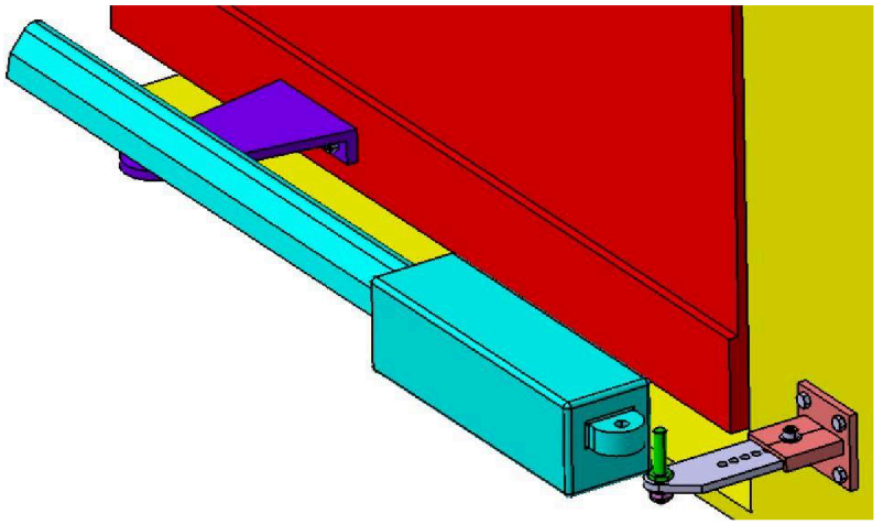


SAE 1.2 : Modification de la fixation d'une motorisation de portail dans le cas d'un fonctionnement en suivi de pente.



SIMON Nays

A12

Année 2023/24

Dans le cadre du projet, il nous a été demandé de concevoir un système modifiant la fixation d'une motorisation de portail. L'objectif est de fournir à ce dernier une ouverture en suivie de pente. Pour cela, nous avons tout d'abord pris connaissance du cahier des charges et des fonctions principales à inclure dans notre étude. Puis nous avons réfléchi aux solutions possibles. Il a été nécessaire de proposer et développer plusieurs réponses aux problématiques soulevées par le cahier des charges avant de sélectionner la solution technique la plus adaptée. Ce rapport permet de retracer les démarches et réflexions effectuées et de comprendre le choix qui a été sélectionné, en se basant sur les critères et l'analyse du cahier des charges.

La pièce reliant la fixation murale au vérin du portail doit respecter les contraintes présentées dans le tableau suivant :

Fonctions	Caractéristiques	Niveaux	Flexibilités
FP : Relier le vérin à la fixation murale, en permettant un débattement angulaire.	Durée de la manœuvre. Rotation du vantail. Inclinaison du vantail par rapport au seuil horizontal	20s 90° Autour de l'axe (Z0) 10° dans le plan (X0, 0, Z0)	± 2s ± 5° 0° + 5°
FC1 : S'adapter à la chape arrière du vérin.	Montage sur la chappe arrière du vérin. Voir dessin d'ensemble et documents techniques	Aucun usinage et aucune modification accepté,	0
FC2 : Être démontable.	Outillage classique, sans qualification particulière.	10 mm	± 2 min
FC3 : Résister à la corrosion et aux agressions du temps.	Fonctionnement en extérieur.	Durée de vie : 5 ans	± 1 an
FC4 : Être harmonieux par rapport l'ensemble du portail.	Esthétique.	Intégré à l'ensemble du portail.	
FC5 : Être réalisé, en partie, à l'IUT, sur machines conventionnelles.	Moyens techniques conventionnels de l'IUT (tournage, fraisage, perçage…) et matière disponible au magasin.	8h de fabrication	± 2h
FC6 : Respecter un budget maxi de 30 Euros, pour les pièces non fabriquées à l'IUT.	Fourniture disponible pour les deux cotés.	Livraison aux particuliers	± 5 Euros
FC7 : S'adapter à la fixation murale.	Montage sur la fixation murale. Voir dessin d'ensemble. Alignement horizontal vérin fixation murale. Entre-axe Parallélisme vérin – plan d'appui de la fixation murale. Axe et platine mobile modifiables.	Plan tangent (voir plan 2d) 60 mm 0°	0 ± 20 mm 0°
FC8 : Résister à l'effort maxi développé par le vérin.	Effort de poussée suivant l'axe du vérin.	2000 N	0

Figure 1: tableau des fonctions contraintes et principale

Le cahier des charges, dont ce tableau est extrait, nous présente une fonction principale accompagnée de huit fonctions contraintes. Nous avons donc commencé par regarder la fonction principale, intitulée "*Relier le vérin à la fixation murale, en permettant un débattement angulaire*". Cette fonction principale a amené à une réflexion portant sur les liaisons mécaniques pouvant permettre un tel mouvement.

Le système doit répondre à plusieurs caractéristiques : durée de manœuvre, rotation et inclinaison. Il nous est demandé de permettre au portail de s'ouvrir tout en suivant la pente de la cour qui a un angle d'inclinaison de 10° à 15°. Le portail doit donc, en s'ouvrant, effectuer un second mouvement lui permettant de le soulever suffisamment pour ne pas être bloqué par la pente, tout en faisant attention au support. Nous devions donc trouver une solution laissant deux degrés de liberté au portail : un premier degré de liberté de rotation lui permettant de s'ouvrir, ainsi qu'un second degré de liberté en rotation qui rendrait possible l'inclinaison du portail.

