

# Sommaire

---

|  |           |
|--|-----------|
| Remerciements  | 3         |
| Abstract   | 5         |
| <b>1- INTRODUCTION</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2- PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE</b>                             | <b>7</b>  |
| 2.1 Groupe <i>COMAT</i>  | 7         |
| 2.2 Entreprise <i>COMAT METAL INDUSTRIE</i>                        | 8         |
| 2.3 Organigramme et fonctionnement de <i>COMAT METAL INDUSTRIE</i> | 9         |
| 2.4 Fonctionnement de <i>COMAT METAL INDUSTRIE</i>                 | 10        |
| <b>3- PRÉSENTATION DE L'ATELIER ET DE LA PRODUCTION</b>            | <b>11</b> |
| 3.1 Organisation de l'atelier                                      | 11        |
| 3.2 Fonctionnement de la production                                | 14        |
| 3.2.1 Dérouleuse   | 14        |
| 3.2.2 Refendeuse   | 16        |
| <b>4- LA MISSION DU STAGE</b>                                      | <b>18</b> |
| <b>5- CONCEPTION D'UN SYSTÈME DESTINÉ AU RÉGLAGE DES COUTEAUX</b>  | <b>24</b> |
| 5.1 Différentes pistes / Ebauches                                  | 24        |
| 5.2 Solutions retenues / Validation                                | 29        |
| 5.3 Réalisation (étapes chronologiques)                            | 31        |
| 5.4 Finalité de la conception                                      | 37        |
| <b>6- CONCLUSION</b>   | <b>42</b> |
| <b>7- ANNEXES</b>  | <b>43</b> |
| 7.1 Mission secondaire   | 43        |
| 7.2 Dessin de définition   | 46        |

## Abstract

---

During my DUT Mechanical Engineering and Productivity, I carried out my internship from 10 April to 23 June 2017, a period of 11 weeks, at *COMAT METAL INDUSTRIE*.

I came into contact with this company through my former nanny whose son is employed in the company.

After a first appointment with L. Dutour and A. Degremont, it was agreed that my formation at the IUT of Angers are in agreement with the company and its industrial sector.

The managers of COMAT thus proposed to me to be able to carry out my internship of study within their company.

I came in the same time as the delivery of a new production line, which was an interesting opportunity.

Indeed, my mission was too built a system to optimize the adjustment of the newly production line. It was the occasion for me to find solutions to gain time in the settings.

This traineeship was therefore an opportunity for observations, exchanges with professionals and conceptualization.

The following report will attempt to present the company first and then define the mission that was given to me. I shall then describe precisely the steps I have tried to explain during this report.

This first experience in the world of industry was decisive for my future orientation. The confrontation with professional reality gives meaning to what has been learned in school and gives another angle of view on the conception.

# 1. INTRODUCTION

---

C'est dans le cadre de mon DUT Génie Mécanique et Productique que j'ai effectué mon stage du 10 avril au 23 juin 2017, soit une période de 11 semaines, dans les locaux de *COMAT Métal Industrie*.

Je suis rentré en contact avec cette entreprise par l'intermédiaire de mon ancienne nourrice dont le fils est employé dans l'entreprise.

Après un premier rendez-vous avec messieurs L. Dutour et A. Degrémont, il a été convenu que ma formation à l'IUT d'Angers était en concordance avec l'entreprise et sa caractéristique industrielle. Les responsables de COMAT me proposaient ainsi de pouvoir effectuer mon stage d'étude au sein de leur entreprise.

Mon arrivée dans l'entreprise s'est fait en même temps que la livraison d'une nouvelle ligne de production, ce qui a été une opportunité intéressante. En effet, ma mission a ainsi pu se construire autour du projet d'optimisation du réglage de la refendeuse nouvellement acquise. Il s'agissait pour moi de trouver des solutions pour obtenir des gains de temps dans les réglages.

Ce stage a été donc une l'occasion conjointe d'observations, d'échanges avec des professionnels et de conceptualisation.

Le rapport qui suit tentera de présenter dans un premier temps l'entreprise et définir ensuite la mission qui m'a été donnée. Je décrirai ensuite de manière précise les démarches que j'ai tenté d'entreprendre pour mener à bien cette même mission.

## 2. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

---

### 2.1 Groupe COMAT

Depuis plus de 30 ans, le groupe *COMAT* est spécialiste de l'enveloppe métallique du bâtiment. Ce Groupement d'Intérêt Économique repose sur les savoir-faire de façonneur métallique. *COMAT*, c'est plus de 75 millions de chiffre d'affaire (année 2016), plus de 4 000 clients et 250 collaborateurs. Leur ingénierie se décline en plusieurs activités qui sont principalement organisées autour de trois entreprises.

La première s'appelle *COMAT SPECIFIC* : son siège social se situe à Montreuil-Juigné et 8 agences sont implantées dans toute la France afin de couvrir l'ensemble de la métropole (des agences sont également en cours d'implantation à Bordeaux et à Marseille). Chaque agence est totalement autonome et possède son propre bureau d'étude, sa propre flotte de poids lourds et sa propre force de vente.

Cette décentralisation régionale garantit une flexibilité, une réactivité et une souplesse qui constituent de vrais atouts pour les besoins de leurs clients.

L'ensemble des agences produit des pièces de finition sur-mesure d'après les plans de leurs clients (accessoires métalliques pour le bâtiment, pliages sur mesure et accessoires d'étanchéité), de l'unité à la moyenne ou grande série, pour tout le corps du bâtiment. Cette fabrication est essentiellement assurée via des machines à commandes numériques : cisailles, presses plieuses, poinçonneuses mais aussi par des ateliers de chaudronnerie soudure MIG et TIG et des magasins automatiques (CS300).

La seconde activité complète la première par une société baptisée *COMAT DESIGN*, spécialisée dans la conception de bardage métallique (des clins et de cassettes notamment sans fixation apparente). Son objectif est de répondre aux besoins des projets architecturaux.

*COMAT DESIGN* se situe également dans la Zone Industrielle de Montreuil-Juigné.

La troisième activité du groupe *COMAT* est reprise par *COMAT METAL INDUSTRIE*. Mon stage s'effectue au sein de cette entreprise. Elle fournit les autres agences *COMAT* en tôle plane.



Cependant j'ai eu l'opportunité de pouvoir visiter l'ensemble de ces filiales étant donné qu'elles sont regroupées sur la ZI de Montreuil-Juigné. Ce fut une expérience particulièrement enrichissante dans laquelle j'ai pu appréhender le groupe dans sa globalité et observer de multiples machines spécifiques : ligne de refendage, chaîne de laquage, dérouleuse et des machines traditionnels : plieuses, cisailles...

J'ai également pu observer des organisations et des fonctionnements différents.



## 2.2 Entreprise COMAT METAL INDUSTRIE

Cette entreprise a été créée en 1998. Elle gère une partie des approvisionnements en tôle d'acier pour l'ensemble des agences *COMAT SPECIFIC*, permettant au groupe de limiter les intermédiaires, donc de diminuer les coûts.

*COMAT METAL INDUSTRIE* ne se limite pas à ce rôle : elle vend aussi ses tôles planes et des bobines refendues à d'autres professionnels tout comme aux particuliers.

### Résumé du fonctionnement de leur production :

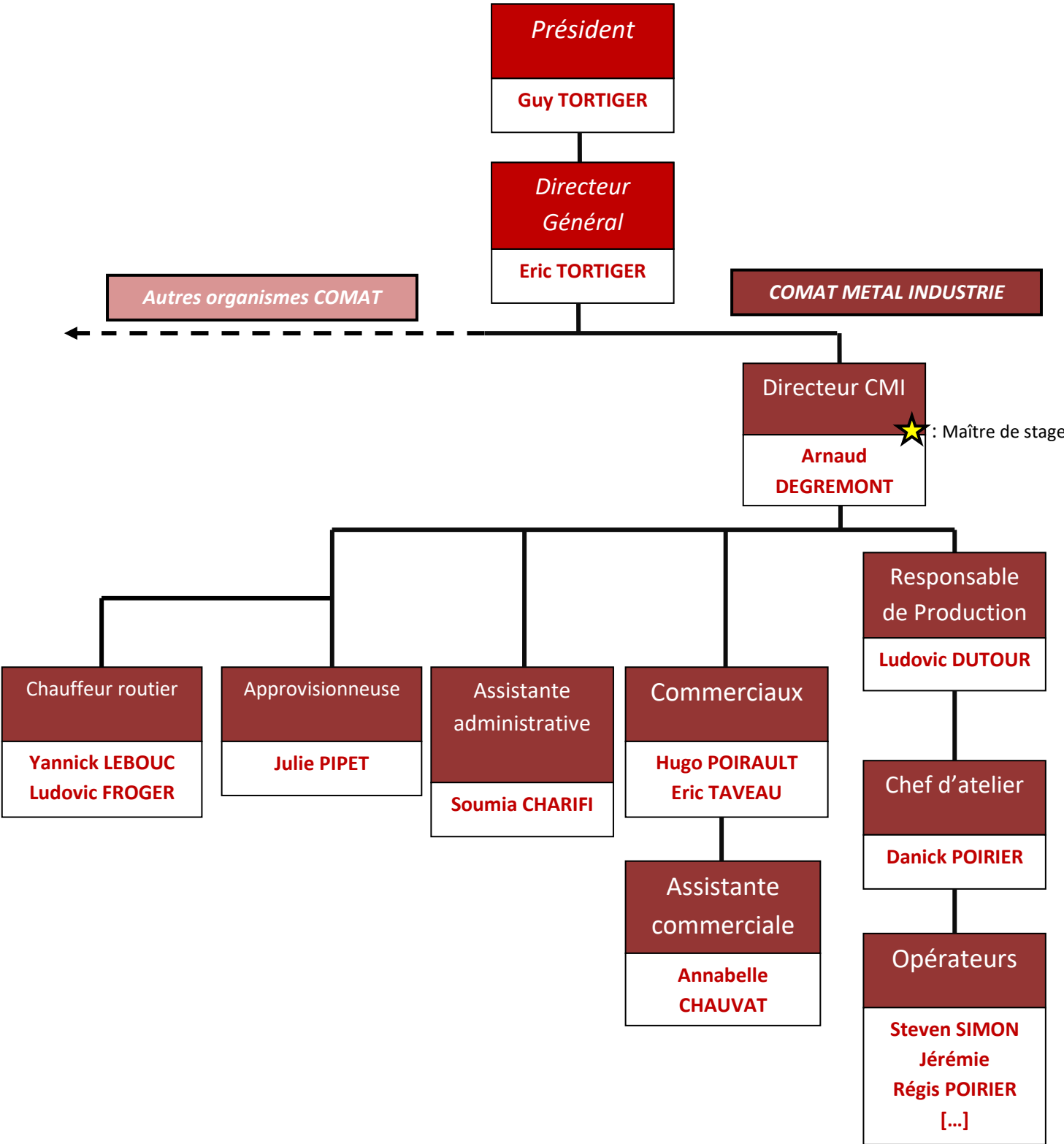
*COMAT METAL INDUSTRIE* achète des bobines d'acier de diverses teintes et revêtements (galvanisé, prélaqué et électro zingué) auprès de leur fournisseur. Environ 20 000 tonnes de bobines sont transformées chaque année par trois lignes de production automatisées (2 dérouleuses et 1 refendeuse).

Des planeuses corrigent certains défauts présents (bords longs, cloques...) sur les bobines avant qu'elles soient découpées à la longueur souhaitée (de 600 à 6 000 mm) ou

refendues. Différentes épaisseurs de films de protection (contre d'éventuelles rayures, altérations des couleurs...) peuvent être appliquées sur ces tôles en fonction du besoin des clients.

Des palettes sont fabriquées sur-mesure pour réceptionner les tôles ou les bobineaux suite à leur découpe, puis des cercleuses automatiques finalisent la commande afin de pouvoir la transporter et la livrer.

### 2.3 Organigramme et fonctionnement de COMAT METAL INDUSTRIE



## 2.4 Fonctionnement de COMAT METAL INDUSTRIE

Le groupe *COMAT* a été créé par André TORTIGER, le père des dirigeants actuels. Ce sont ces derniers qui instaurent et guide la politique du groupe *COMAT*.

Arnaud DEGREMONT est le directeur de l'agence *COMAT METAL INDUSTRIE*, c'est aussi mon tuteur durant ce stage. Il est diplômé d'un DUT Génie Mécanique et Productique et d'un DUT Technique de Commercialisation.

Au cours de ce stage, j'ai pu observer que ses connaissances et son expérience permettaient de veiller à l'organisation du secteur commercial comme celui de la production. Des attributs lui permettant de remplir sa fonction, c'est-à-dire de diriger et veiller au bon fonctionnement de l'entreprise. Il remplit également une fonction de commercial auprès de certains clients.

Les deux commerciaux et leur assistante s'occupent des demandes de prix, du démarchage des clients, des prospects. Ils partent régulièrement en déplacement, après avoir organisé leur tournée, dans toute la France pour rencontrer clients et prospects. Ils traitent également des informations techniques nécessaires au responsable de production.

L'approvisionneuse gère l'apport en bobines auprès des fournisseurs qu'elle rencontre fréquemment au cours de réunions.

Les fournisseurs sont accueillis par l'assistante administrative. Cette dernière s'occupe aussi de l'accueil téléphonique, de la saisie des commandes et des bons de livraison. Toutes les commandes sont informatisées, et donc traçables.

Le responsable de production, quant à lui, se charge de programmer et traiter les commandes pour que les opérateurs puissent les produire. C'est aussi lui qui organise les tournées de livraison pour les clients, il indique aux chauffeurs routiers l'ordre des destinations à atteindre.

Les opérateurs - sans rentrer dans le détail de chaque poste - occupent l'ensemble des postes nécessaires à la production, la préparation et la livraison des tôles planes.

Danick POIRIER, chef d'atelier, supervise le bon déroulement de la production, forme les opérateurs et occupe aussi un poste destiné à la production. Imaginatif et techniquement au point, il s'occupe aussi d'aménager les lignes de production et participe à concevoir des systèmes pour simplifier certaines tâches des opérateurs. Il a également été l'un de mes référents pour guider ma conception, plus particulièrement pour définir le cahier des charges.

J'ai eu l'occasion pendant ce stage d'examiner plusieurs méthodes de management. Chaque mois, un entretien collectif et un entretien individuel ont lieu entre le directeur d'agence et les employés. Cette démarche permet de faire une mise au point en informant tous les salariés du travail accompli par chacun, des non-conformités, des comportements à

adopter vis-à-vis des clients, des choix à conserver, ou, au contraire, à modifier. J'imagine que cela a pour but de favoriser le travail collectif, la compréhension générale de chacun et surtout la cohésion d'équipe. Concernant les entretiens individuels, je n'y ai logiquement pas assisté.

