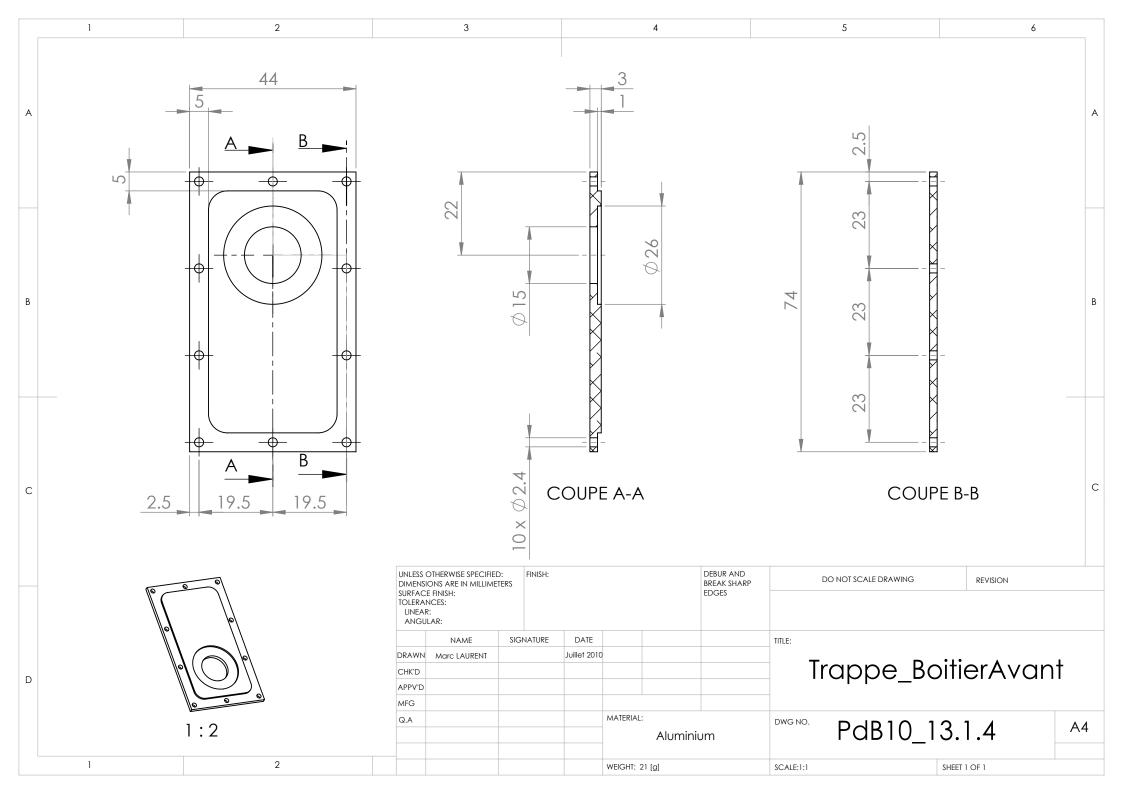


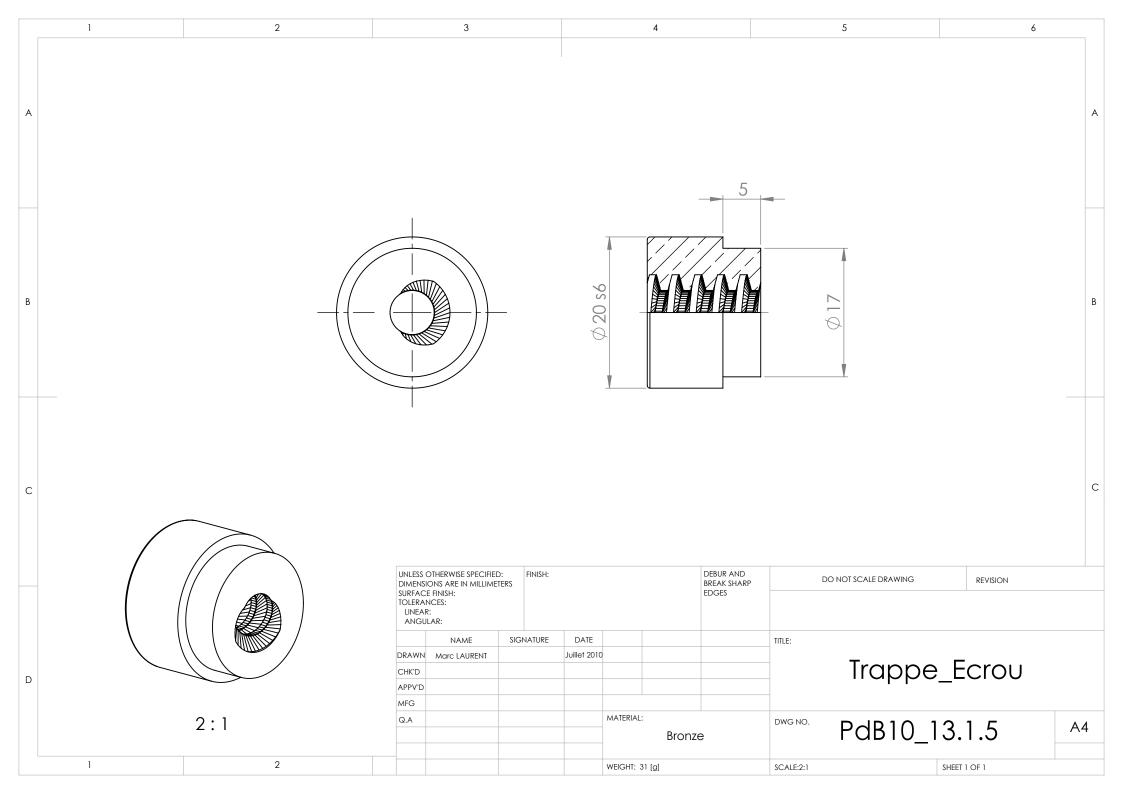


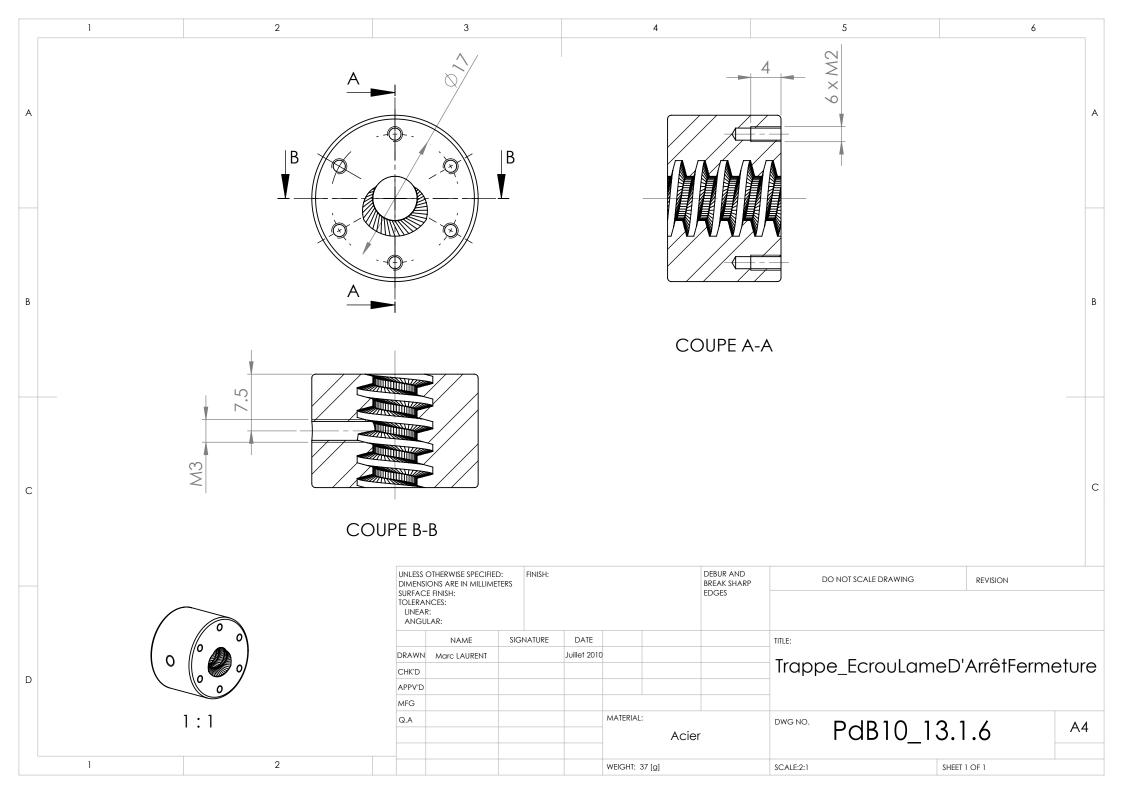


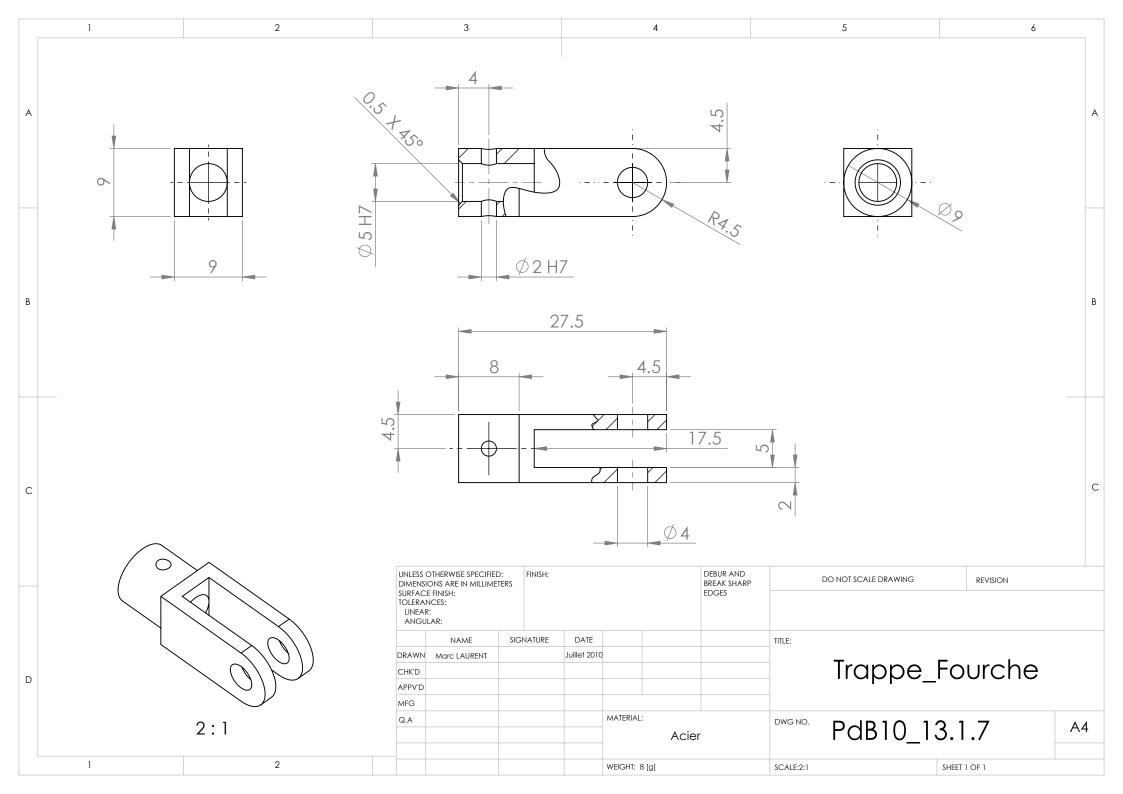


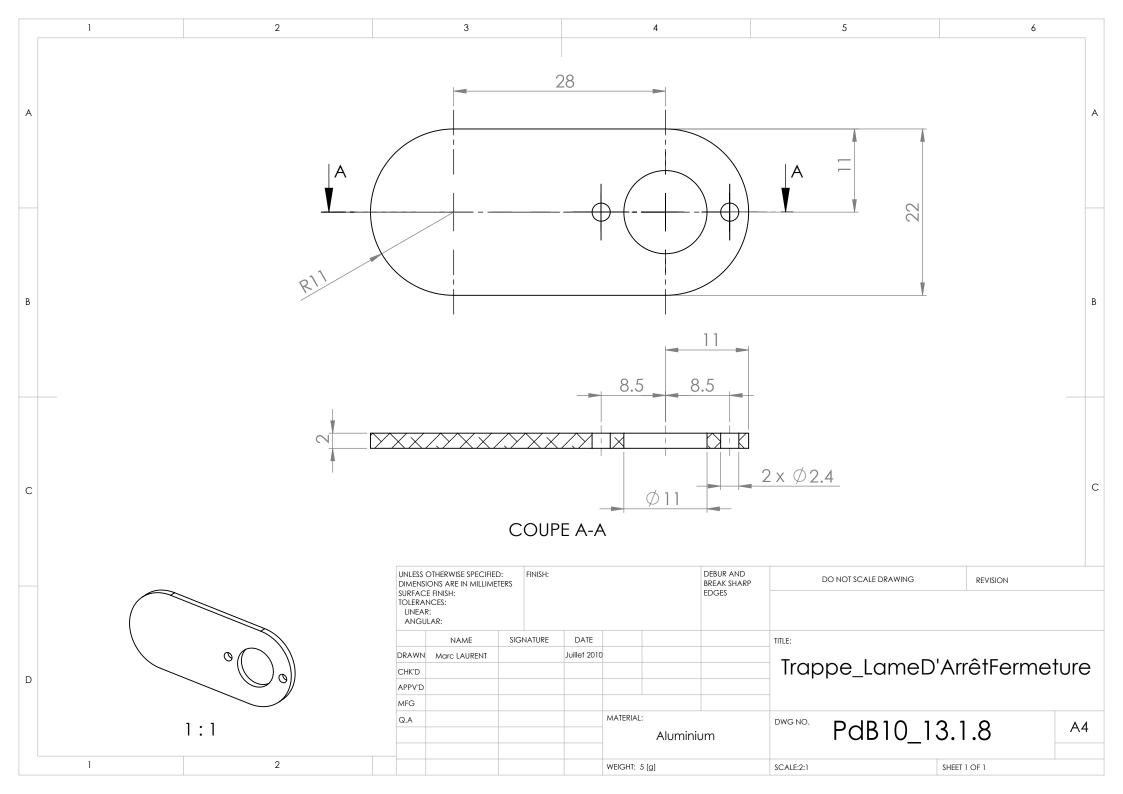


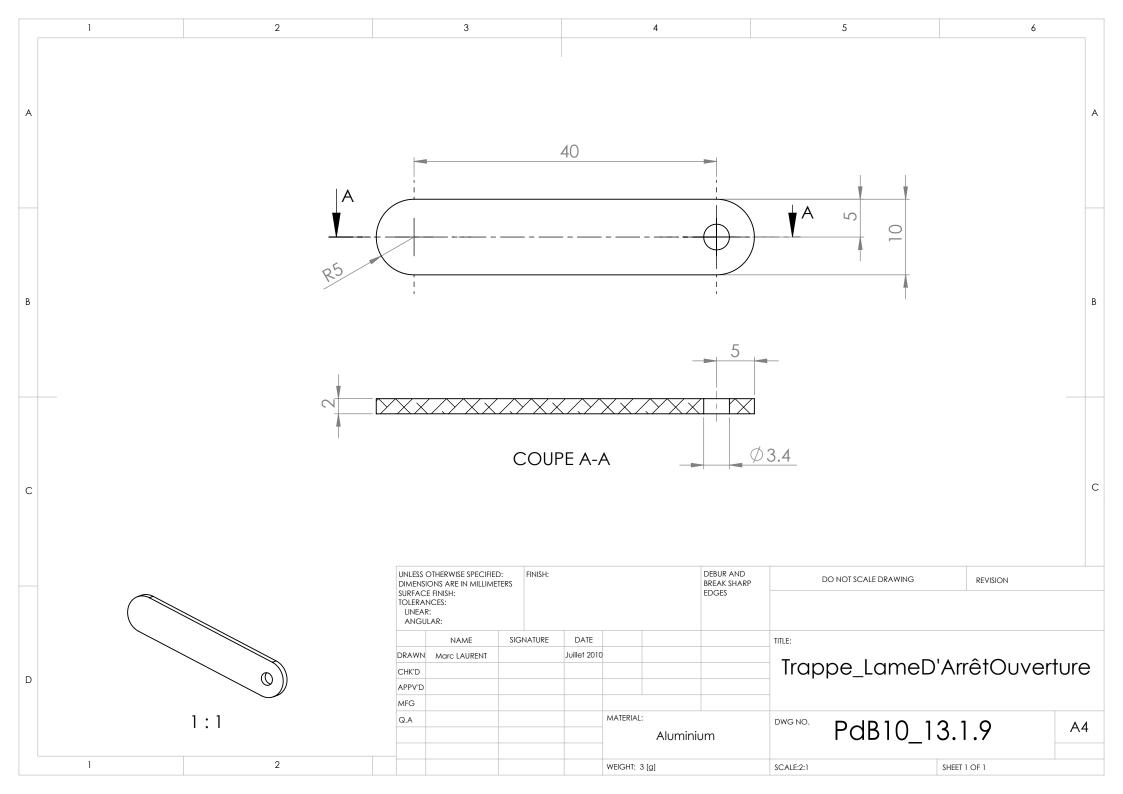


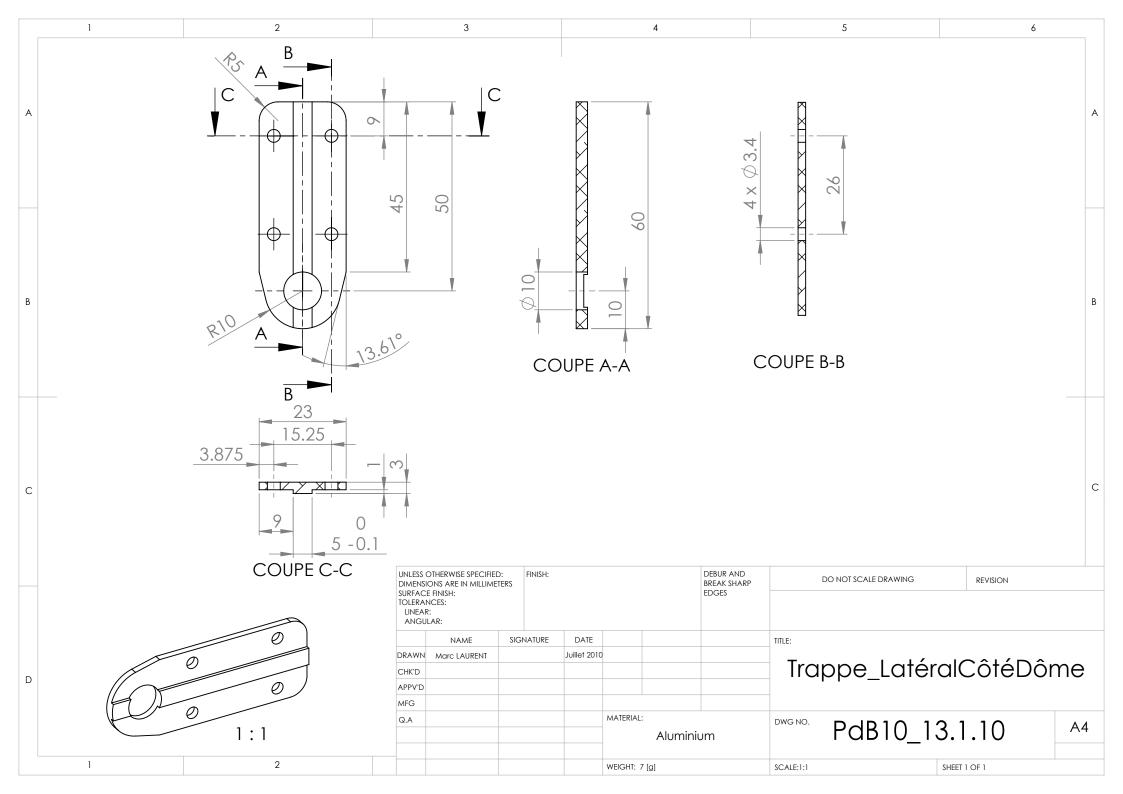


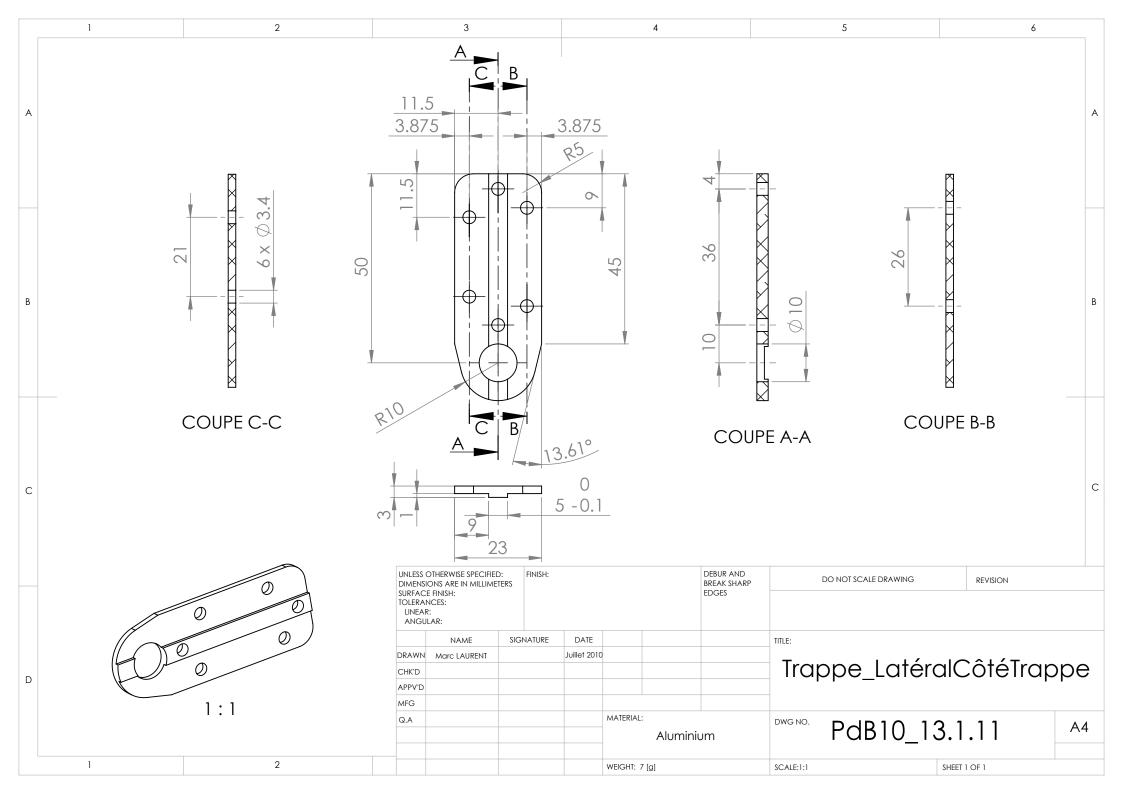


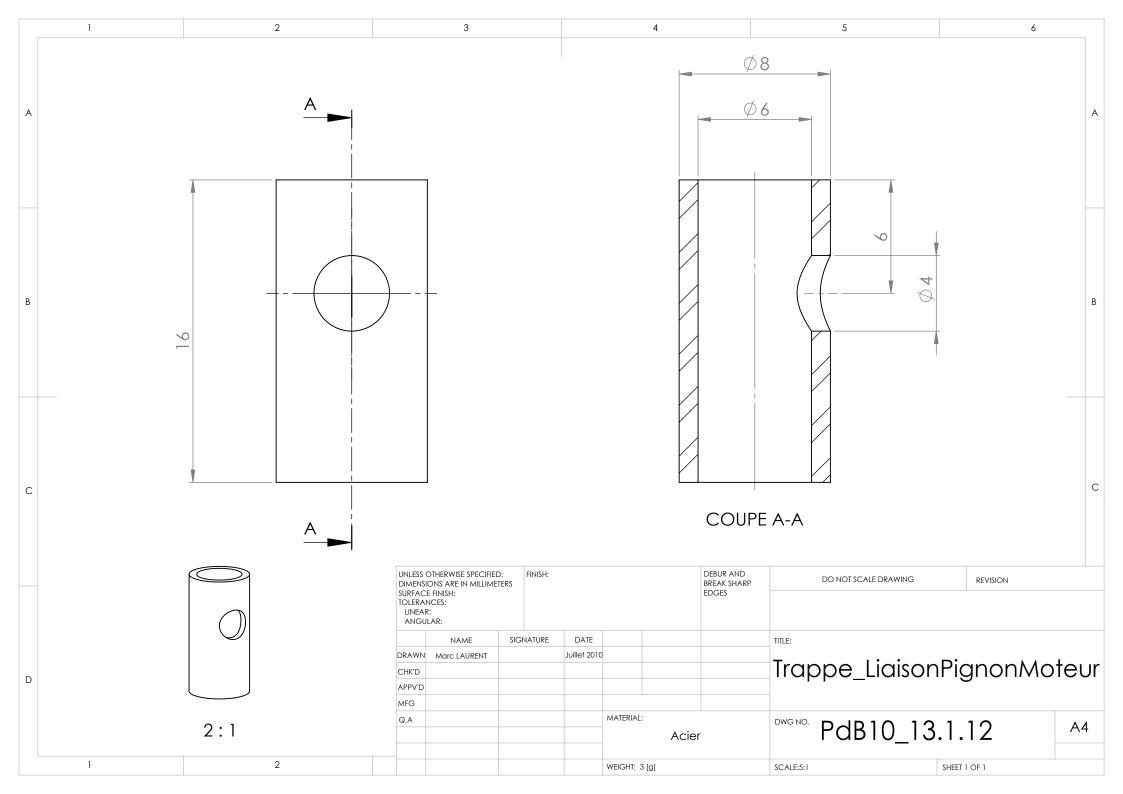


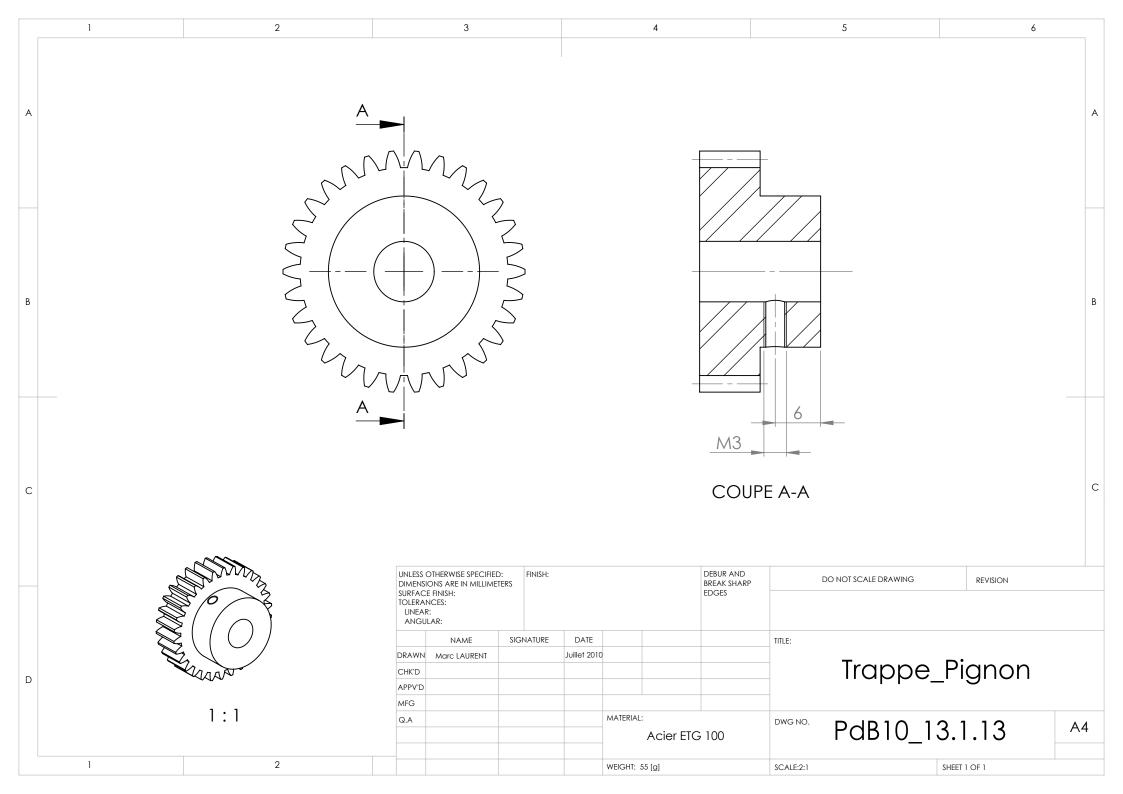


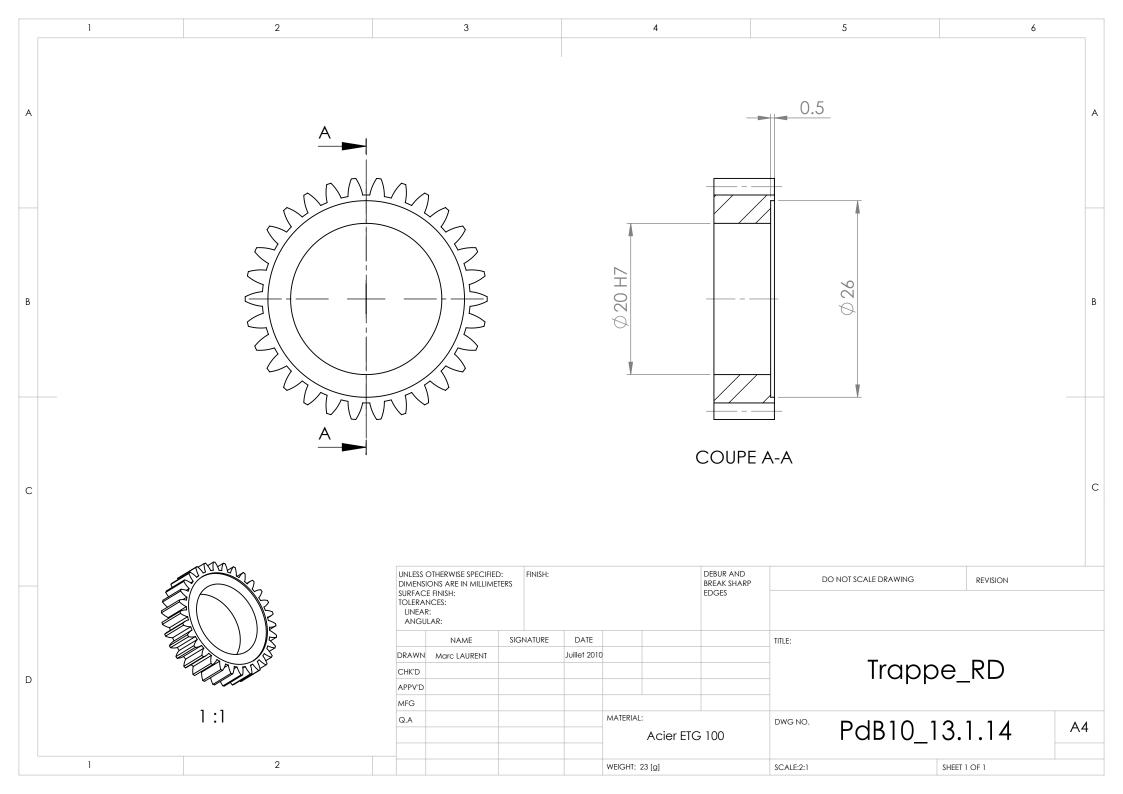


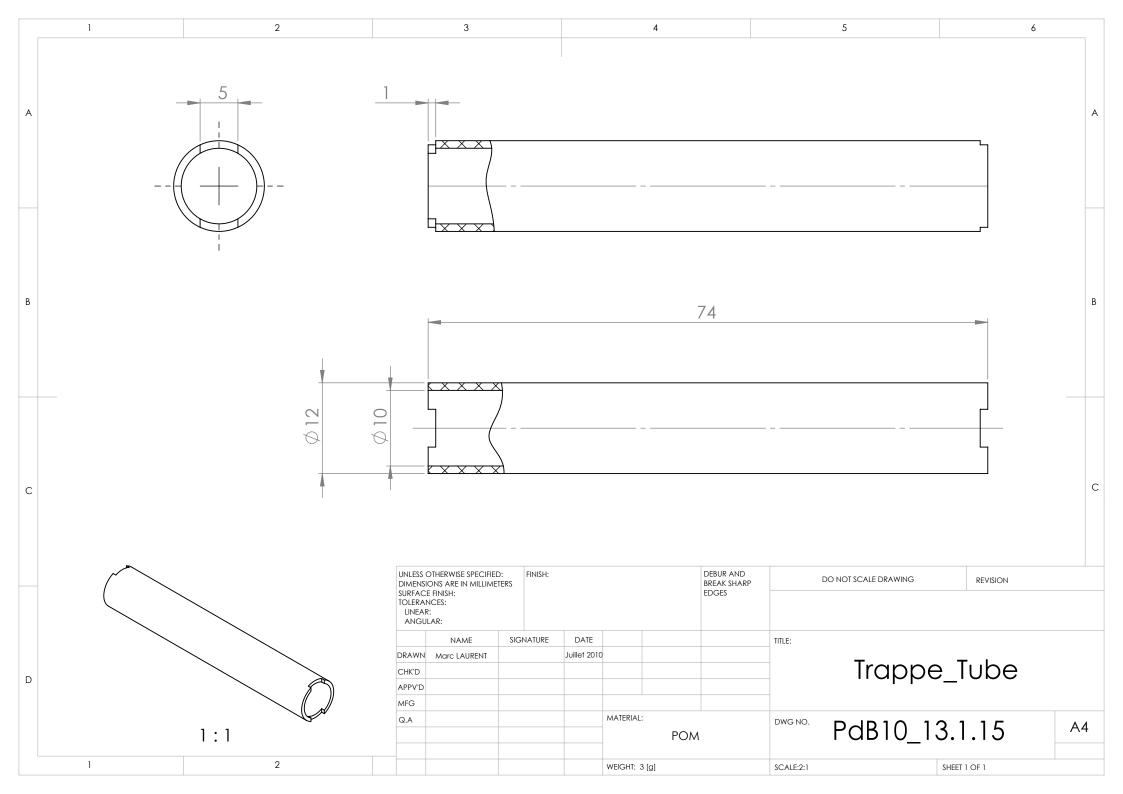


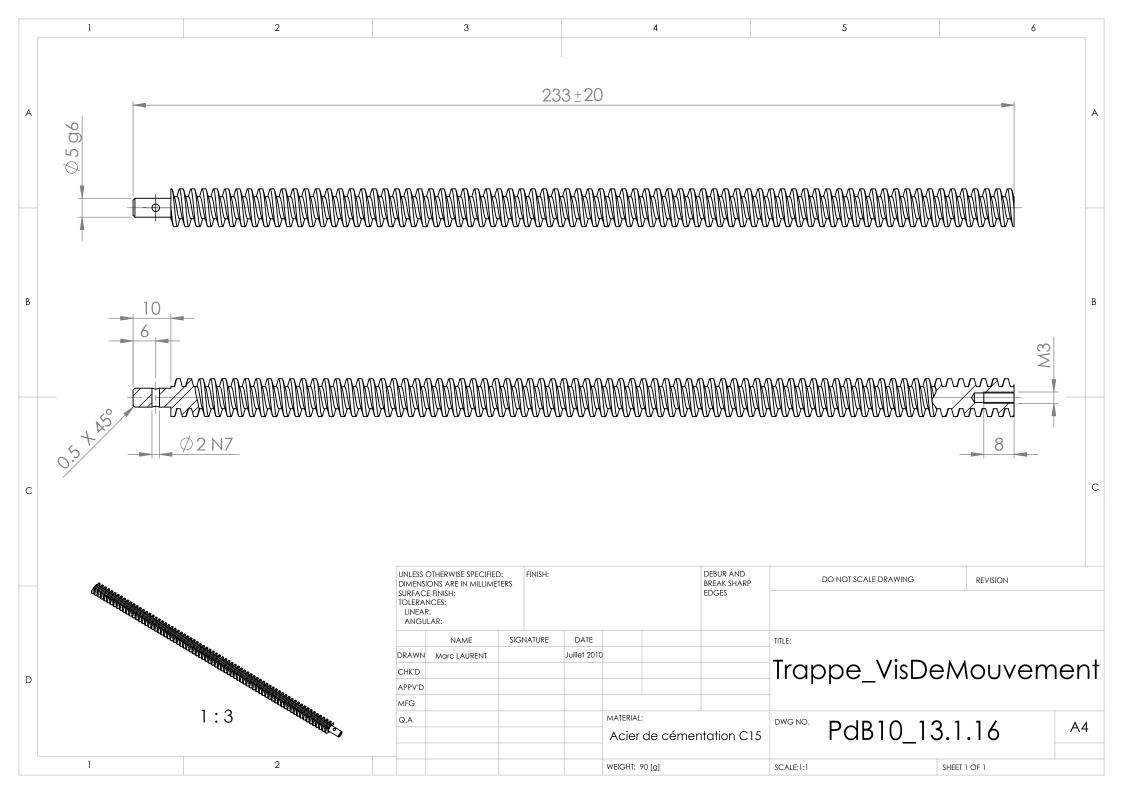


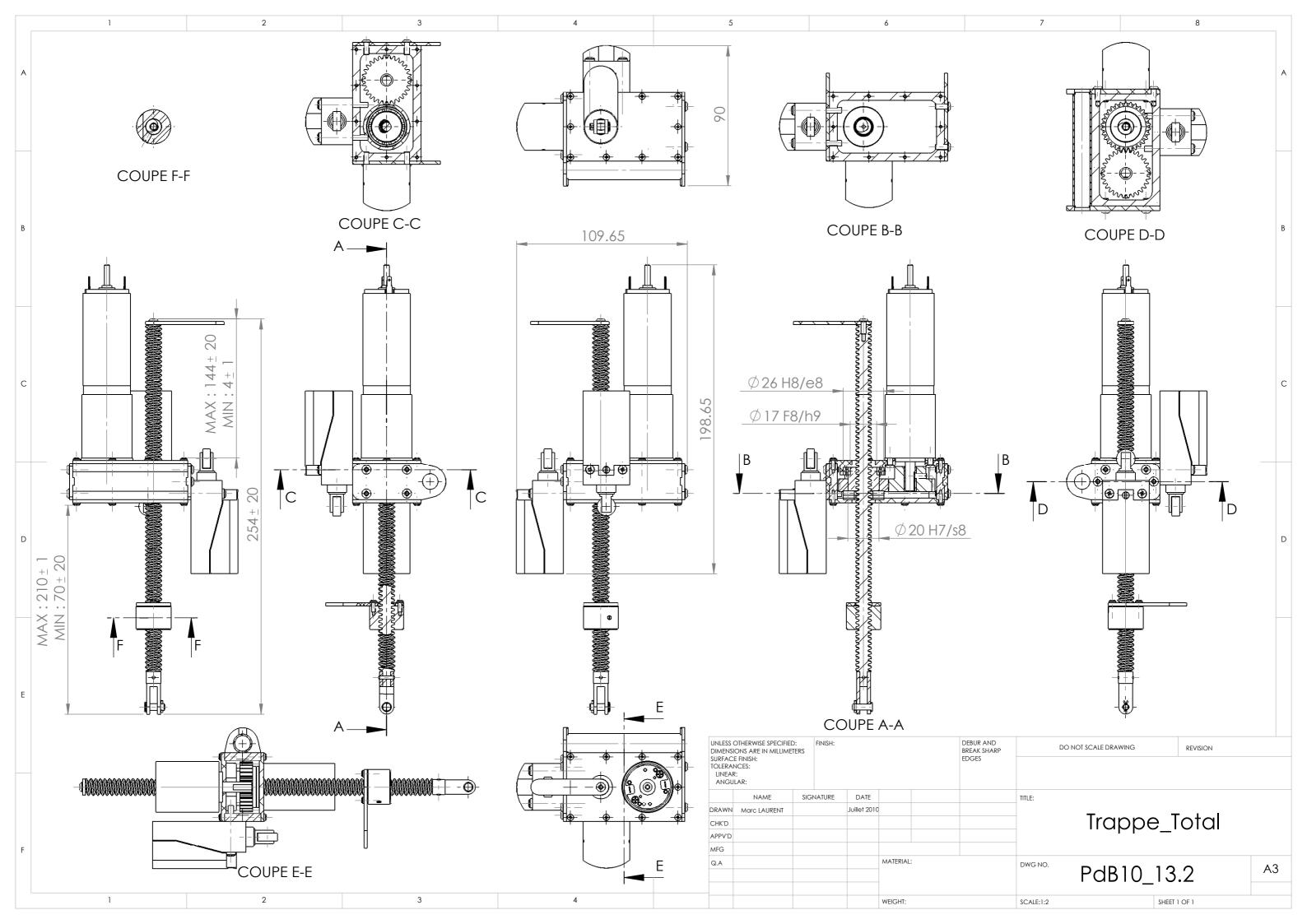


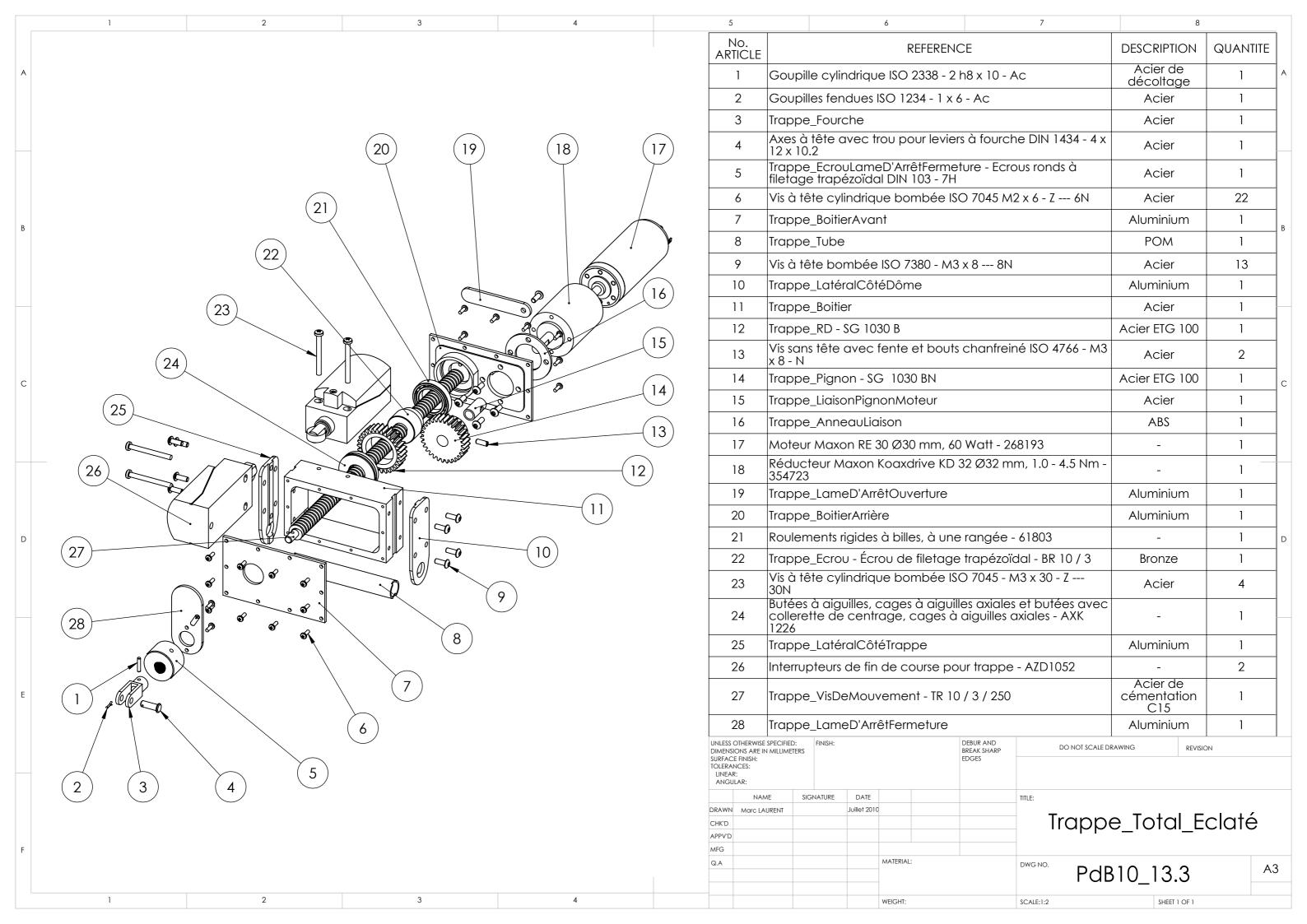