Pour cela, deux différents types de liaisons permettent la combinaison de deux rotations. Tout d'abord, la liaison sphérique à doigt permet une rotation autour de deux axes : un premier en tournant la boule et le doigt sur eux-même, ainsi qu'un second pour lequel le doigt suit le tracé imposé par une fente. Une variante à cette liaison qui permettrait d'effectuer cette combinaison de rotation repose sur l'utilisation de deux liaisons pivots. Leur emploi successif permet d'additionner les degrés de rotation de chacune de ces liaisons et d'obtenir l'équivalent de cette liaison sphérique à doigt évoquée précédemment.

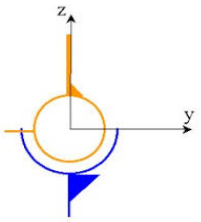


Figure 2 : schéma cinématique de la liaison rotule à doigt

Après avoir déterminé les liaisons à mettre en place pour répondre à la problématique, il a fallu prendre en compte la géométrie à laquelle la pièce devait s'adapter. Nous pouvons notamment citer les fonctions contraintes numéros 1, intitulée "*S'adapter à la chape arrière du vérin*", et 7, intitulée "*S'adapter à la fixation murale*". Ces contraintes évoquent la nécessité de concevoir une forme ou liaison adaptées à la chape arrière du vérin qui devait être lié au support sans y apporter de modification. Elles permettent également de comprendre que l'axe de la fixation murale doit également être employé sans remplacement mais des modifications peuvent y être apportées.

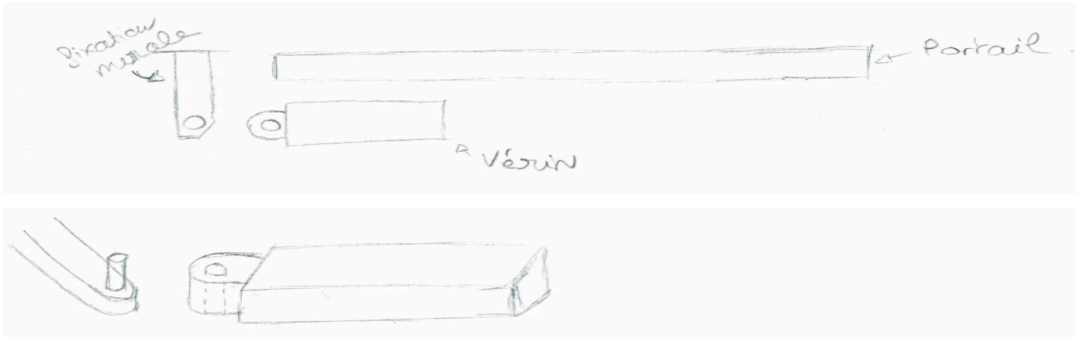
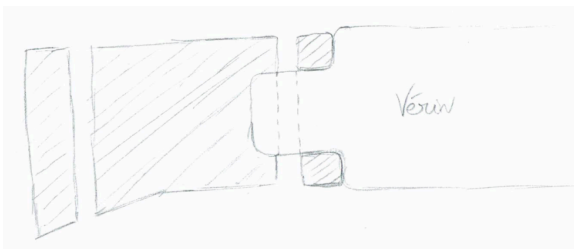


Figure 3: croquis de l'installation mise en place

Nous avons tout d'abord eu une première idée, à savoir de développer une pièce unique servant de solution à elle seule. Celle-ci devait posséder une forme permettant un angle progressif lorsqu'elle est entraînée en rotation autour de l'axe de la fixation murale. Cette solution est relativement peu coûteuse. En effet, elle est entièrement réalisable par nos soins à l'atelier. Cependant, sa géométrie reste complexe.



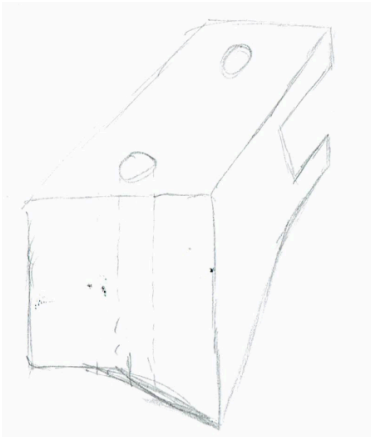


Figure 4: croquis de la première idée

Une deuxième idée a été développée. Cette dernière, consiste en la mise en place d'une rotule simple dans une pièce, elle-même maintenue en position sur la chape du vérin et sur l'axe de la fixation murale. Cette pièce doit avoir une fente la coupant en deux afin de permettre à la rotule d'être mise en position et maintenue pour bloquer les degrés de liberté souhaités.