Pour ce qui concerne l'atelier de production, j'ai constaté que le chef d'atelier avait mis en place un roulement dans lequel les opérateurs changeaient de poste chaque semaine.

Outre le fait de rompre avec la monotonie des postes, ce roulement a pour vocation de développer une polyvalence des opérateurs à tous les postes de production. Cet atout s'avère indispensable dans le cas d'une absence, d'un arrêt de l'un des salariés. De fait, cela facilite aussi la formation des intérimaires car chaque employé connaît les comportements à adopter sur chacun des postes.

Selon moi, ces procédés jouent également un rôle important pour assurer la transmission des connaissances sur chacun des postes, évitant que les connaissances d'un employé "disparaissent" de l'entreprise *COMAT METAL INDUSTRIE* lors de son départ (particulièrement pour les plus anciens).

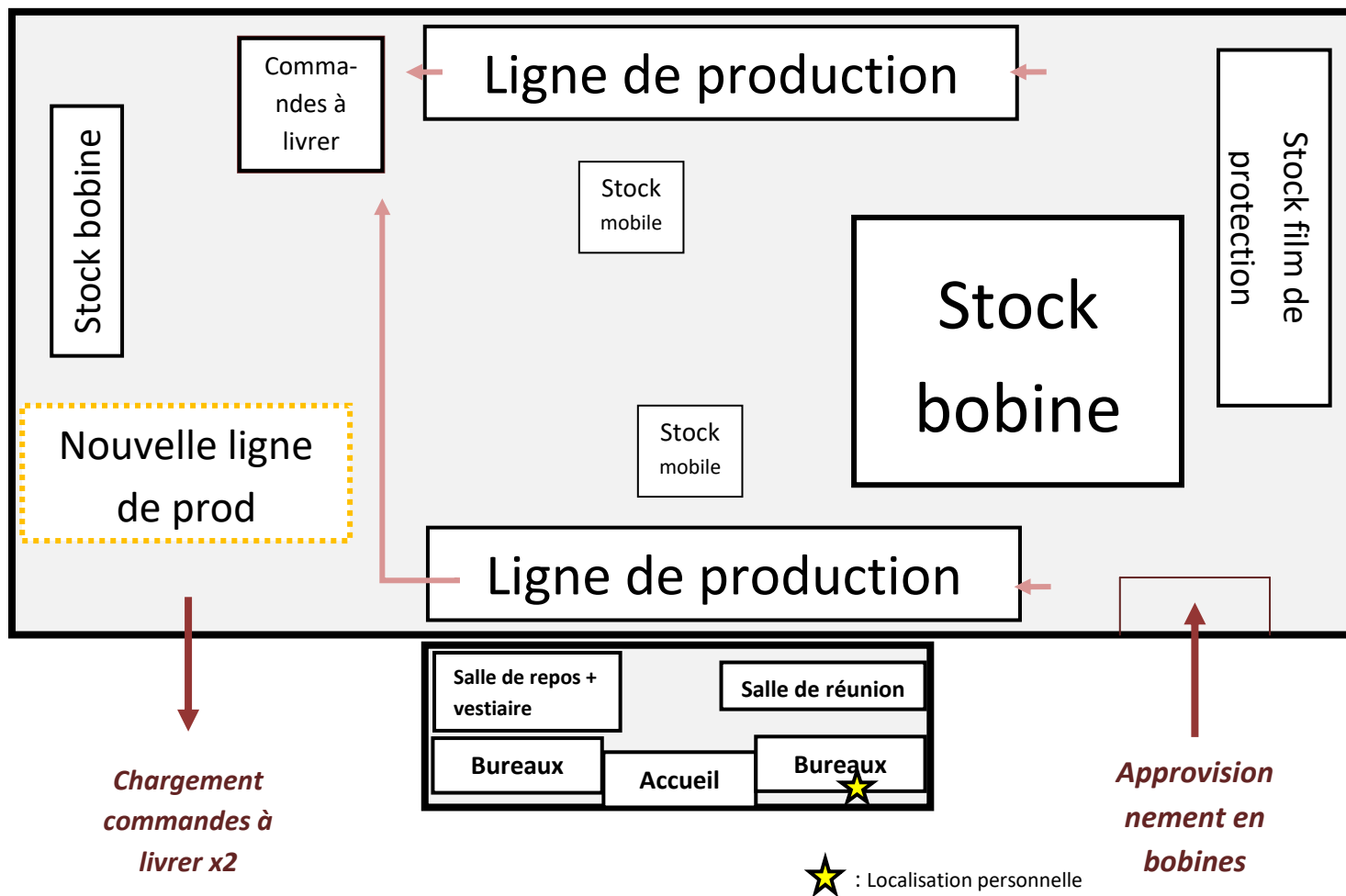
### **3. PRÉSENTATION DE L'ATELIER ET DE LA PRODUCTION**

---

#### **3.1 Organisation de l'atelier**

Nous allons utiliser une représentation schématique de l'implantation d'atelier. Les proportions ne sont pas respectées volontairement, le but étant simplement de visualiser le déroulement de la production dans son ensemble. La surface de production et de stockage s'étend sur 5 000 m<sup>2</sup>.





Sur la photo suivante, nous pouvons observer les films de protection que les clients peuvent demander à appliquer sur les tôles pendant le déroulage. De multiples épaisseurs et types différents sont stockés.



Le cliché ci-dessous montre l'étendu du stock disponible. Il est continuellement renouvelé et modifié selon les commandes et besoins des clients. Les deux lignes de production déroulage se situent après le pont :



Le processus est le suivant : les fournisseurs livrent les bobines conformément aux commandes qui leur sont passées et sont ensuite stockées.

Le pontier décharge et range les bobines en stock. Dans un second temps, et selon les ordres de fabrication, il approvisionne les lignes de production.

Une fois produite, les commandes sont stockées dans une zone d'expédition. Elles seront chargées par le cariste dans des poids lourds pour les livraisons aux clients.

L'organisation de la production s'articule en partie autour de la logistique. J'ai eu l'occasion de remarquer que l'implantation d'atelier était l'un des éléments de cette logistique.

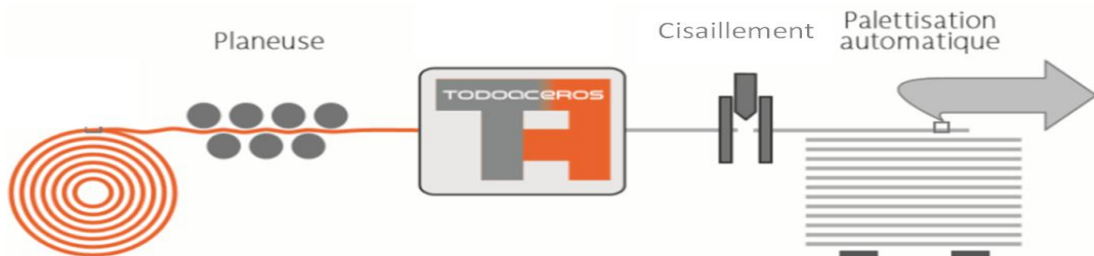
Les bobines d'acier sont transformées en produits avec de la valeur ajoutée par le processus de production qui suit un circuit logique afin d'optimiser le temps de déplacement, de chargement, de limiter aussi les temps de changement d'outil... Ces aspects me semblent cruciaux pour la production. Par exemple, le fait de posséder plusieurs entrées/sorties pour les camions n'empêche pas le chargement d'une commande lors d'une livraison fournisseur.

Les déplacements des bobines sont effectués avec des ponts roulants (supportant jusqu'à 12.5 tonnes).

Les bobines d'aciers sont transportées vers des chariots qui permettent de les amener vers le mandrin de la dérouleuse ou celui de la ligne de refendage.

## 3.2 Fonctionnement de la production

Dans un premier temps je vais décrire le fonctionnement des deux dérouleuses (nommées *STAM* et *DIMECO*) afin d'exposer, dans un second temps, celui de la ligne de refendeuse dont le mécanisme est similaire dans sa globalité.



### 3.2.1 Dérouleuse

La transformation de la bobine en paquet de tôles planes est produite par les deux dérouleuses.

Le pontier commence par effectuer le transfert de la bobine d'acier de son emplacement de stockage jusqu'au chariot porte-bobine. Ce chariot porte-bobine peut contenir jusqu'à trois bobines.

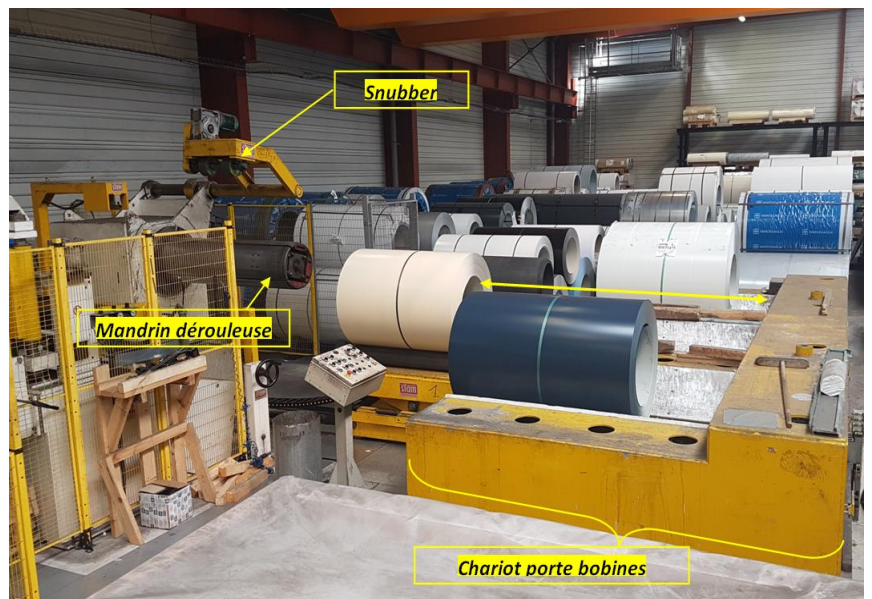
Un autre chariot, de transfert, va transporter une bobine vers le dévidoir de la ligne de production. Plus précisément vers le mandrin de la dérouleuse.

Le diamètre de ce mandrin peut s'ajuster pour accueillir différents diamètres intérieurs de bobine (œil de la bobine).

Des capteurs contrôlent le rayon de la bobine afin d'adapter la vitesse de déroulage de la bobine pour que la tôle plane conserve une vitesse linéaire sur la ligne.

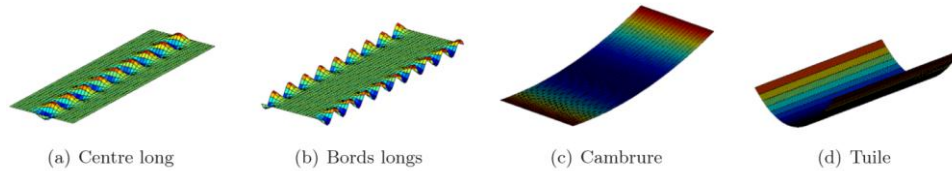
Sans m'attarder sur la fonction de chacun d'entre eux, d'autres capteurs sont présents sur la ligne. Cela permet de souligner qu'une gestion automate est indispensable pour assurer le bon fonctionnement de la ligne, donc de la production.

Une pelle coulissante fait la liaison entre la bobine et l'aménagement qui va « pincer » la tôle. Un *snubber* (sorte de bras robotique) permet de maintenir la bobine pour qu'elle ne se déroule pas avant la mise en place de cette pelle coulissante, sous l'effet de son inertie.





Une fois la tôle positionnée par l'aménagement, elle suit son chemin dans la planeuse. Cette dernière a pour but de rectifier la cambrure naturelle due au bobinage, et de plusieurs autres défauts de forme, toujours dans le but d'aplanir la tôle en exerçant une pression.



Son rotulage, sa position dans l'espace, sont gérés par l'utilisation de contre-rouleau; ce sont eux qui exercent la pression nécessaire pour amener le matériau dans son domaine plastique. L'opérateur doit ajuster ces réglages en fonction de l'épaisseur et du matériau de la tôle. Ces réglages sont choisis à partir d'abaques déterminés par expérimentations sur plusieurs années.

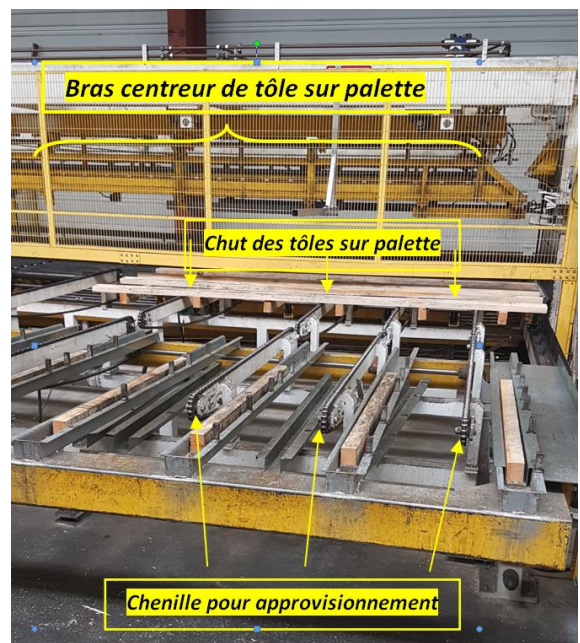
Contrairement à une lamineuse, la planeuse ne modifie pas l'épaisseur de la tôle, elle se limite à corriger les « légers » défauts. La planeuse peut s'incliner et ainsi changer de position dans l'espace, fonction utile pour exercer des efforts suivant différentes direction.

Des rouleaux d'entraînement sont disposés sur la ligne de production pour entraîner le déroulage de la bobine installée mais également plaquer la tôle d'acier jusqu'à sa coupe (des guides sont présents sur la ligne pour assurer le bon acheminement de la tôle).

C'est une lame qui cisaille la tôle (translation verticale) pour obtenir la longueur désirée. L'une des lignes de production effectue une coupe volante (cisaille qui se synchronise avec la tôle plane en translation horizontale), n'obligeant pas la machine à s'arrêter pour découper la tôle.