1	ournal	do	trava	:1
	oui nai	ue	uava	Ш

Lundi 15 février 2010 Reçu du projet de Bachelor et entretient avec Mr. Zago, responsable

du projet.

Mercredi 17 février 2010 Recherche sur les différents types de dôme ainsi que les différents

systèmes d'ouverture.

Renseignement sur les systèmes azimutaux et équatoriaux.

Mercredi 24 février 2010 Elaboration d'une première table des matières pour permettre une

vision de l'ensemble du travail demandé.

Rédaction des parties expliquant les différences entre les montures

azimutales et équatoriales.

Visite de l'observatoire de Mr. D'Eramo (astronome amateur).

Mardi 2 Mars 2010 Mesures et modélisation du télescope avec une monture équatoriale.

Mercredi 3 Mars 2010 Fin de la modélisation du télescope.

Note des avantages et désavantages des certains fournisseurs de

coupoles.

Lundi 8 Mars 2010 Recherche et rédaction de rapports des différentes possibilités pour

les dômes et coupoles, pour les piers ainsi que pour l'emplacement

sur le toit de l'école.

Mercredi 10 Mars 2010 Étude du fonctionnement du télescope et de sa raquette.

Première schématisation du système dans sont ensemble.

Jeudi 11 Mars 2010 Analyse cinématique du télescope, qui s'avère fausse.

Mardi 17 Mars 2010 Analyse cinématique du télescope, juste.