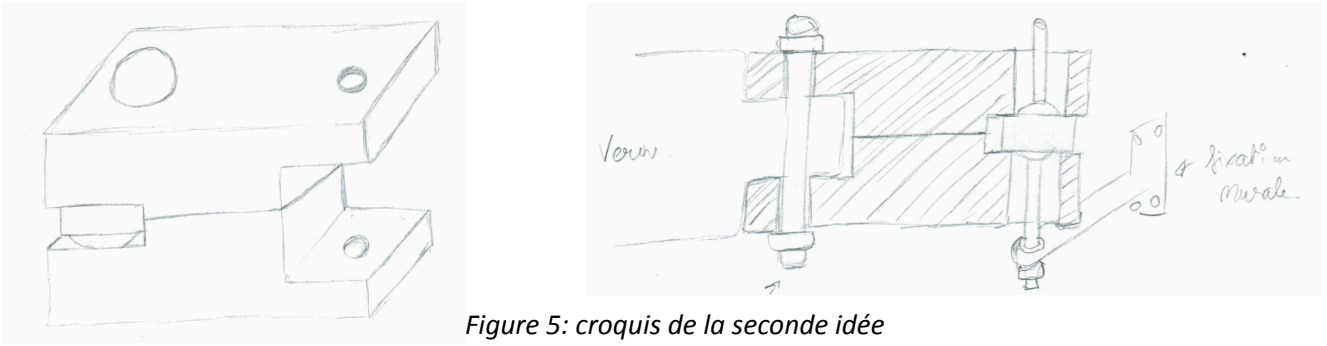


Figure 5: croquis de la seconde idée

Le coût engendré par la mise en place de cette deuxième solution est plus onéreux que la première solution, évoquée précédemment. Le coût d'une telle rotule est en effet compris entre 10 et 15€. A cela viennent s'ajouter l'achat des boulons et tiges filetées pour la mise en position sur la chape arrière du vérin. Cependant l'usinage de la pièce était quant à lui plus simple.

Enfin une dernière solution a émergé découlant de la précédente. Pour cette dernière, l'objectif principal était de faciliter la mise en place de la rotule. Pour cela, l'idée était de changer la rotule simple par un embout de rotule mâle, qui possède une tige filetée déjà rattachée à la rotule. Cela nous éviterait donc de devoir monter la rotule serrée dans la pièce à usiner. Supprimant la problématique d'avoir deux pièces à usiner puis à assembler, cette solution s'avère plus pratique. Son prix est similaire à la solution précédente.

Un tableau comparatif, présenté ci-dessous, a permis de mieux déterminer la solution la plus adaptée et répondant le mieux aux fonctions données dans le cahier des charges.

	Solution 1	Solution 2	Solution 3
Permettre un angle de 10° ±5°	oui	oui selon choix de la rotule	oui selon choix de la rotule
Être démontable	oui	oui	oui
S'adapter à la chape arrière du vérin sans modification	oui	oui	oui
S'adapter à l'axe de la fixation murale avec modification possible	oui sans modification	oui avec modification	oui avec modification
Résister aux intempéries	utilisation de matériaux résistants	utilisation de matériaux résistants	utilisation de matériaux résistants
Être mis en place des deux côtés	ne s'adapte qu'à un côté et doit être usinée différemment	oui	oui
Usinage sur machine conventionnelle	oui avec du travail	simple mais long	simple peu de temps
Mise en place simple avec des outillages classiques	montage simple outillage classique	montage simple mais plus long avec la mise en place des deux parties	montage avec des outils classiques
Budget	0€	entre 10 et 30€ selon matériaux choisis	entre 15 et 20€ selon matériaux utilisés
Être harmonieux	oui	oui	oui
Restituer l'effort du vérin	oui	oui	oui

Figure 6: tableau de comparaison des idées en fonction des fonctions à respecter

Ce tableau nous a permis de retenir la troisième solution pour le montage final. Il s'agissait de la solution la plus efficace, la moins coûteuse et la moins contraignante au niveau usinage. Il a donc été nécessaire de chercher les éléments à acheter. Puis de concevoir la pièce avec les côtes, afin qu'elles s'adaptent au cahier des charges et aux dimensions des éléments achetés, en particulier à la rotule.

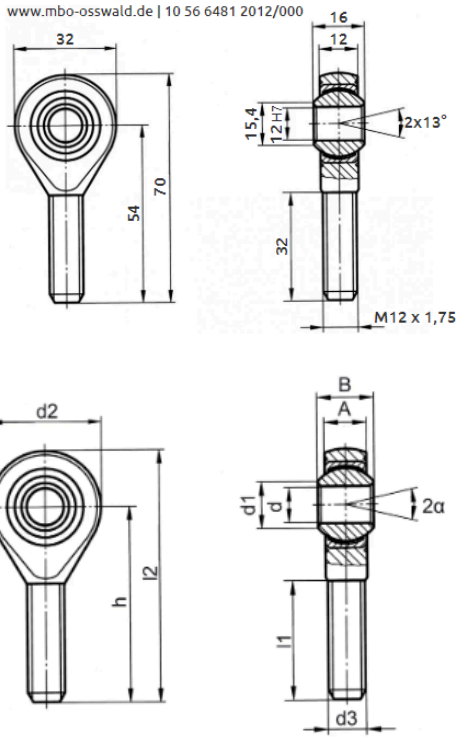
En premier lieu, il fallait déterminer la rotule à mettre en place dans la solution choisie pour répondre à la problématique, tout en faisant attention à ce qu'elle réponde à toutes les exigences techniques. Tout d'abord, elle doit s'adapter au diamètre de l'axe de fixation murale, à savoir un diamètre de 12mm. De même, la résistance à la charge du vérin nécessaire est de 2000N. Son angle de débattement doit être d'au moins 10°. Il fallait également prendre en compte la durabilité dans le temps et sa résistance à l'environnement. Le portail étant placé en extérieur, il doit notamment être amené à résister à la corrosion et aux aléas climatiques.