Des palettes sont construites sur mesure et mise en place au préalable afin de réceptionner les tôles découpées. Elles sont fabriquées par les opérateurs à l'aide de pistolet à clou. Le système d'acheminement des palettes peut se redresser à la verticale et prévoit des emplacements pour les chevrons, facilitant grandement la construction de la palette pour l'opérateur (30 secondes environ). Ces palettes sont adaptées à la taille des tôles et au poids du lot.

Un système mécanique permet de recentrer les tôles sur la palette après chaque chute de tôle.



Une fois le lot terminé, un opérateur finalise la commande en plaçant des cornières pour

protéger les bords. Elle est

transportée vers un

système de cerclage

automatique pour

maintenir les tôles sur la

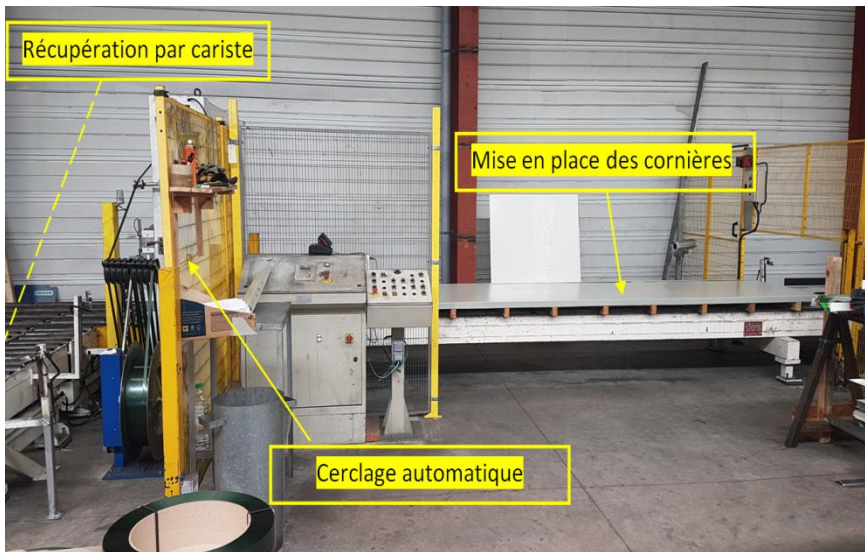
palette. Puis, la commande

est étiquetée et protégée

avant qu'un cariste la place

en stockage ou directement

dans un camion.



Une découpe est également prévue en début de ligne dans le cas où il n'est pas nécessaire de dérouler toute la bobine.

### 3.2.1 Refendeuse

Cette ligne de production est conçue par l'entreprise JOUANEL, spécialiste des machines et outillages pour le travail des métaux en feuilles.

Cette ligne devait être opérationnelle la deuxième semaine d'avril de cette année, à savoir au début du stage, mais la livraison et l'installation de la ligne de refendage a pris du retard.

Le retard occasionné s'est avéré être une opportunité pour développer mon expérience, ma culture technologique.

En effet, cela m'a permis d'assister à l'installation d'une ligne de production. De la livraison des différentes parties de la ligne à leur fixation dans le sol en passant par les multiples réglages pour synchroniser ces éléments. J'ai même pu assister à des suivis, des post-interventions de l'entreprise *JOUANEL* suite à plusieurs contraintes rencontrées au cours de la production.



L'objectif de la ligne de refendage se résume simplement : une bobine mère en entrée, plusieurs bobineaux en sorties (bobine de faible largeur).

Cependant, le fonctionnement de cette ligne de production est très proche de celui de la *STAM* et de la *DIMECO*. Tout comme pour les dérouleuses, un chariot alimente le dévidoir en bobines qui sont déroulées, guidées et découpées, puis finalement mises en colis.

Les principales différences résident dans le colisage et la coupe.

Ce n'est plus un système de palettisation mais un enrouleur qui permet de bobiner les tôles refendu.

La coupe permet ainsi de refendre les tôles d'acier pour obtenir les largeurs souhaitées. C'est au niveau du réglage de cette coupe que ma mission de stage s'opère (son fonctionnement sera explicité dans la présentation de ma mission car nécessaire à la constitution du cahier des charges).

Une fosse (6 mètres de profondeur) est positionnée après la découpe pour jouer un rôle d'accumulateur (par gravité) afin de compenser, lors de l'enroulage, les différences d'épaisseurs entre les bords et le centre de la tôle.

Durant ce stage il m'a été possible de visualiser le fonctionnement de ces lignes de production industrielles, spécialement conçue pour répondre aux besoins du groupe *COMAT*. Les solutions techniques trouvées par les concepteurs de ces lignes de production ont enrichi mes connaissances personnelles.

Je me suis également rendu compte que les connaissances théoriques en mécanique, notamment sur les contraintes et les efforts, était d'une importance décisive pour ces systèmes (particulièrement pour les coupes). Si le réglage de ces systèmes ne sont pas millimétrés il y a très peu de chance pour que la production fonctionne et corresponde aux attentes, aux besoins du client.

Ceci étant, la théorie ne remplace pas le rôle de l'expérience, notamment sur la construction des abaques permettant de définir le réglage des machines. Ces abaques ont été déterminés et ajustés durant plus de quatre années afin d'optimiser la production et de diminuer la fréquence des non-conformités. Cela démontre, en partie, que la théorie et la pratique sont complémentaires.

Néanmoins, il arrive que les opérateurs soient contraints de modifier ces réglages prédéfinis par les abaques en fonction du type de bobine. Certaines engendrent plus régulièrement des problèmes. Il est important de noter que les réglages déterminés limitent les marges d'erreur sans garantir un taux de réussite à 100 %.

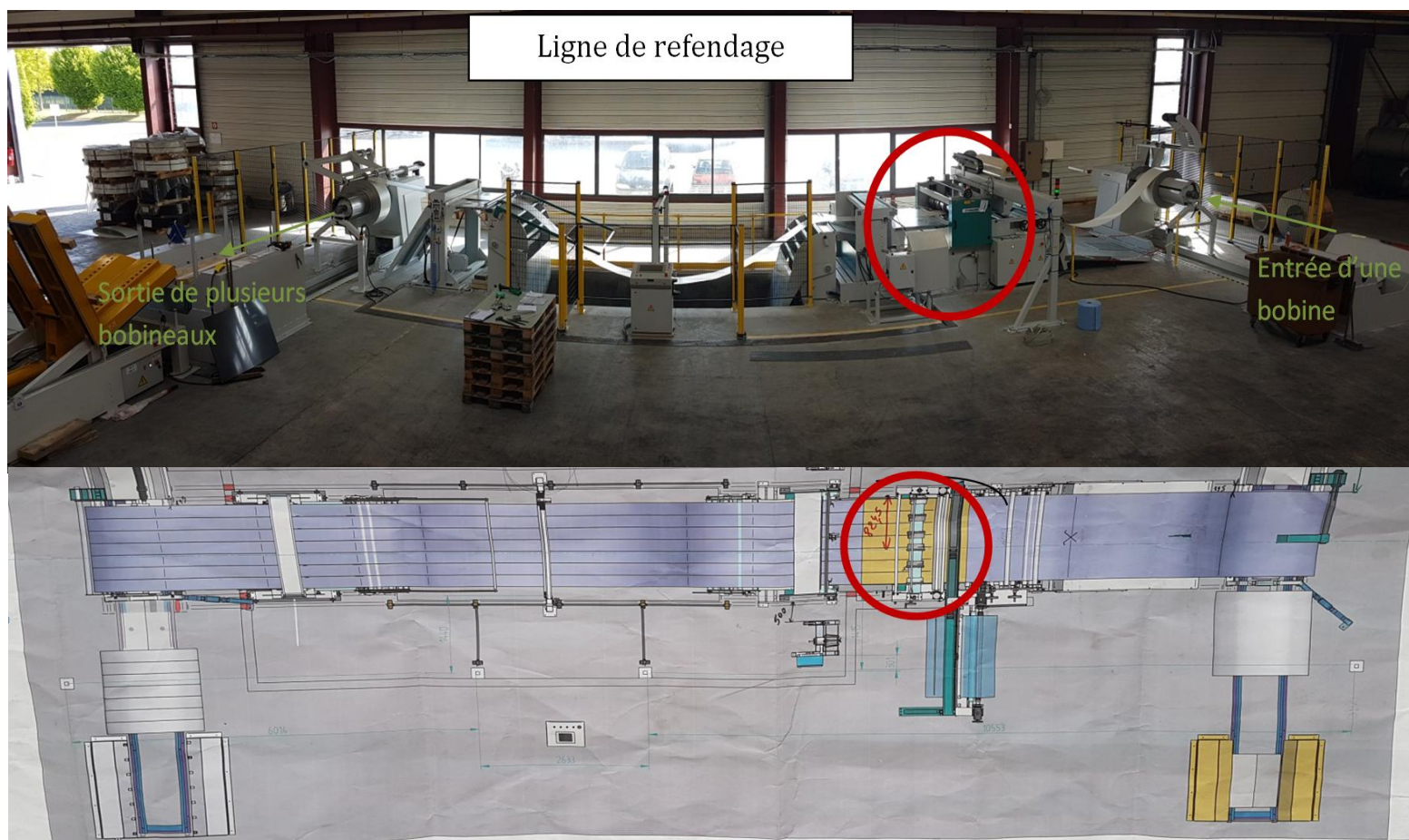
La construction des abaques est à mon sens une illustration de l'importance de la complémentarité entre connaissance théorique, expérience et pratique.



## 4. MISSION DU STAGE

---

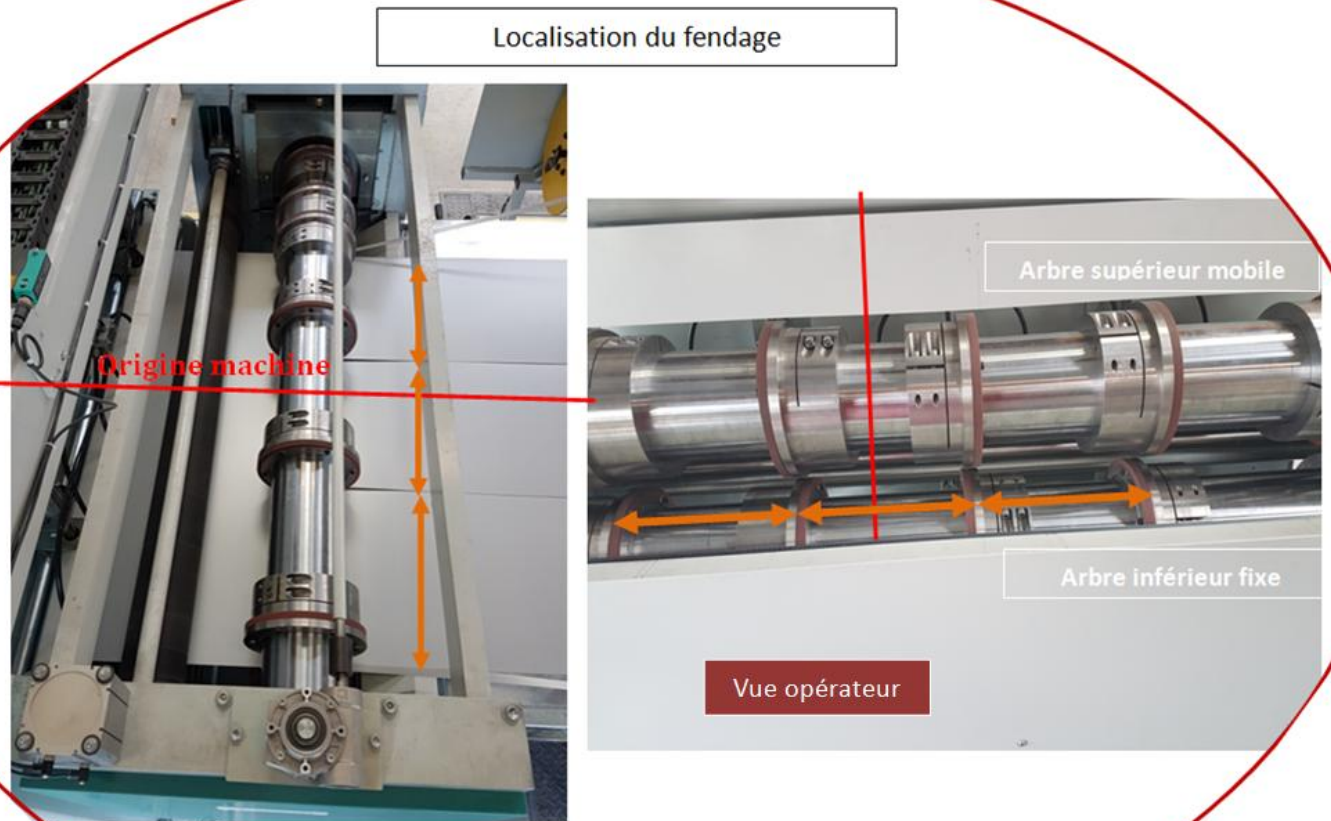
Le groupe *COMAT* avait estimé à 100 000 € par an les coûts relatifs aux opérations sous-traitées pour obtenir les largeurs de bobine désirées. C'est suite à cette étude de marché que *COMAT METAL INDUSTRIE* a fait récemment l'acquisition de cette ligne de refendage. Cet investissement a pour finalité de diminuer les coûts de la sous-traitance et de proposer un nouveau service (par la vente de bobineau).



Le refendage des tôles s'opère au niveau de la zone entourée en rouge. La découpe des tôles est effectuée par des couteaux circulaires, certains sont placés sur un arbre supérieur et d'autres sur un arbre inférieur.

De manière analogue à des ciseaux, il faut une paire de couteaux pour découper la tôle.

Pour obtenir les largeurs de tôle désirée, il est nécessaire de régler la distance entre les différentes paires de couteaux. L'objectif de ma mission de stage est de concevoir un système de cale afin de gagner du temps sur le réglage des couteaux.



Pour concevoir ce système il faut tout d'abord comprendre comment agit l'opérateur pour régler ces couteaux. Le principe est simple : l'opérateur desserre premièrement les deux vis des porte-couteaux pour les faire coulisser (ceux de l'arbre inférieur en premier). Cette action lui permet d'espacer l'arête de coupe entre deux couteaux en fonction de la **largeur** de bobineaux à produire (comme sur la photo ci-dessus).

Pour mettre en place les distances égales aux **largeurs** souhaitées, l'opérateur utilise un réglage fixé à proximité de l'arbre inférieur par rapport à un point 0. Ce point correspond à l'**origine machine** qui se situe au centre de la ligne.