Mercredi 17 Marc 2010 Fin de l'analyse cinématique.

Recherches et prise de renseignements sur les différents types de

capteurs.

Jeudi 18 Mars 2010 Suite de la prise d'informations sur les capteurs.

Mercredi 24 Mars 2010 Études des éléments présents sur le toit.

Recherche de fournisseurs de capteurs.

Dessin 3D du toit, du dôme, de la base ainsi qu'une ébauche du pier.

Mercredi 31 Mars 2010 Prise de contacte avec M. Stephan CITHERLET de LESBAT au sujet de

la station météo déjà présente sur le toit.

Suite des dessins CAO 3D du toit, du télescope et des coupoles

possible.

Mercredi 14 Avril 2010 Choix de trois fournisseurs potentiels de coupoles.

Récapitulatif des divers prix de ces coupoles, de leur base et de leur

motorisation.

Liste des capteurs déjà disponible à l'école et de ceux qui imposent in investissement.

Visite du magasin *Galiléo Lausanne*.

Découverte d'un quatrième fournisseur potentiel de coupoles.

Complétassions de la liste de prix et des délais de livraison.

Contacte de tous ces fournisseurs pour devis (prix+frais de livraisons). Recherche et contacte de fournisseurs pour capteur de précipitation. Suite des relations avec LESBAT au sujet de la station météo.

Mardi 20 Avril 2010 Fin des recherches fournisseurs et prix pour coupoles, capteurs, et