Deux types de rotules correspondant à ces caractéristiques ont pu être trouvées :
- Les embouts rotule DIN ISO 12240-4 (DIN 648) série k en acier inoxydable avec filetage
- Les embouts rotule DIN ISO 12240-4 (DIN 648) série k en acier galvanisé avec filetage

Ces deux types de rotules ont de nombreux points communs, elles ne se différencient que par le choix des matériaux utilisés. L'acier inoxydable sera plus résistant face à la corrosion. Ce matériau résiste aux intempéries et possède des propriétés mécaniques intéressantes. Son coût est cependant plus élevé que l'acier galvanisé.

La rotule choisie, dont un schéma et les données techniques sont données ci-dessous, répond aux différentes exigences du cahier des charges. En effet, celle-ci est usinée en acier inoxydable, permettant de répondre aux fonctions contraintes numéros 3 et 8 portant sur la résistance à la corrosion ou à l'effort exercé par le vérin par exemple. Sa taille lui permet d'être mise en place sur le portail. Son diamètre d de 12mm, et son angle de débattement de 13°, valident la fonction principale du cahier des charges imposant un angle compris entre 10 et 15°.

Lubrification:	pas de graissage ; la bague intérieure glissant sur le tissu PTFE collé sur la surface de roulement ; température de service : -50 °C à +150 °C
Embout à rotule_Articulation à rotule:	Embout à rotule
Série:	Série K
Maintenance:	sans maintenance
Filet:	Filetage
Boulon fileté:	Non
Etanchéification :	Non
Pour têtes de chapes:	Non
Matériau:	Corps : acier inoxydable 1.4057 (X17CrNi16-2), forgé, poli taille 40 acier inoxydable 1.4057, tourné Coquille de coussinet : bronze spécial CuSn8 avec tissu PTFE collé sur la surface de roulement Bague intérieure : acier palier de roulement 1.3505 (100Cr6), trempé, poncé, poli, chromé dur sur la surface de roulement, alternative : acier inoxydable 1.4034 (X46Cr13), trempé, poncé, poli



Après avoir déterminé la rotule à mettre en place, il a été possible de passer au développement de la pièce à usiner. En premier lieu, nous avons adapté la pièce à la forme de la chape arrière du vérin. La forme à concevoir devait venir en appui plan contre le vérin et avoir un perçage coïncident au trou déjà présent dans la chape arrière du vérin. Ce perçage permet ainsi d'y introduire un axe assurant le maintien en position de la pièce réalisée. En ce qui concerne la rotule, un trou taraudé en M12*1.75 correspondant au filetage de notre rotule sera à effectuer. La pièce sera faite à l'atelier avec un alliage d'aluminium En-AW 2017 a.