Quand l'arête de coupe de chaque couteau a été correctement disposée à l'aide du régleur, l'opérateur utilise une manivelle pour ajuster une certaine pression. La machine de refendage est équipée de 6 paires de couteaux.

L'entreprise s'engage à fournir à ses clients un produit d'une tolérance de 5/10. Mon intervention au cours du stage me contraint à respecter cet élément du cahier des charges.



Les premières estimations évaluent le réglage de la ligne aux alentours d'une heure. Cette durée est quasiment équivalente au temps de production (évalué à 1h30).

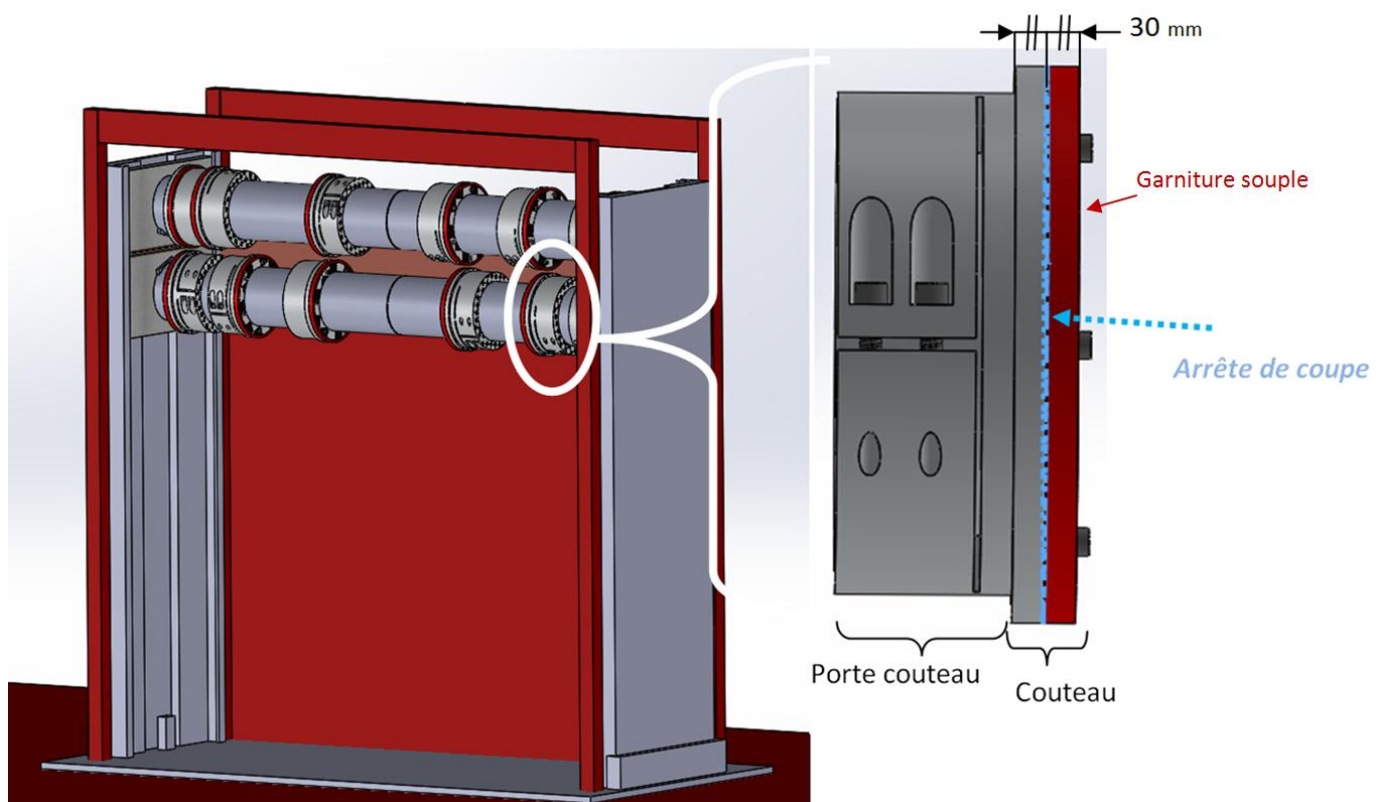
L'utilisation du régleur fait perdre beaucoup de temps aux opérateurs. La conception d'un système de cale aurait comme finalité de raccourcir ce délai de réglage. A noter que ce système remplacera seulement le rôle du régleur pour la majorité des commandes qualifiées de standards.

La majorité des commandes des clients de *COMAT METAL INDUSTRIE* correspond aux largeurs suivantes (en mm): [**300** (x 4); **400** (x 3); **450** (x 3); **648** (x 2)].

Monsieur DEGREMONT avait pensé à cette mission avant l'arrivée de cette ligne de production. Pour me guider dans ma réflexion, il m'avait soumis au préalable l'éventuelle idée d'une gamme d'entretoise permettant de concorder avec les **largeurs standards**.

Mon compte-rendu va dorénavant suivre le déroulement chronologique de mon stage.

Ainsi, après avoir observé et assimilé le fonctionnement de la découpe et de ces réglages, ma première démarche a été de modéliser le mécanisme de découpe sur un logiciel CAO (Conception Assisté par Ordinateur). *COMAT METAL INDUSTRIE* n'en possède pas. J'ai donc utilisé *SolidWorks*, logiciel qui m'était familier et dont je disposais sur mon ordinateur personnel.



La construction de ce mécanisme a nécessité beaucoup de prise de mesure car je ne disposais pas des dessins techniques du constructeur. Certaines dimensions étaient difficiles d'accès. J'ai eu recours à des techniques impliquant des hypothèses que je n'ai pas pu toutes vérifier.

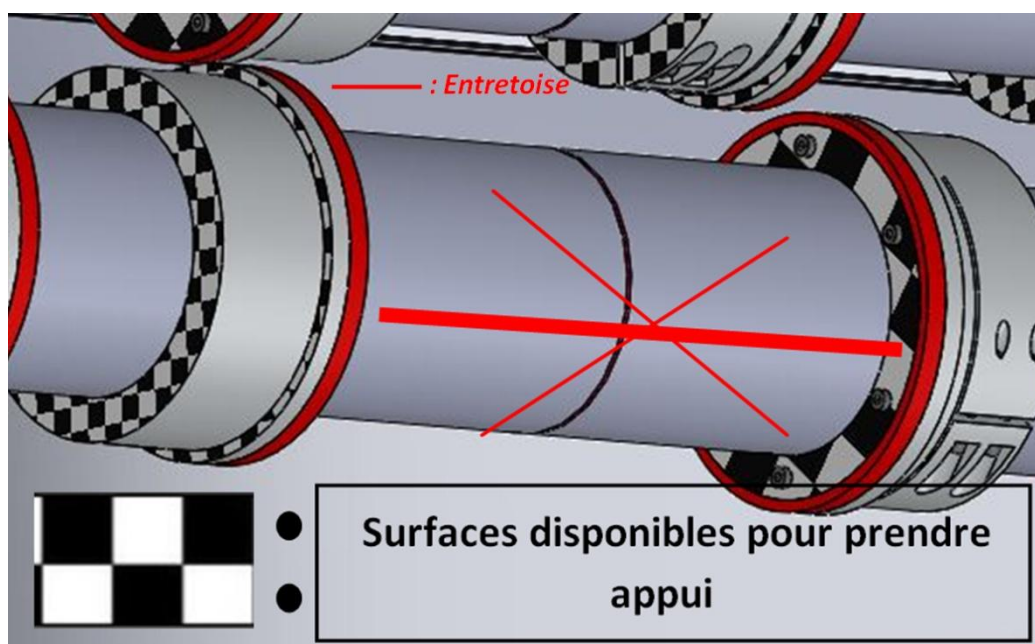
Exemple : pour mesurer le diamètre de l'arbre, nous ne pouvons pas nous permettre de le retirer de la machine, j'ai donc mesuré son périmètre avec un réglet en faisant le tour de ce cylindre que j'ai supposé « parfait ». Je n'avais plus qu'à diviser la valeur trouvée par le nombre Pi pour en déduire son diamètre.

Il me semble important de le prendre en note car une erreur de fonctionnement du futur système pourrait potentiellement avoir comme origine la différence entre mes mesures et leurs véritables dimensions.

La construction du modèle CAO, pourtant relativement peu complexe, s'est avérée particulièrement longue. Au cours de cette conception je me suis rendu compte qu'il était important de construire ses esquisses de façon méthodique pour éviter de rencontrer des complications et gagner du temps lors des retouches (retro-conception).

Une fois la modélisation faite, j'ai commencé, comme l'avais proposé Monsieur DEGREMONT, à réfléchir sur la possibilité d'élaborer une gamme d'entretoises servant de butée pour les couteaux (toujours en étant adapté aux commandes standards). Plus précisément, un jeu de cale qui jouerait le rôle de cale étalons pour correspondre aux **largeurs de découpe** recherchées.

Après avoir observé et cogité pour trouver un moyen d'édifier ces gammes d'entretoises, j'ai jugé que cette solution était trop compliquée. Les surfaces disponibles sur les couteaux pour que des entretoises puissent y venir en appui, ne sont pas assez conséquentes.



L'illustration ci-dessus nous permet de visualiser l'ensemble des surfaces d'appui utilisables sur un couteau (porte-couteaux compris) pour la mise en position des entretoises.

Quelque soit la disposition des couteaux sur l'arbre, elle exige que les entretoises prennent appui sur la plus petite surface visible sur la figure. Cette surface est insuffisante (8 mm de hauteur) ; il n'existe pas d'entretoise standards d'une longueur de 648 mm (longueur standard la plus importante) pour un diamètre inférieur à 8 mm.

Autre complication : les couteaux sont réversibles, ils peuvent être vissés d'un côté comme de l'autre dans le porte-couteau. Ces deux dispositions possibles vont être amenées

à interchanger dans le temps. Par conséquent, les appui pour la mise en position ne seront pas toujours les mêmes.

Les entretoises ne peuvent pas se mettre en position sur l'arête de coupe.

Il faudrait donc que la longueur des entretoises prenne en compte l'écart (distance horizontal) qui sépare son point de contact de l'arête de coupe. Cet écart est de 15 mm (voir figure couteau *solidworks*).

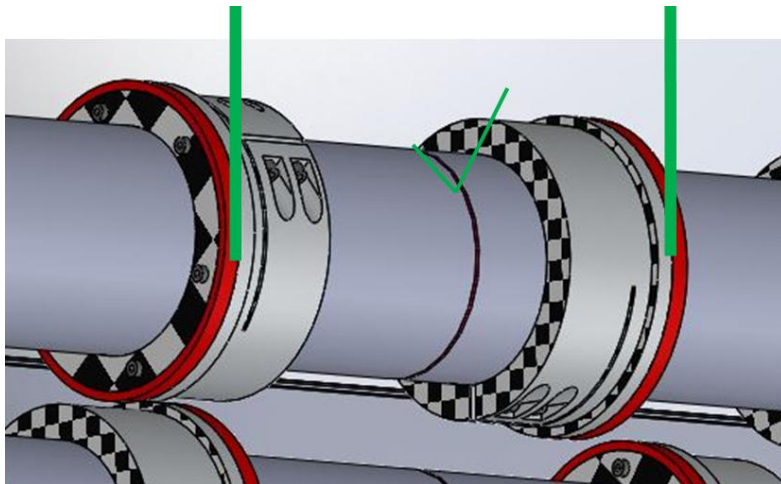
Cette idée de jeu d'entretoise implique une autre difficulté qui n'est pas des moindres. Les entretoises vont rouler, étant donné que les surfaces de l'arbre et des couteaux sont cylindriques.

La partie du couteau représentée en rouge est une garniture légèrement déformable (en caoutchouc dur). Si l'on prend appui dessus, la déformation de cette garniture se reportera directement sur la largeur des tôles.

Il faudrait aussi une pièce mécanique fixe jouant le rôle de butée mécanique, afin de simuler l'origine machine, donc remplacer le point 0 du réglet.

Ces inconvénients m'ont incité à penser autrement que par l'élaboration d'une gamme d'entretoises. J'ai réorienté ma réflexion en l'articulant principalement autour d'un élément : une butée mécanique devant simuler l'origine machine.

J'ai également jugé préférable de rechercher un système qui vienne en contact en s'approchant « par le dessus » (figure ci-dessous).



## 5. CONCEPTION D'UN SYSTÈME DESTINÉ AU RÉGLAGE DES COUTEAUX

### 5.1 Différentes pistes / Ebauches

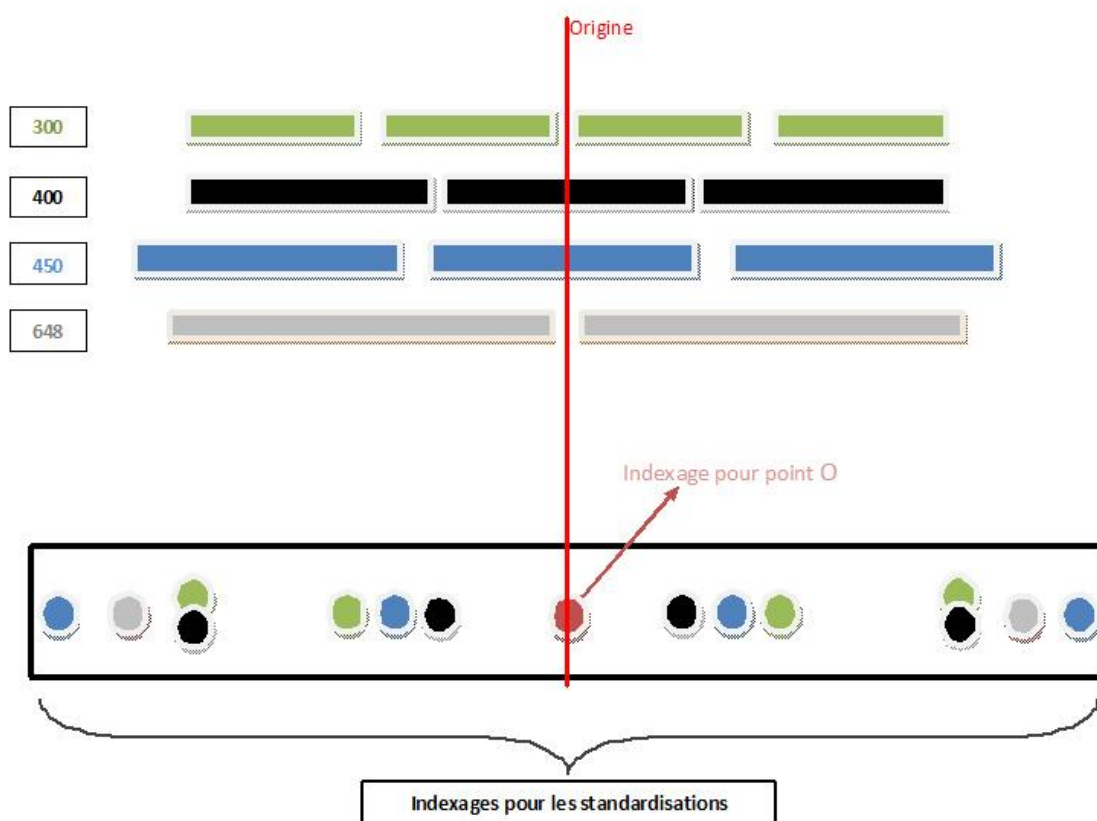
Cette étape du stage s'est avérée être la plus compliquée (d'un point de vue personnel), je devais recommencer à réfléchir, cette fois-ci sur de nouvelles idées. J'ai multiplié les recherches sur internet en espérant trouver un système, source d'inspiration.