autres.

Début des dessins de mécanique pour les systèmes d'automatisation.

Ébauche des plans de la base du dôme.

Réception du programme LabView pour la station météo.

Discussion avec Dr.Zago sur la suite du projet.

Mercredi 21 Avril 2010 Rendez-vous avec monsieur Ottonin, responsable de l'atelier et

discussion au sujet des choix possibles pour la fabrication de la base

qui supportera le dôme.

Suite des du brainstorming sur les dessins de mécanique.

Rencontre avec mademoiselle Mbaye pour comprendre le fonctionnement de l'interface LabView/Fieldpoint (communication

avec la station météo).

Jeudi 22 Avril 2010 Réinstallation de LabView et test de connectivité avec le Fieldpoint

(résultats négatifs).

Recherche des formules nécessaire pour l'utilisation d'une tige à

filetage trapézoïdale.

Visite chez Galiléo Lausanne pour prendre des mesures du dôme.

Vendredi 23 Avril 2010 À l'aide des mesures effectuées jeudi 22, calcul du poids de la trappe

et calcul d'une force agissant sur cette trappe en fonction d'un angle et d'une distance (calcul préliminaire pour le dimensionnement du

moteur).

Mardi 27 Avril 2010 Recherche dans le catalogue Item d'éléments utiles à la construction

de la base de l'observatoire.