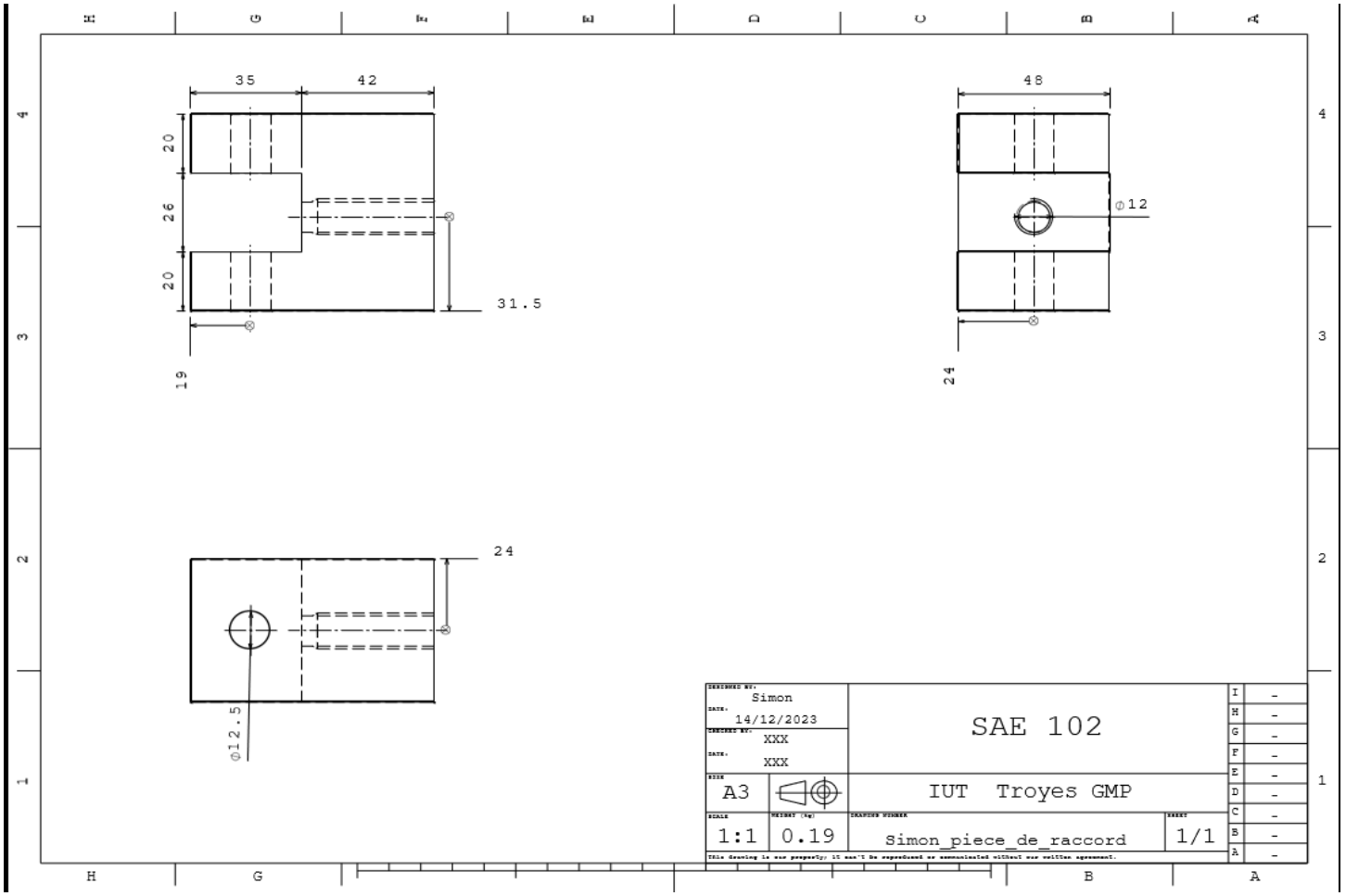


Figure 7: mise en plan de la pièce à usiner

Après l'assemblage de la pièce solution sur le logiciel CATIA, il faut déterminer les éléments manufacturés permettant de supprimer les derniers degrés de liberté restants et non nécessaires afin d'assurer le maintien en position de la solution apportée.

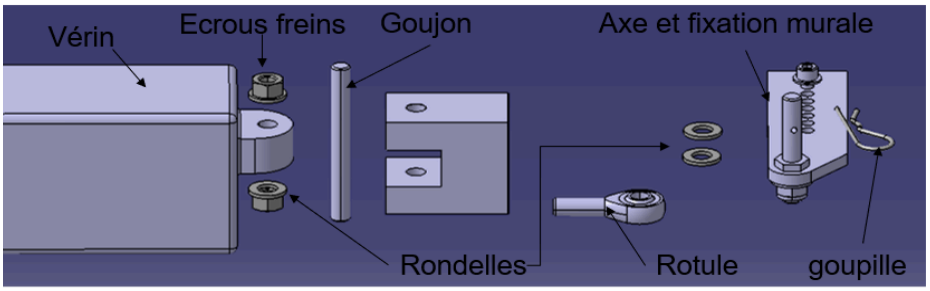
Après avoir déterminé les pièces à ajouter à l'assemblage, il faut se pencher sur l'étude des coûts de chaque solution permettant de répondre au cahier des charges afin de procéder à une comparaison pour les différentes idées recherchées et de déterminer la solution optimale. Les prix ont été placés au sein d'un tableau d'étude des coûts afin de faciliter la comparaison. Ceux-ci s'accompagnent des fournisseurs, des matériaux et du lien permettant d'obtenir ces pièces.

Rotule	Fournisseur	Prix	Matériaux	Lien du site	Solution retenue	Prix Final
Rotule	mbo	15.97€ par 1 13.83€ par 10 12.13€ par 25 9.98€ par 50	Acier galvanisé	https://www.mbo-osswald.de/fr/shop-boutique/embouts-a-rotule-din-iso-12240-4-din-648-serie-k-version-sans-maintenance-filetage/105264812012013		
Rotule	mbo	24,11€ par 1 22,76€ par 10 21,97€ par 25 20,09€ par 50	Acier inoxydable	https://www.mbo-osswald.de/fr/shop-boutique/embouts-a-rotule-din-iso-12240-4-din-648-serie-k-version-sans-maintenance-acier-inoxydable-filetage/105664812012000	x	20,09€ l'unité
Rotule	mbo	35.50€/l'unité	Acier inoxydable	https://www.mbo-osswald.de/fr/shop-boutique/embouts-a-rotule-din-iso-12240-4-din-648-serie-k-version-sans-maintenance-tout-acier-inoxydable-filetage/105664842012000		