Cette analyse de l'existant n'a mené à aucune trouvaille. La problématique posée par ma mission est nouvelle et spécifique à la ligne de refendage conçu par JOUANEL. J'en ai déduit qu'il fallait laisser parler mon imagination si je souhaitais démarrer ce projet.

J'ai multiplié les croquis sur feuille avant de modéliser les idées qui me paraissaient intéressantes. J'ai eu d'avantage d'aisance à dessiner sur feuille, c'était plus rapide pour effacer, recommencer et modifier mes intuitions et mes réflexions.

Plutôt que d'exposer de manière trop détaillée toutes les ébauches imaginées, je vais concentrer mon propos autour des idées les plus abouties. Les idées que j'ai conservées se sont orientées autour deux éléments principaux : un profilé serait fixe et remplirait une fonction d'origine machine. Une ou des pièces mobiles pourraient translater sur ce profilé et se bloquer « dans » des perçages par un système d'indexage.

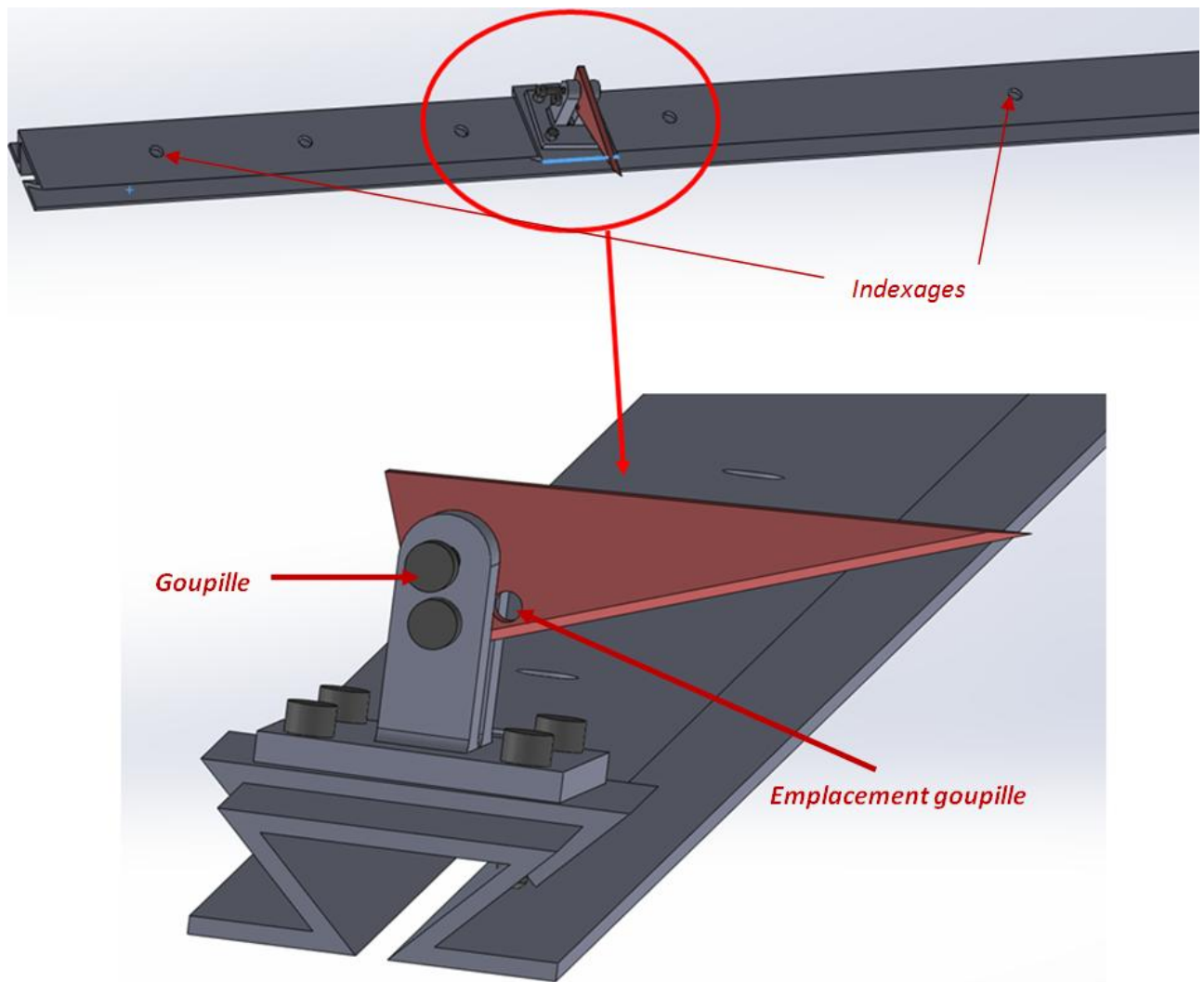
Un schéma sera plus parlant pour exprimer le cheminement qui m'a amené à imaginer plusieurs systèmes.





La figure ci-dessus schématise les largeurs de tôle standards pour lesquels on souhaite mettre en place un système de cale (j'y associe un code couleur). En dessous de ces tôles, un profilé est représenté avec des indexages qui y correspondent.

Ma première idée était de créer un profilé avec des perçages correspondant aux indexages comme sur le schéma et d'y associer une pièce qui puisse translater. Sur cette pièce, il y a une équerre capable de pivoter pour servir de butée.



La figure ci-dessus est une ébauche et loin d'être une idée finalisée. L'équerre en rouge est doté d'une liaison pivot afin d'avoir deux positionnements possibles. Une position pour réaliser la butée utile aux réglages des couteaux. Une seconde position pour une question d'encombrement (il ne faut pas que l'équerre gêne pendant la translation). Cette position est maintenue par une goupille et un perçage est prévu pour la faire passer.

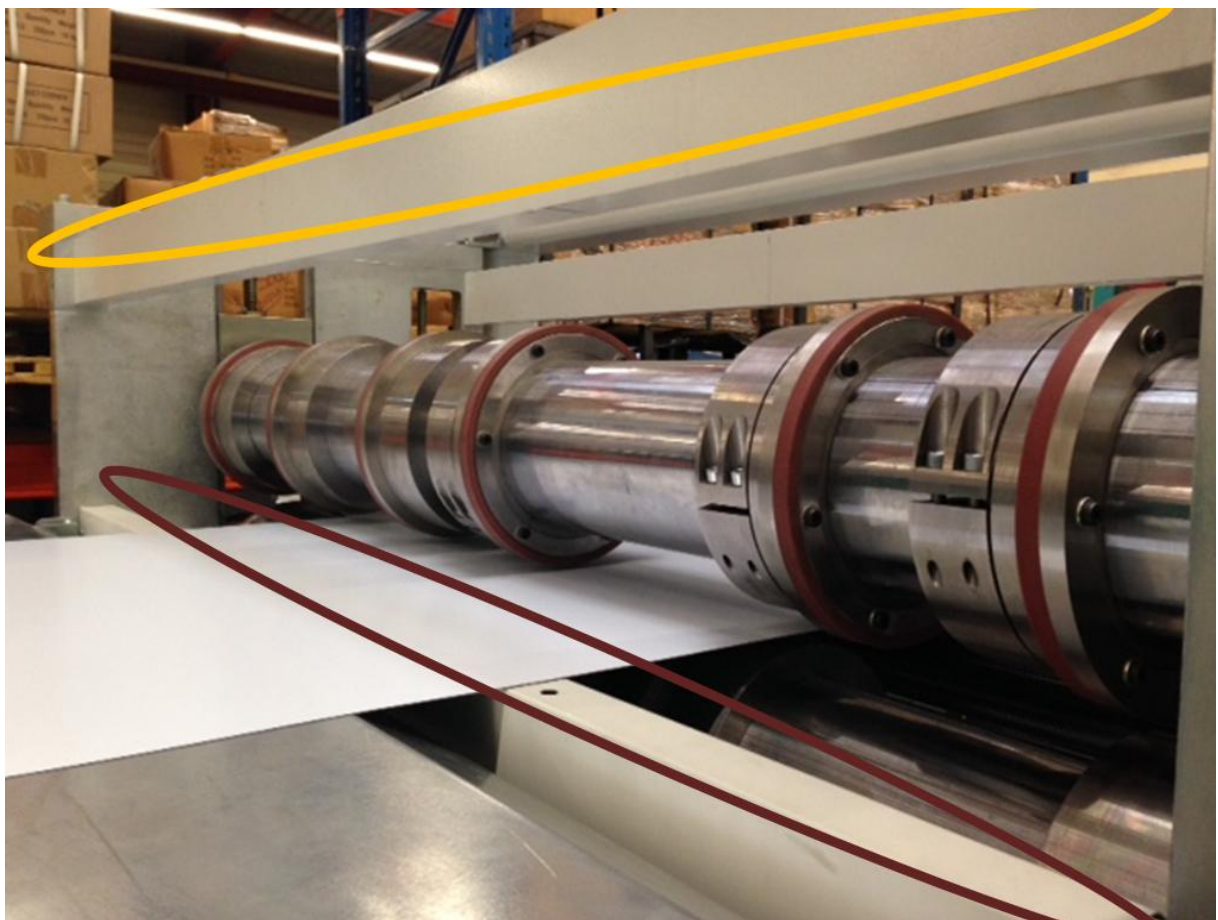
Pour réaliser la glissière, je me suis inspiré des formes usuelles, plus précisément de la queue d'aronde et de sa liaison forme contenue / forme contenue.

La pièce mobile qui supporte l'équerre pourrait se bloquer dans les indexages grâce à une seconde goupille (elle n'est pas représentée sur l'illustration).

Cependant, cette idée demeure compliquée à réaliser. Respecter la tolérance de 5/10 pour le réglage des couteaux tout en assurant une translation correcte et un blocage dans l'indexage par goupille risque d'être difficile.

Le jeu permettant d'indexer la seconde goupille doit être faible si l'on veut éviter des écarts au niveau du réglage. Pour l'utilisation des opérateurs, il faut aussi que la goupille puisse s'insérer et se retirer rapidement.

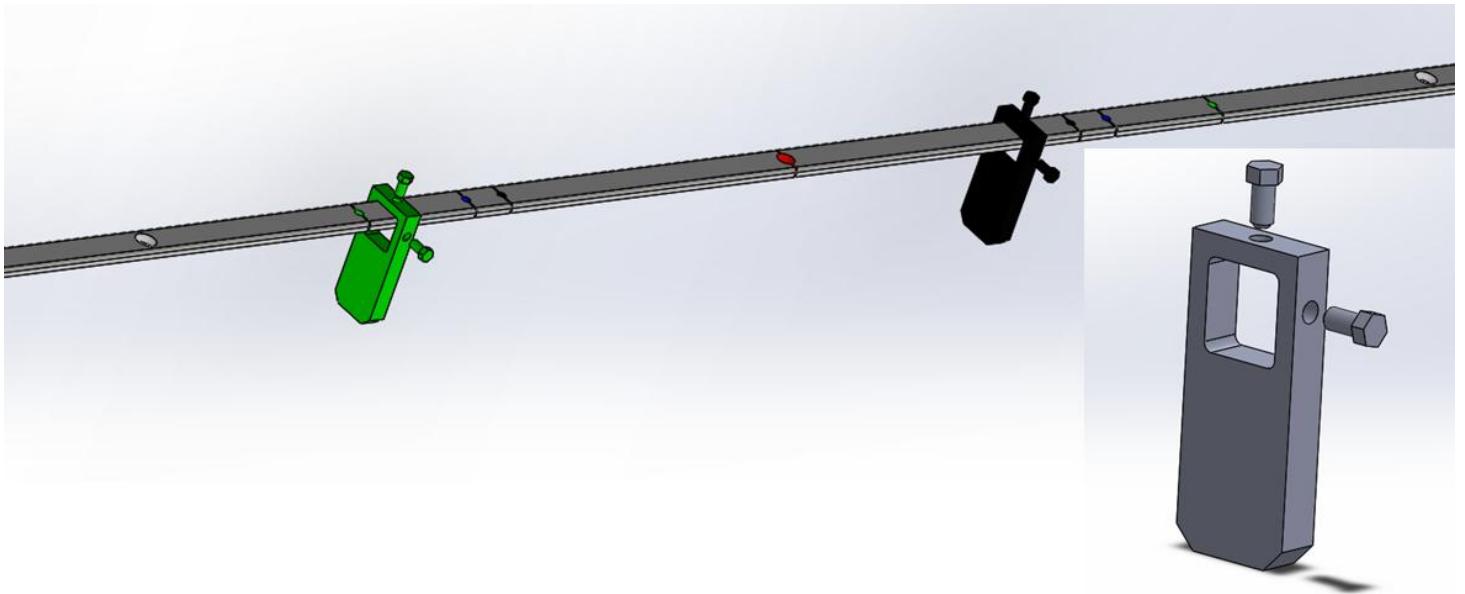
Le plus ennuyeux est de trouver un espace adéquat pour installer ce système et qu'il soit accessible sans encombrer le passage des tôles refendues.



L'espace, entouré en rouge, pour fixer le profilé à proximité de l'arbre inférieur est inaccessible à cause du passage de la tôle.

L'espace, entouré en orange, rend l'accessibilité compliquée pour l'opérateur. Il est préférable d'imaginer d'autres mécanismes pour répondre à la problématique de ma mission.

La présentation de cette seconde idée reprend le même fonctionnement que la précédente. Cette fois-ci, ce sont des cales qui peuvent directement translater le long du profilé.