Mercredi 28 Avril 2010 Sélection des éléments Item et demande de devis.

Construction sur SolidWorks de la base de l'observatoire ainsi que du

dôme et de la base vendue.

Création de deux fichiers MatLab pour le calcul des couples rapportés

aux moteurs pour la motorisation de la trappe et du cimier.

Jeudi 29 Avril 2010 Création d'un fichier MatLab pour le calcul des couples rapportés au

moteur pour la motorisation du dôme

Bonne amélioration des calculs MatLab avec pré-dimensionnement de tous les éléments nécessaire à la motorisation complète de

l'observatoire.



Dimanche 2 Mai 2010	Approfondissement des calculs Matlab pour le dimensionnement des moteurs
Mercredi 5 Mai 2010	Recherche sur le flambage ainsi que sur des éléments pour le montage des moteurs
Jeudi 6 Mai 2010	Croquis du système de motorisation pour l'ouverture et la fermeture de la trappe.
Lund 10 Mai 2010	Approfondissement des calculs Matlab pour le système de la trappe. Début du dessin 3D sur SolidWorks de la motorisation de la trappe.
Mardi 11 Mai 2010	Recherche de moteur et de réducteur pour la motorisation de la trappe.
Mercredi 12 Mai 2010	Correction des erreurs sur les calculs pour la motorisation de la trappe et recherche de moteur et de réducteur.
Mardi 18 Mai 2010	Finalisation des dessins 3D sur SolidWorks pour le système de la trappe. Affinement des éléments nécessaires au système du cimier. Début de recherche d'un moteur pour la motorisation du cimier.
Mercredi 19 Mai 2010	Correction d'erreurs sur les calculs relatifs au système du cimier. Choix d'un moteur et des éléments pour la motorisation du cimier. Début des dessins 3D sur SolidWorks pour le système du cimier.
Jeudi 20 Mai 2010	Modélisation du moteur pour le système de motorisation du cimier et correction des dimensions des composants de cette motorisation.
Jeudi 27 Mai 2010	Début de la rédaction du rapport concernant la motorisation de la trappe.
Vendredi 28 Mai 2010	Suite de la rédaction du rapport sur la motorisation de la trappe.
Mardi 1 ^{er} Juin 2010	Fin de la rédaction du rapport sur la motorisation de la trappe. Suite des dessins 3D sur SolidWorks du système de motorisation du cimier.
Mercredi 2 Juin 2010	Suite et fin des dessins 3D du système de motorisation du cimier. Début de la rédaction du rapport sur la motorisation du cimier.
Jeudi 3 Juin 2010	Début des calculs sur MatLab pour la motorisation du dôme.
Vendredi 4 Juin 2010	Suite des calculs pour la motorisation du dôme. Début de recherche d'un moteur et d'un réducteur pour cette même motorisation.
Dimanche 6 Juin 2010	Fin des calculs MatLab pour la motorisation du dôme. Choix d'un moteur et de son réducteur pour cette motorisation.



Mardi 8 Juin 2010	Début et fin des dessins 3D sur SolidWorks du système de motorisation du dôme. Début des dessins 3D de l'observatoire en entier.
Mercredi 9 Juin 2010	Suite des dessins 3D de l'observatoire entier en vue du rendu intermédiaire.
Jeudi 10 Juin 2010	Suite des dessins 3D de l'observatoire entier.
Vendredi 11 Juin 2010	Suite des dessins 3D de l'observatoire entier. Début des calculs de résistance à la flexion des éléments Item. Début de la coupe du monde de football en Afrique du Sud.
Lundi 14 Juin 2010	Suite des dessins 3D de l'observatoire entier et apparition de nombreux problèmes d'assemblage (problèmes liés à SolidWorks et non aux éléments calculés).
Mardi 15 Juin 2010	Suite et fin des dessins 3D de l'observatoire entier. Discussion avec M.Zago sur la suite du travail.
Jeudi 17 Juin 2010	Recherche d'éléments complémentaire pour la base de l'observatoire et ajout de ces éléments aux des dessins 3D.
Vendredi 18 Juin 2010	Fin de la modélisation de la base de l'observatoire. Liste des pièces Item au complet. Demande de devis complet pour les éléments Item.
Lundi 21 Juin 2010	Retouches et finitions des dessins 3D. Début de rédaction des listes des pièces des motorisations.
Mardi 22 Juin 2010	Finalisation de la rédaction de la liste des pièces Total. Début de la mise en plan des pièces.
Mercredi 23 Juin 2010	Recherche de capteurs optique. Correction des erreurs de mécaniques.
Jeudi 24 Juin 2010	Recherche et choix d'interrupteurs de fin de course. Modélisation sur SolidWorks de ces capteurs.
Vendredi 25 Juin 2010	Modélisation des supports des capteurs de fin de course pour la Trappe.
Lundi 28 Juin 2010	Fin de la modélisation 3D sur SolidWorks. Continuation et fin du dressage de la liste des pièces. Dressage de la liste des pièces à commander et du coût total.
Mardi 29 Juin 2010	Début des dessins 2D de toutes les pièces et assemblages. Correction de certaines erreurs.
Mercredi 30 Juin 2010	Suite des dessins 2D de toutes les pièces et assemblages.



Jeudi 1 ^{er} Juillet 2010 Vendredi 2 Juillet 2010	Suite des dessins 2D de toutes les pièces et assemblages. Suite des dessins 2D de toutes les pièces et assemblages.
Samedi 3 Juillet 2010	Suite et fin des dessins 2D de toutes les pièces. Suite des dessins 2D des assemblages.
Lundi 5 Juillet 2010	Fin des dessins 2D des assemblages.
Mardi 6 Juillet 2010	Conversion des dessins 2D au format *.pdf. Début de la rédaction du rapport final.
Mercredi 7 Juillet 2010	Suite de la rédaction du rapport final.
Jeudi 8 Juillet 2010	Suite de la rédaction du rapport final.
Vendredi 9 Juillet 2010	Suite de la rédaction du rapport final.
Lundi 12 Juillet 2010	Suite de la rédaction du rapport final. Correction de certaines mises-en-plan. Conversion du format des mises-en-plan.
Mardi 13 Juillet 2010	Suite de la rédaction de rapport final. Amélioration des mises en page.
Mercredi 14 Juillet 2010	Suite et fin de la rédaction du rapport final. Suite et fin de l'amélioration des mises en pages. Envoi au Dr Lorenzo ZAGO
Jeudi 15 Juillet 2010	Correction du rapport.
Vendredi 16 Juillet 2010	Correction du rapport.
Lundi 19 Juillet 2010	Passage en revue des mises en plan avec Mr Cyril OTTONIN. Correction des mises en plan.
Mardi 20 Juillet 2010	Passage en revu du rapport avec Dr Lorenzo ZAGO. Correction du rapport.
Mercredi 21 Juillet 2010	Fin de la correction du rapport final.
Jeudi 22 Juillet 2010	Mise en commun du rapport final, des annexes et des mises en plan. Impression du rapport final. Gravure du DVD pour la bibliothèque de la HEIG-VD.
Vendredi 23 Juillet 2010	Rendu de la totalité du travail de Bachelor. Rendu du rapport final.