Éléments de maintien en position	Fournisseur	Prix	Matériaux	Lien du site	Solution retenue	Prix Final
Tige filetee 1m	vis express	7,92€	Inox A2	https://www.manomano.fr/p/tige-filetee-m12-longueur-1-metre-inox-a2-27702584?model_id=27683473		
Tige filetée 2m	vis express	8,46€	Inox A2	https://www.vis-express.fr/fr/tige-filetee-longueur-1-metre-inox-a2-din-975vs3347vs0104/20342-2065775-tige-filetee-inox-a2-12-long-2-ml-3663072173002.html#/21-conditionnement-1_piece		
Goujon bout filetée	vis express	1.89€ par 10	Inox 2	https://www.vis-express.fr/fr/goujon-bout-filetee-1xd-inox-a2-din938vs8891/54483-gouj-bout-filetee-1xd-a2-12x90-3663072470651.html	x	1.89€
Ecrou Hexagonal HU	vis express	2,22€ par 1 0,49€ par 10 0,26€ par 30 0,24€ par 100	Inox A4	https://www.vis-express.fr/fr/ecrou-hexagonal-hu-inox-a4-din-934-din-934-vs0100/21007-404373-ecrou-hexagonal-hu-m12-inox-a4-3663072174139.html#/266-conditionnement-100_pieces		
Ecrou Hexagonal	Plombier-pro	80,60€ pour 100	Inox A2	https://www.plomberie-pro.com/quincaillerie/visserie/boulonnerie-inox/ecrou-hexagonal-inox-12x10-boite-de-100-d349066a		
Ecrou frein	les inoxydebles	0.24€ par 200	Inox A2	https://www.les-inoxydables.com/ecrous-inox-a2/146-21778-ecrou-bague-nylon-hi-hexagonal-nylstop-frein-din-985-inox-a2.html#/101-diametre_m-m12	x	0,24€ l'unité x2
Goupille ressort	manomano	3,82€	Acier Inox	https://www.manomano.fr/p/goupille-beta-3-lot-de-50-11348873	x	0,08€ l'unité
Rondelle	vis express	2,22€ par 1 0,49€ par 10 0,17€ par 30 0,17€ par 100	Inox A4	https://www.vis-express.fr/fr/rondelle-plate-m-inox-a4-nfe-25513-nfe-25513vs-nfe25513-grade-c/21694-rondelle-plate-m12x27x25-m-inox-a4-3663072175884.html	x	0,17€ l'unité x4
					Coût Total	23,22€

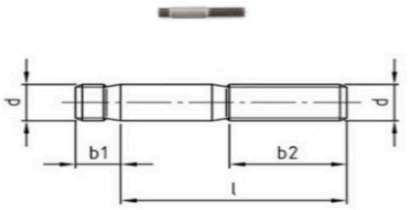
Figure 8: tableau comparatifs des éléments manufacturés et choix des composants

A l'aide du tableau il est possible d'en déduire la nomenclature finale du système à mettre en place. Pour la solution choisie, voici donc toutes les pièces nécessaires.



Afin de créer une liaison encastrement entre la chape du vérin et la pièce à usiner, on utilise ici un goujon ainsi que deux rondelles et deux écrous freins qui sont disposés de part et d'autre de la tige. Le choix final s'est porté sur le goujon car celui-ci évite, par rapport à une tige filetée sur toute sa longueur, que le filetage se retrouve à l'intérieur des trous. Le jeu et l'usure du filetage et de la pièce prématurée est donc évité.

VS8891 - GOUJON DIN938 INOX A2



d	l	b2	b1
12 mm	35 à 120 mm	30 mm	12 mm

Ref / Diamètre intérieur	Taille de clé S (mm)	Pas	Dimension e (mm)	Epaisseur h	Epaisseur m
3	5.5	0.5	6.01	4	2.4
4	7	0.7	7.66	5	2.9
5	8	0.8	8.79	5	3.2
6	10	1	11.05	6	4
8	13	1.25	14.38	8	5.5
10	17	1.5	18.9	10	6.5
12	19	1.75	21.1	12	8
14	22	2	24.49	14	9.5
16	24	2	26.75	16	10.5
18	27	2.5	29.56	18.5	13
20	30	2.5	32.96	20	14
22	32	2.5	35.03	22	15
24	36	3	39.55	24	15
27	41	3	45.2	27	17

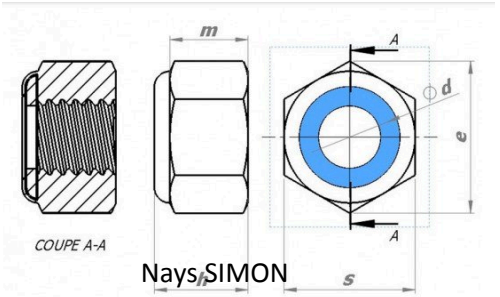
ECROU FREIN NYLSTOP - INOX A2 - DIN 985 - TYPE HI

RÉF: A2HI12

Société des AVIS GARANTIS ★★★★★ Basé sur 45 avis VOIR LES AVIS

Ecrou type Hi - Hexagonal **Autofreiné Nylstop - frein**
Bague nylon bleue
DIN 985 - ISO 10511
Qualité **INOX A2** - AISI 304
Pas de vis : standard (gros pas)

La dimension "s" détermine la dimension de la clé à employer pour l'assemblage.



La rotule est mise en liaison hélicoïdale dans la pièce développée. Enfin la rotule est placée à la suite d'une rondelle puis suivie d'une seconde rondelle qui est bloquée par une goupille. Ce montage permet une liaison encastrement entre le roulement de la rotule et l'axe, ce qui ne laisse droit plus qu'à 2 degrés de rotation à l'ensemble de notre montage.