La barre rectangulaire aurait les mêmes empreintes d'indexages, décalées de 15 mm pour compenser l'écart entre le point de contact calle/couteau et la position de l'arête de coupe.

Tous les perçages ne sont pas réservés aux emplacements d'indexages, les diamètres les plus importants sont prévus pour un assemblage avec deux barres de maintien. Ces barres joueraient uniquement le rôle de maintien pour suspendre la barre indexée au dessus des couteaux (donc au dessus de l'arbre supérieur).

Les deux vis présentes sur les cales remplacent le rôle des goupilles de la solution antérieure. L'une des deux vis a la fonction de butée, l'autre de bloquer la cale pour ne pas gêner la translation des couteaux. Le passage de la cale d'une position à l'autre est assuré par les congés de la forme intérieure.





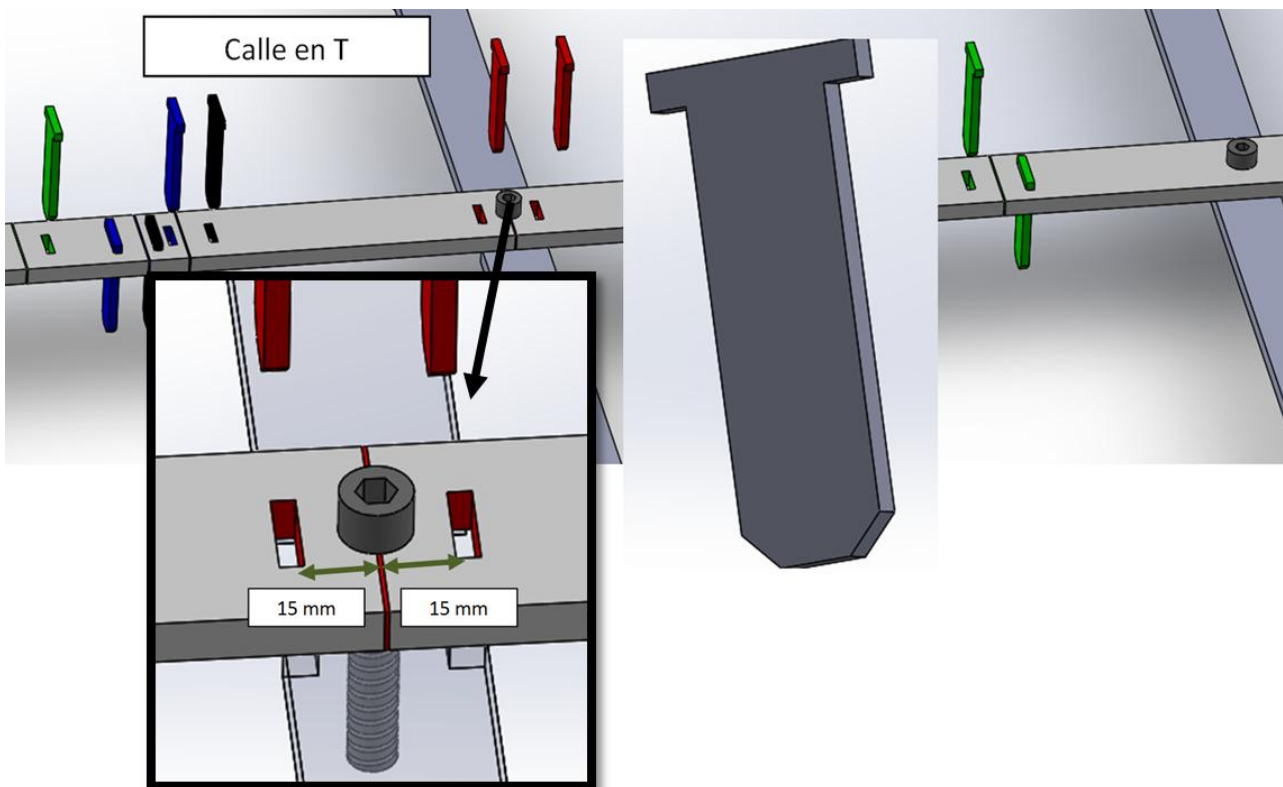
Le même fonctionnement peut être repris avec une barre cylindrique, et une cale adaptée. Avantage évident car les coûts d'usinage sont moins chers lorsqu'il s'agit d'usiner des formes circulaires. En revanche, l'installation du système risque de se complexifier.

Ces ébauches ont été structurantes pour me guider. Pour autant, elles sont compliquées à mettre en œuvre. L'objectif est de gagner du temps en remplaçant la fonction du réglet déjà présent pour ajuster les couteaux.

Je pense que les opérateurs auraient perdu trop de temps à visser et dévisser les cales pour les positionner.

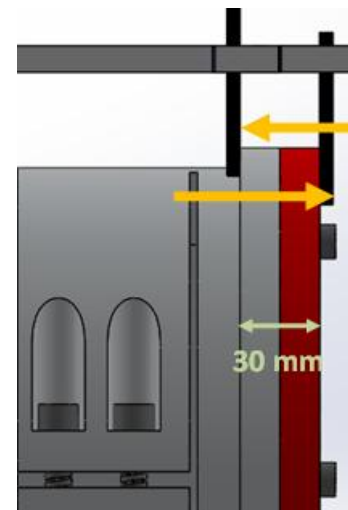
J'ai réfléchi pour trouver une alternative plus rapide aux solutions barre plane et barre cylindrique.

Cette solution technique permet d'insérer les cales directement plutôt que de les faire translater le long d'un profilé. Comme pour les solutions précédentes, ce sont des barres de maintien qui suspendent la solution au dessus de l'arbre supérieur.



Pour illustrer cette figure j'ai réutilisé le même code couleur. Les rainures représentent les points représentatifs nécessaires aux différents réglages. Par exemple, en plaçant les cales dans les lumières vertes, on met en place les butées pour le réglage des **4 tôles refendues de largeur 300** (même fonctionnement avec les autres couleurs).

Deux lumières, à l'intérieur desquels on insère les cales en T, sont placées toutes les deux symétriquement à 15 mm de part et d'autre de la rainure. L'opérateur place la cale à droite s'il fait venir le couteau par la gauche et inversement.



J'ai choisi de construire une cale en T car elle sera relativement facile à usiner et à manipuler. La barre horizontale du « T » prend appui sur la barre indexée. La barre verticale du « T » sert de butée pour le réglage des couteaux.

Les chanfreins de la cale sont prévus pour l'insérer plus aisément.

L'intérêt de cette solution est sa simplicité et sa rapidité d'exécution. D'un point de vue personnel, je pense que les opérateurs prendront moins de temps à insérer les cales plutôt qu'à les dévisser et les faire translater. Second avantage : il y aura moins d'usinage pour les cales en T, la conception de cette solution sera donc moins chère.

## 5.2 Solutions retenues / Validation

Au cours de la 3<sup>ème</sup> semaine de ce stage, nous avons convenu d'un entretien avec monsieur DEGREMONT pour le mardi de la semaine suivante. Ce rendez-vous avait pour but de valider l'une de mes solutions.

Avant de présenter mes solutions au directeur, j'en ai fait part au chef d'atelier. Monsieur POIRIER m'a expliqué que mes solutions n'étaient pas applicables car il y avait une contrainte que je n'avais pas prise en compte : au cours du temps, les couteaux allaient être affutés.

Autrement dit, la distance séparant la prise de contact de l'arête de coupe serait amenée à se réduire au cours des affutages. Le décalage des emplacements (15 mm) des cales/ lumières prévu pour correspondre à l'arête de coupe ne sera plus valable une fois les couteaux affutés.

La largeur des couteaux (représenté sur la figure ci-dessus en vert) est donc variable au cours du temps. Le chef d'atelier m'a fait comprendre qu'il était nécessaire de prendre directement appui sur l'arête de coupe du couteau. Le problème devient alors plus complexe que je ne le pensais.

Il faut désormais que je trouve une solution technique permettant d'exercer une butée.

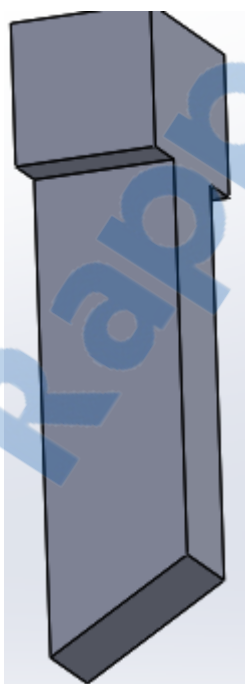
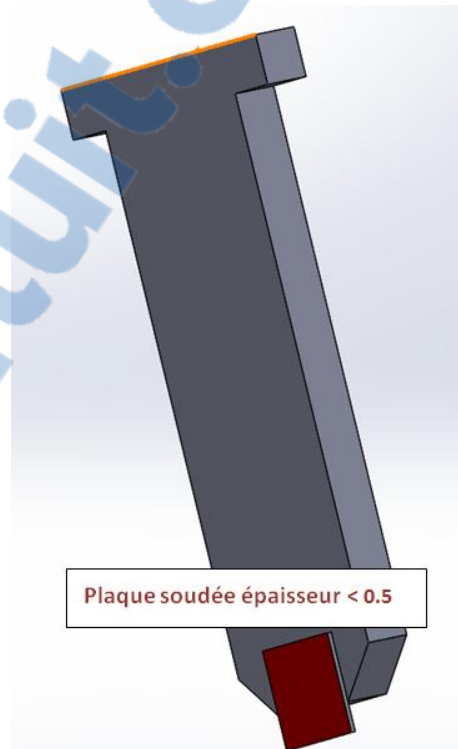
J'ai dû chercher des modifications à apporter à mes idées de conception au cours des quelques jours précédents mon « rendez-vous de validation ». Cette modification devait permettre de prendre directement appui sur l'arête de coupe.

J'avais remarqué, au moment de prendre les mesures du système de coupe, qu'un réglet d'épaisseur 5/10 de mm pouvait facilement s'insérer entre la garniture et l'arête de coupe du couteau.

J'ai de nouveau consulté le chef d'atelier pour savoir s'il était éventuellement possible de souder un morceau de tôle de faible épaisseur (<0.5 mm) à l'extrémité de la cale.

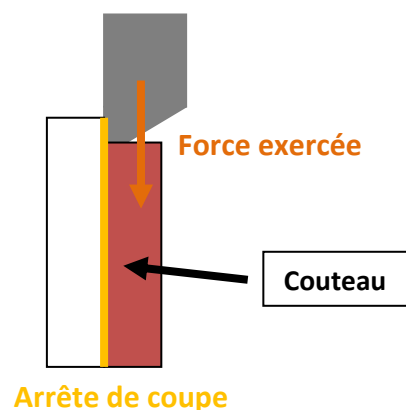
Cette plaque en déplaçant la garniture permettrait de prendre appui le long de l'arête de coupe.

Monsieur POIRIER, ancien soudeur, m'a prévenu qu'il était délicat de souder une plaque de faible épaisseur mais que c'était envisageable.



Au cours de notre conversation, le chef d'atelier m'a également incité à imaginer une géométrie de cale biseautée. Avec une forme oblique inclinée d'un certain angle, l'extrémité de la cale pourrait déformer la garniture.

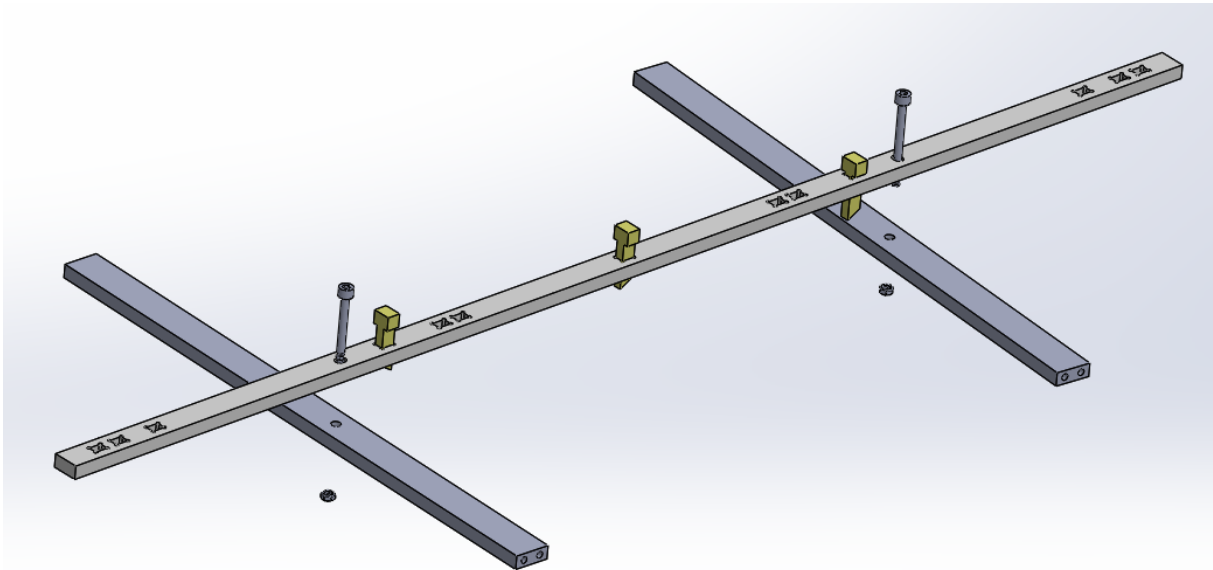
En enfonçant la garniture, la cale viendrait en contact avec la garniture.



J'ai créé un fichier PDF pour exposer l'ensemble de ces idées au directeur de *COMAT METAL INDUSTRIE* au cours de l'entretien. C'est la solution « cale en T » qui a convaincu monsieur DEGREMONT. Il a donc été convenu que je poursuive l'étude de ce concept.

### 5.3 Réalisation (étapes chronologiques)

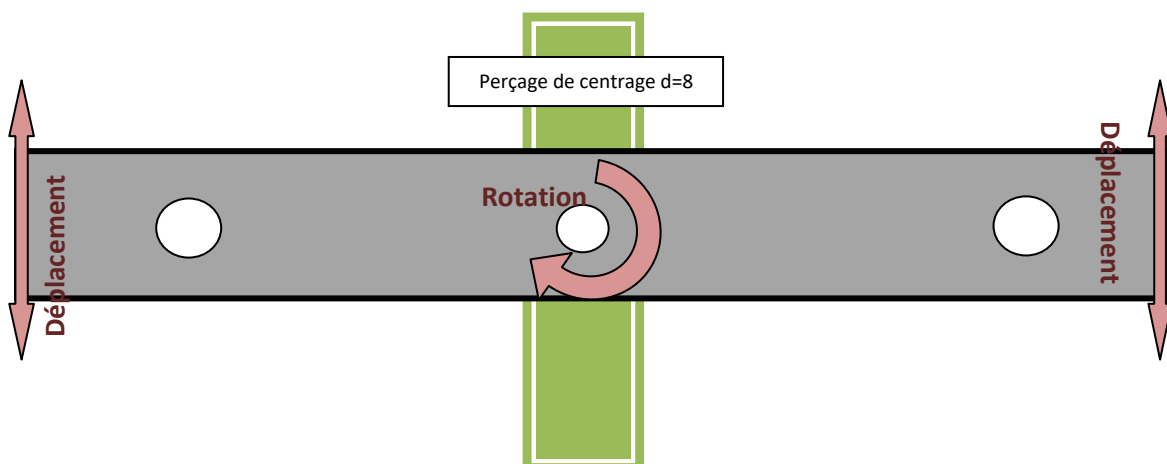
#### *Conception barre indexée pour cale en T*



J'ai d'abord cherché à déterminer le nombre de barre de maintien nécessaire pour supporter la barre indexée. J'ai appliqué un acier de masse volumique  $7800 \text{ kg/m}^3$  sur le logiciel *Solidworks*. Le poids de la barre indexée est estimé à 4,7 kg (le calcul aurait pu être fait à la main).

Même si l'on arrondit sa masse à 10 kg (pour prendre en compte un coefficient de sécurité), une seule barre de maintien suffirait à supporter la structure.

Pour autant, la barre indexée ne peut pas reposer sur une unique barre de maintien.



Une seule barre pour maintenir celle indexée générera une rotation (schéma ci-dessus). Les déplacements causés par la rotation seront source d'erreur pour le réglage des couteaux. Il est vrai que la rotation peut être supprimée par le serrage (exercé par un boulon) mais lors de l'installation, rien ne garantit que l'axe de la barre indexée et celui de l'arbre supérieur soient parallèles.

La mise en place d'une deuxième barre de maintien permet d'éviter ce problème et de rendre la structure d'avantage rigide.

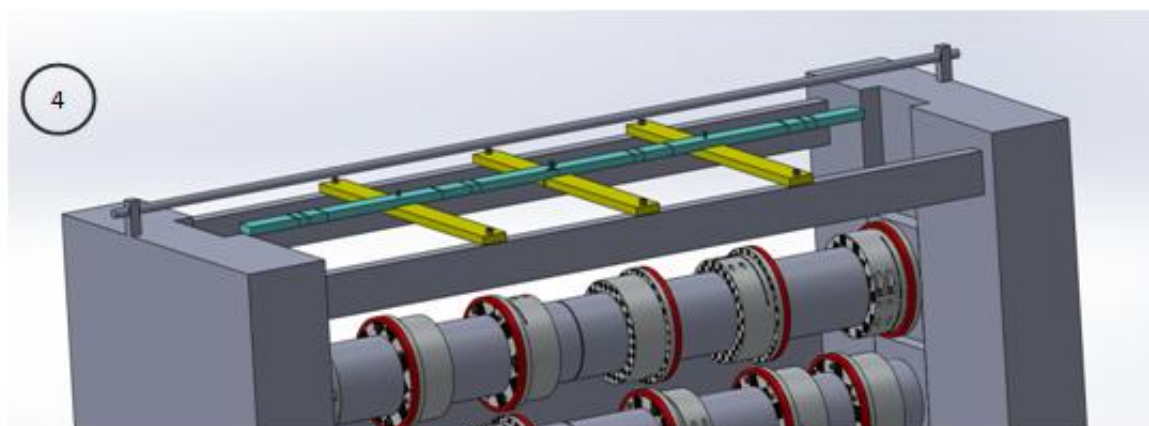
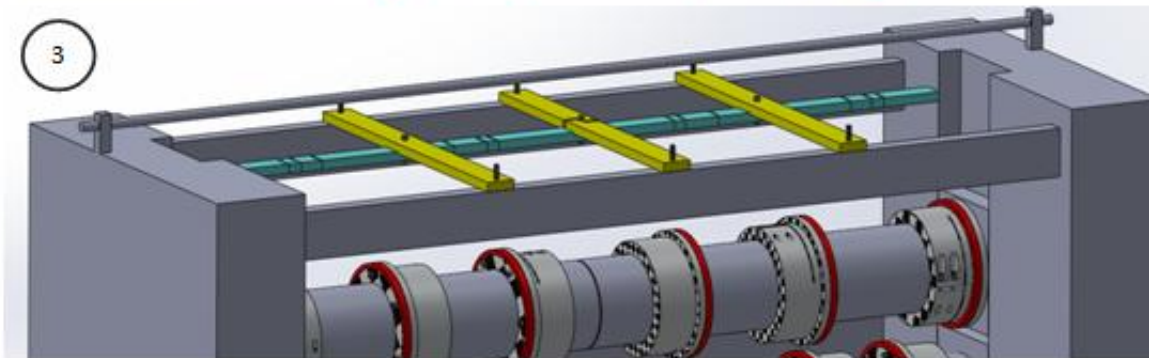
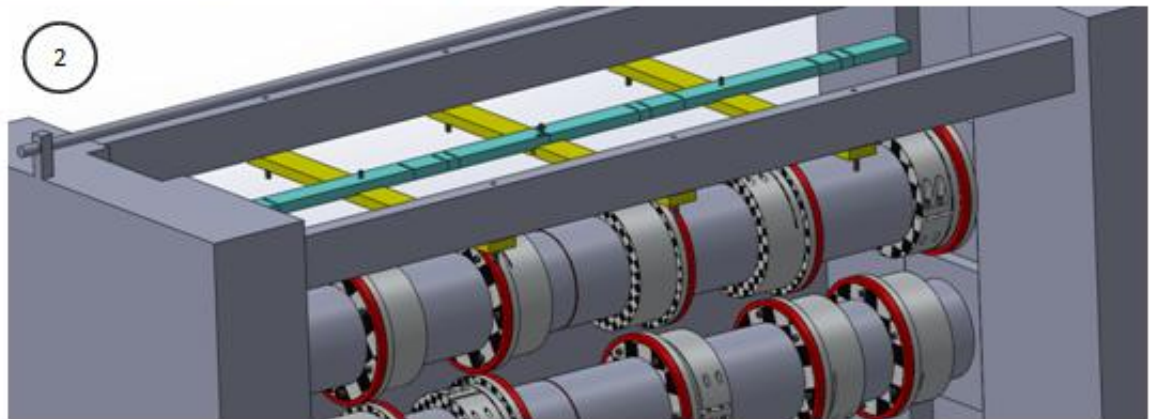
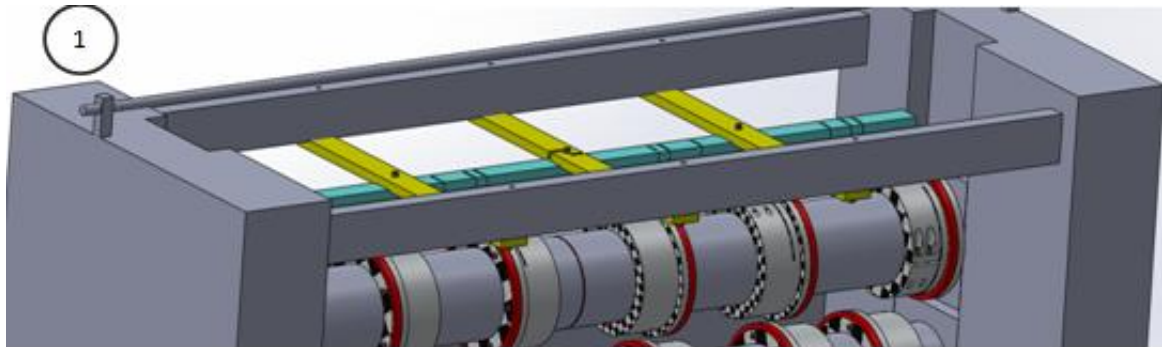
Je rappelle que le système sera installé au dessus de l'arbre supérieur mobile sur deux barres déjà présentes (soulignées en jaune sur le dessin ci-dessous). Leur section est de 100 \* 40mm



La **translation verticale** est effectuée en tournant la manivelle et s'achève à un point mort haut. J'ai mesuré la hauteur de l'arête de coupe aux faces inférieures des barres (localisées en jaune). Cette hauteur est de 30 mm (tolérance de mesure : 2 mm).



Voici la liste des quatre dispositions possibles pour installer mon système :  
Il ne faut pas prendre en compte la barre de maintien du centre (en jaune), ces images ont été construites le premier mois du stage. La barre indexée est en bleu ciel.



Les dispositions 3 et 4 sont plus faciles d'installation que les dispositions 1 et 2 mais la longueur des cales devrait être minimum supérieur à 150 mm. J'expliquerai par la suite pourquoi il vaut mieux éviter que les cales soient aussi longues.

Après réflexion, j'ai décidé d'exclure les dispositions 3 et 4.

La première disposition est celle où la barre indexée est au plus proche des couteaux. C'est donc dans cette disposition que la longueur des cales est minimisée. Mais justement cette disposition pose problème, l'opérateur ne peut plus remonter l'arbre supérieur jusqu'au point mort haut sans heurter la barre indexée.

Le meilleur compromis est la deuxième disposition, les cales devront être au minimum de 45 mm afin d'atteindre l'arête de coupe (pour des barres d'épaisseur 15 mm) et les barres de maintien ne peuvent pas entrer en collision avec l'arbre supérieur.

J'ai dimensionné les différentes barres de sorte que la barre indexée se retrouve au dessus et dans le même axe que l'arbre supérieur. Afin de minimiser les coûts de fabrications les barres sont de section 15x30.

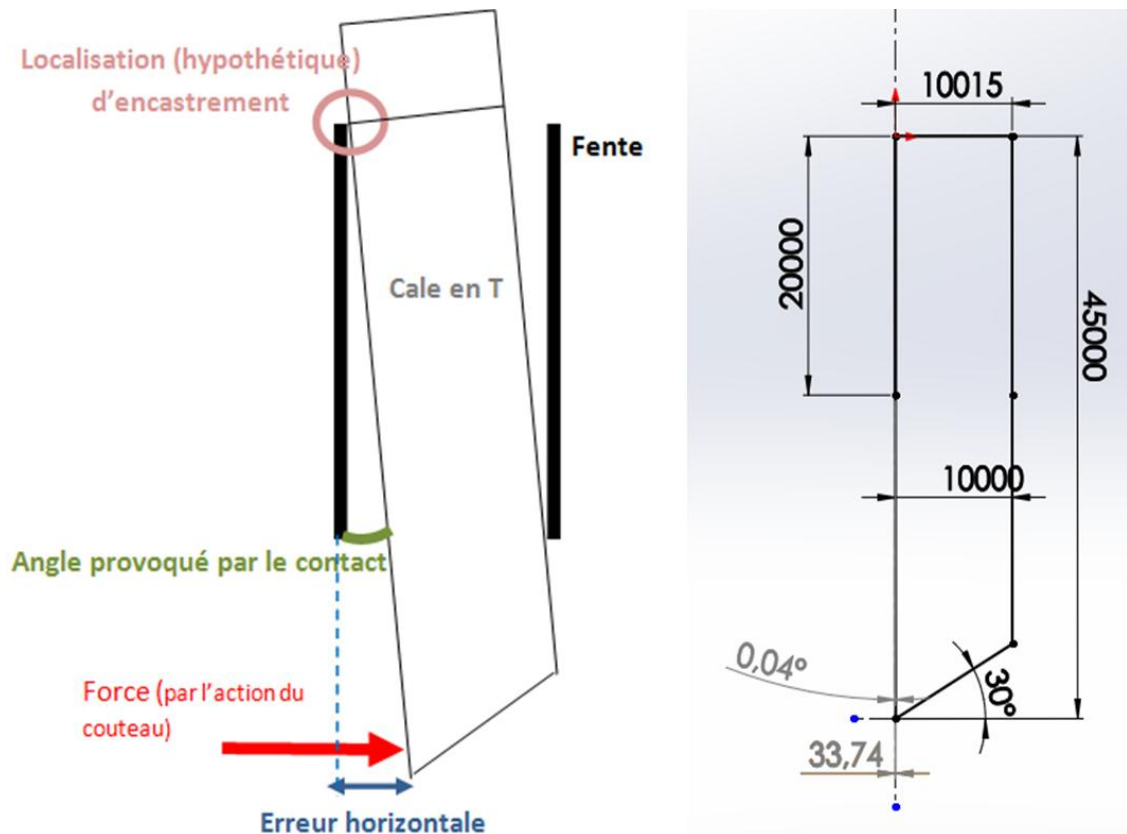
Seulement, je ne savais pas comment faire le choix de certains dimensionnements (épaisseur, longueur des différentes pièces)

Ainsi, je n'avais aucune idée de la façon dont j'allais déterminer le jeu idéal pour que les cales s'insèrent aisément dans les indexages du profilé (sans compromettre la tolérance à ne pas dépasser). Je ne savais pas non plus si la tolérance d'usinage des longueurs séparant l'emplacement des cales de l'origine allait respecter la tolérance d'  $\frac{1}{2}$  mm.

*COMAT METAL INDUSTRIE* n'a pas de bureau d'étude, je ne pouvais donc pas compter sur l'aide d'un concepteur pour prendre certaine décision sur le dimensionnement.

J'ai donc sollicité l'aide de mes professeurs et obtenu un rendez-vous avec monsieur Maldonado.

En attendant ce rendez-vous j'ai décidé de réaliser une étude pour obtenir une idée du décalage causé par le jeu entre la largeur de la fente et la largeur de la cale.



J'ai modélisé le profil d'une cale (en micron) sur *Solidworks* avec les contraintes provoquées par l'action du couteau sur la cale.