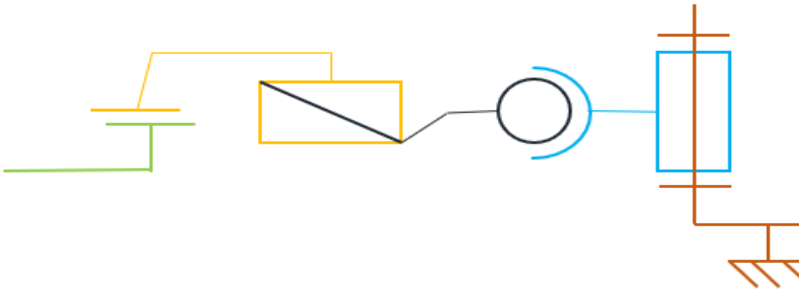
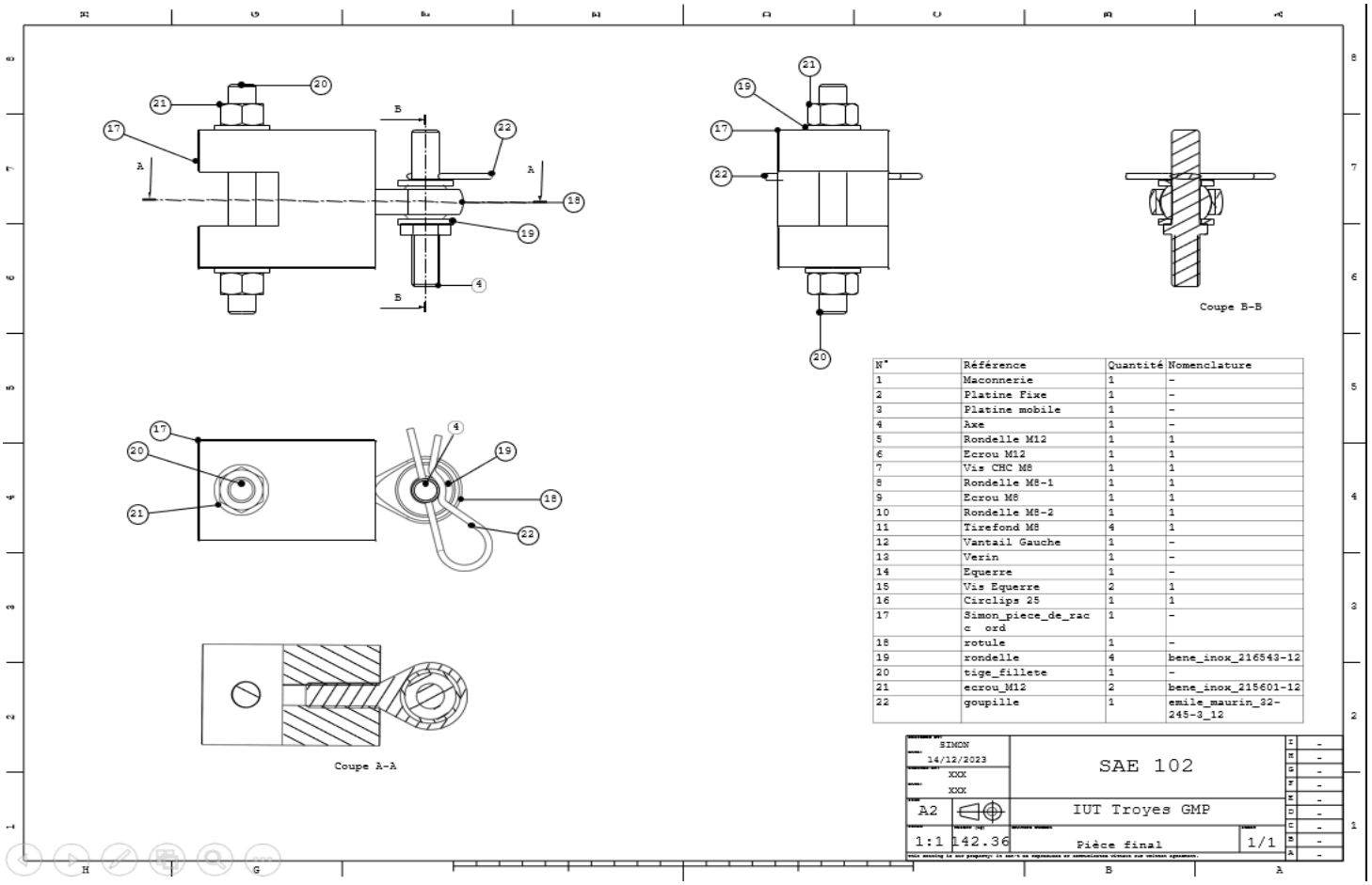


Figure 9: schéma cinématique du système mis en place

Tous les matériaux choisis sont en acier inoxydable afin de résister aux intempéries. Il n'y a aucune différence de solution pour un côté ou l'autre du portail, cette solution étant utilisable peu importe celui-ci.

La solution revient a un budget final de 23,22 €, répondant à l'exigence du cahier des charges donnant un budget de 30€ maximum.

Figure 10: mise en plan de la solution finale ainsi que la nomenclature



N°	Référence	Quantité	Nomenclature
1	Maconnerie	1	-
2	Platine Fixe	1	-
3	Platine mobile	1	-
4	Axe	1	-
5	Rondelle M12	1	1
6	Ecrou M12	1	1
7	Vis CHC M8	1	1
8	Rondelle M8-1	1	1
9	Ecrou M8	1	1
10	Rondelle M8-2	1	1
11	Tirefond M8	4	1
12	Vantail Gauche	1	-
13	Verin	1	-
14	Equerre	1	-
15	Vis Equerre	2	1
16	Circlips 25	1	1
17	Simon_piece_de_rac c ord	1	-
18	rotule	1	-
19	rondelle	4	bene_inox_216543-12
20	tige_fillete	1	-
21	ecrou_M12	2	bene_inox_215601-12
22	goupille	1	emile_maurin_32-245-3_12

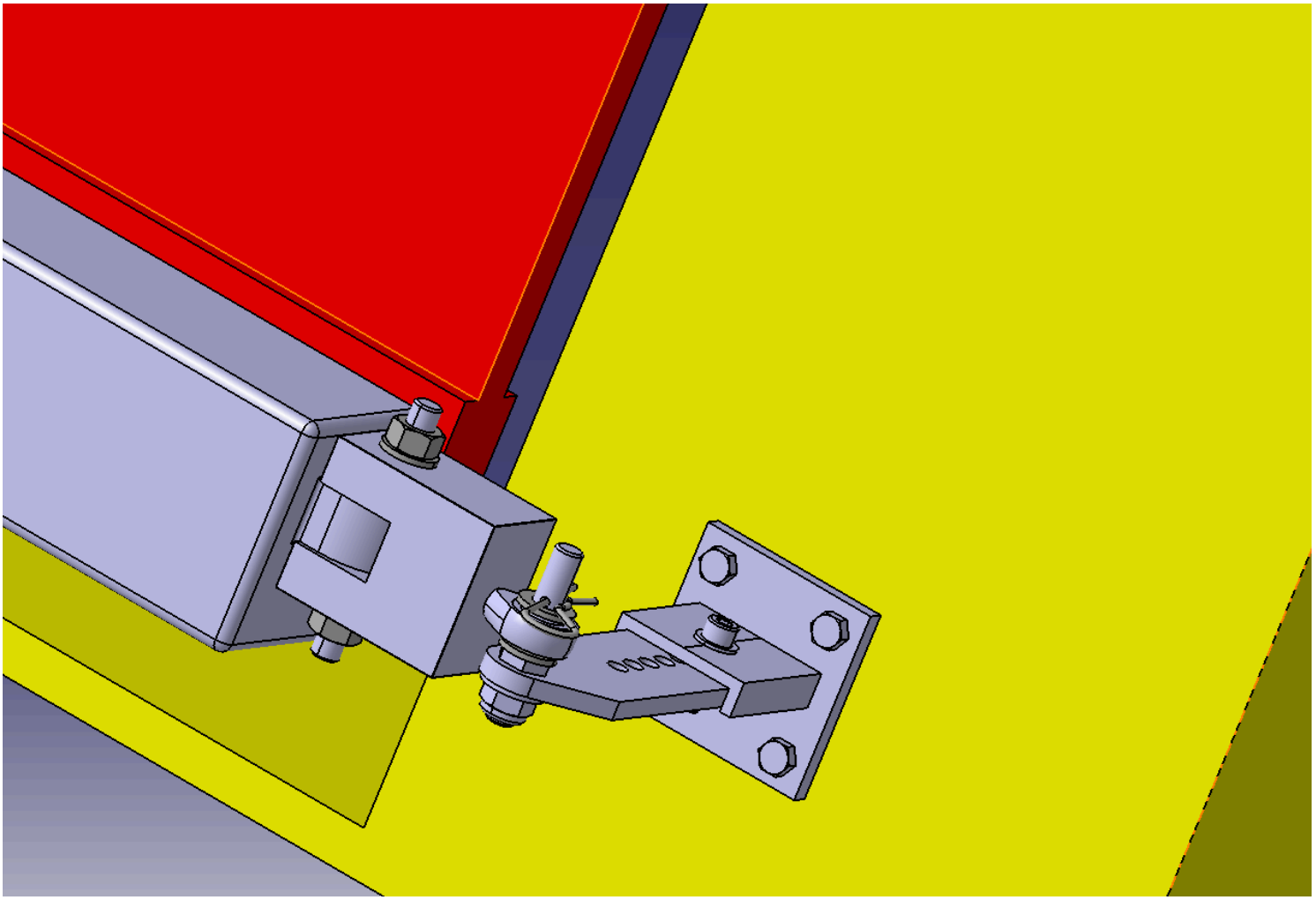


Figure 11: modélisation CATIA de la solution finale

Pour conclure, au cours de ce projet, nous avons étudié les différentes possibilités de réalisation d'une pièce permettant de lier un vérin à un support . Cette pièce devait répondre à un cahier des charges basant les exigences quant aux fonctionnalités auxquelles devait répondre notre pièce. Pour réaliser cette pièce, un premier travail a consisté à répertorier les différentes solutions envisageables. Trois solutions ont ici été étudiées, puis comparées avant de sélectionner celle semblant la plus prometteuse en fonction des exigences et de la faisabilité. Le choix d'une rotule à doigt en acier inoxydable avec une pièce réalisée sur mesure afin de correspondre au vérin et à la pièce support s'est imposé. Cette pièce et le montage lié ont été réalisés sur le logiciel CATIA afin de modéliser la solution conçue. Répondant à la fonction principale et aux fonctions contraintes imposées par le cahier des charges, cette pièce permet donc de joindre le vérin au support en permettant les degrés de liberté nécessaire au bon fonctionnement du portail : une élévation du portail et une rotation du portail.