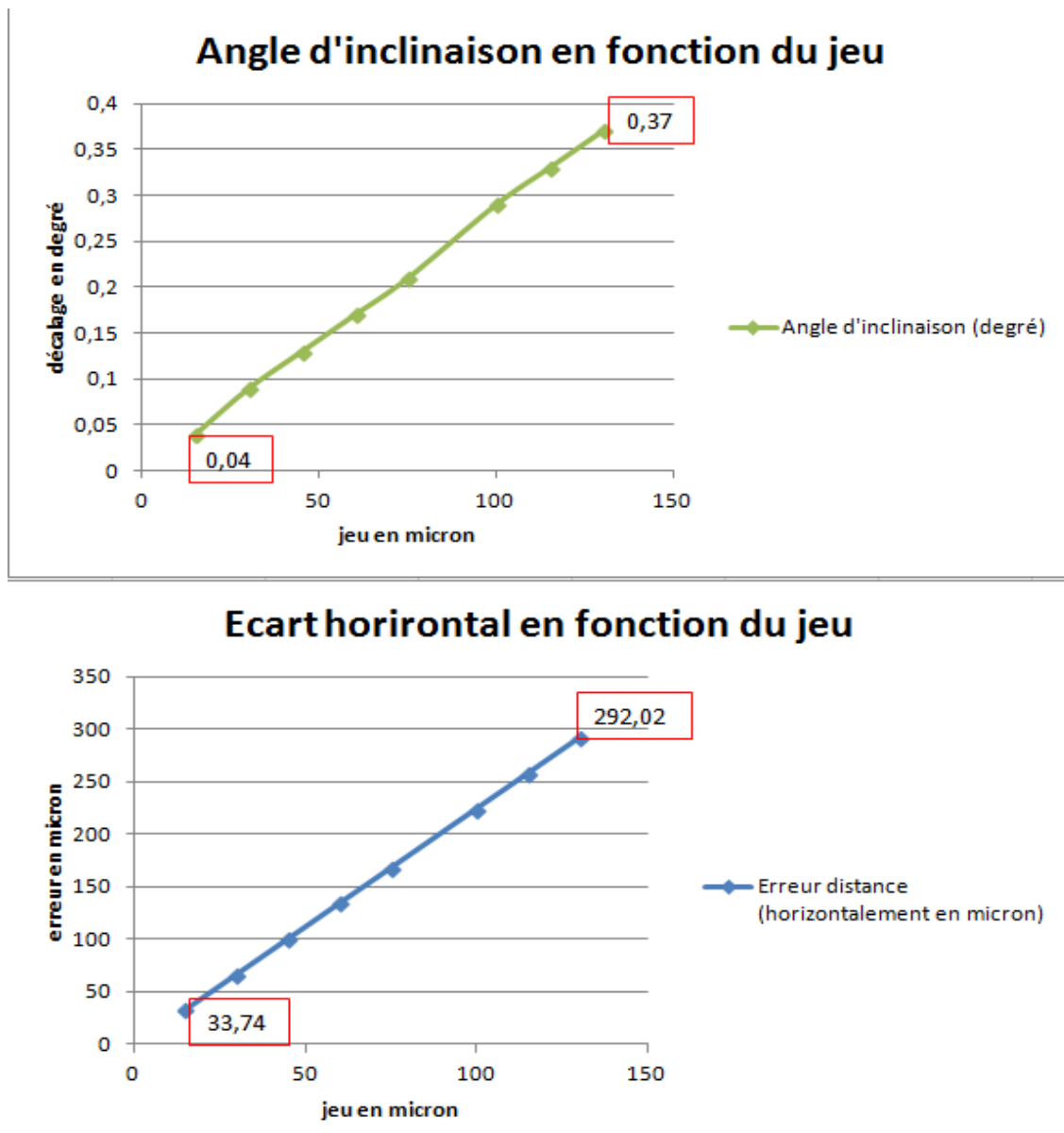
Les différents paramètres de cette étude sont présents sur la figure ci-dessus (longueur, largeur de la cale et de la fente). J'ai fait varier ces paramètres dans des intervalles crédibles en vu de la conception que je souhaitais réaliser et j'ai observé leurs impacts sur l'angle et l'erreur horizontale en utilisant un tableau Excel.

Exemple de tableau Excel (*scindé en deux pour éviter un format paysage*) :

|                        | Paramètre variant           | En micron    |   |     | Paramètre variant |
|------------------------|-----------------------------|--------------|---|-----|-------------------|
| Profondeur barre       | largeur fente               | Largeur cale | longueur cale                               | Jeu | Degré             |
| 20000                  | 10015                       | 10000        | 45000                                       | 15  |                   |
| 20000                  | 10030                       | 10000        | 45000                                       | 30  |                   |
| 20000                  | 10045                       | 10000        | 45000                                       | 45  |                   |
| 20000                  | 10060                       | 10000        | 45000                                       | 60  |                   |
| 20000                  | 10075                       | 10000        | 45000                                       | 75  |                   |
| 20000                  | 10100                       | 10000        | 45000                                       | 100 |                   |
| 20000                  | 10115                       | 10000        | 45000                                       | 115 |                   |
| Degré inclinaison cale | Angle d'inclinaison (degré) |              | Erreur distance (horizontalement en micron) |     |                   |
| 30                     | 0,04                        |              | 33,74                                       |     |                   |
| 30                     | 0,09                        |              | 67,47                                       |     |                   |
| 30                     | 0,13                        |              | 101,19                                      |     |                   |
| 30                     | 0,17                        |              | 134,9                                       |     |                   |
| 30                     | 0,21                        |              | 168,59                                      |     |                   |
| 30                     | 0,29                        |              | 224,72                                      |     |                   |
| 30                     | 0,33                        |              | 258,37                                      |     |                   |
| 30                     | 0,37                        |              | 292,02                                      |     |                   |



J'ai également tracé des courbes pour avoir une représentation plus parlante de l'impact du jeu sur l'angle et l'erreur horizontale :



J'ai répété cette opération avec tous les paramètres du tableau et j'ai pu comparer les différents paramètres entre eux (leur influence sur l'erreur horizontale).

Cette étude est une ébauche qui consiste à estimer grossièrement les décalages en fonction de certaines dimensions. Les contraintes choisies sur *Solidworks* permettent de simuler le positionnement de la cale lorsque qu'elle est en contact avec un couteau.

Cette méthode se base sur de nombreuses hypothèses ne prenant pas en compte les défauts de planéité, de perpendicularité.

Je n'utilise pas cette méthode dans l'objectif de déterminer les défauts relatifs aux divers dimensionnements possibles mais plutôt pour observer les influences des différents paramètres (dimensions) sur l'intensité des erreurs.

Les deux défauts observés sont le décalage angulaire et le décalage suivant l'axe horizontal (pas pour l'axe vertical qui à peu d'incidence sur le rôle des cales en T).

On remarque tout d'abord que deux paramètres : l'angle d'inclinaison de la partie saillante et que la largeur de la cale n'ont pas d'influence (ou quasiment pas) sur les deux défauts étudiés.

Comme l'on pouvait s'en douter intuitivement, on constate que c'est le jeu qui à le plus d'impact. Plus il est important et plus les erreurs le sont aussi. Le jeu est le curseur à définir prioritairement pour limiter les défauts.

On observe également que plus la profondeur de la fente (correspondant à l'épaisseur de la barre indexée) est importante plus les erreurs sont atténuées.

L'atténuation est inversement exponentielle, la baisse de l'erreur horizontale est plus marquée quand l'épaisseur de la barre indexée est comprise entre 10mm et 40mm plutôt qu'entre 40mm et 60mm.

Cependant les écarts sont relativement faibles. Les décalages ne dépassent pas le centième de degré ni le dixième de millimètre.

Le dernier paramètre observé est la longueur de la cale. Elle n'a pas d'influence sur le décalage angulaire mais seulement sur le décalage horizontal.

#### 5.4 Finalité de la conception

*COMAT METAL INDUSTRIE* a l'habitude de solliciter une entreprise nommée *MECA FAC* pour l'usinage de certains projets. *MECA FAC* est spécialisé dans l'usinage industriel destiné aux petites séries. Monsieur DEGREMONT m'a transmis leur contact pour faire une demande de prix relatif à l'usinage de mes pièces.

Avant de prendre contact avec l'entreprise je lui ai fait part de mes doutes sur le dimensionnement de mon système, la détermination du jeu, la faisabilité de l'usinage...

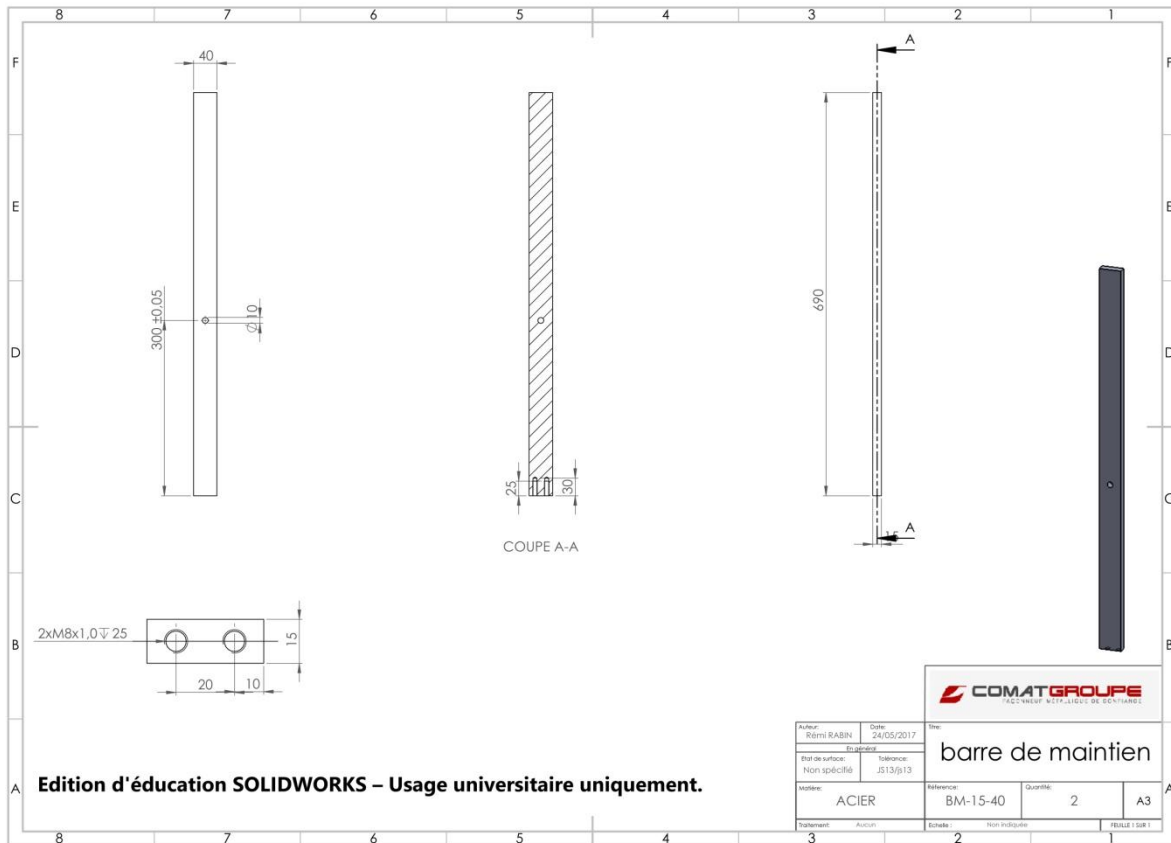
Mon maître de stage a décidé de m'emmener voir le directeur de la société *MECA FAC*, monsieur URRU, pour que je lui pose directement mes questions.

Ce rendez-vous a été très enrichissant, a levé mes doutes et j'en suis ressorti avec tous les éléments nécessaires pour construire mes dessins de définition.

Les mises en plan seront disponibles dans l'annexe format paysage pour y voir plus clair. Toutes les pièces sont en acier d'usage général, S235 minimum (convenu avec monsieur URRU).

La résistance de 235 MPa convient au poids de la structure et des efforts exercés par le réglage des couteaux.

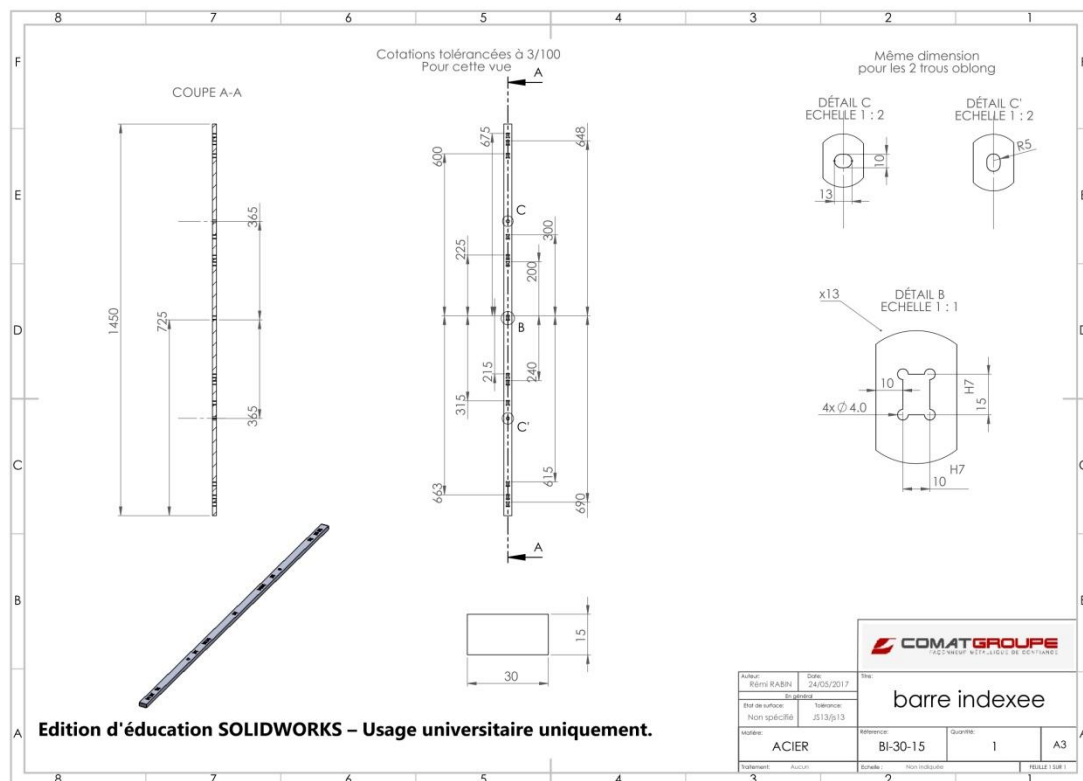
La barre de maintien :



Le perçage au centre de la barre de maintien permettra de positionner la barre indexée parallèlement à l'axe de l'arbre.

Les deux taraudages permettent de visser une « plaque » utile pour l'installation de cette barre sur la refendeuse.

## La barre indexée :



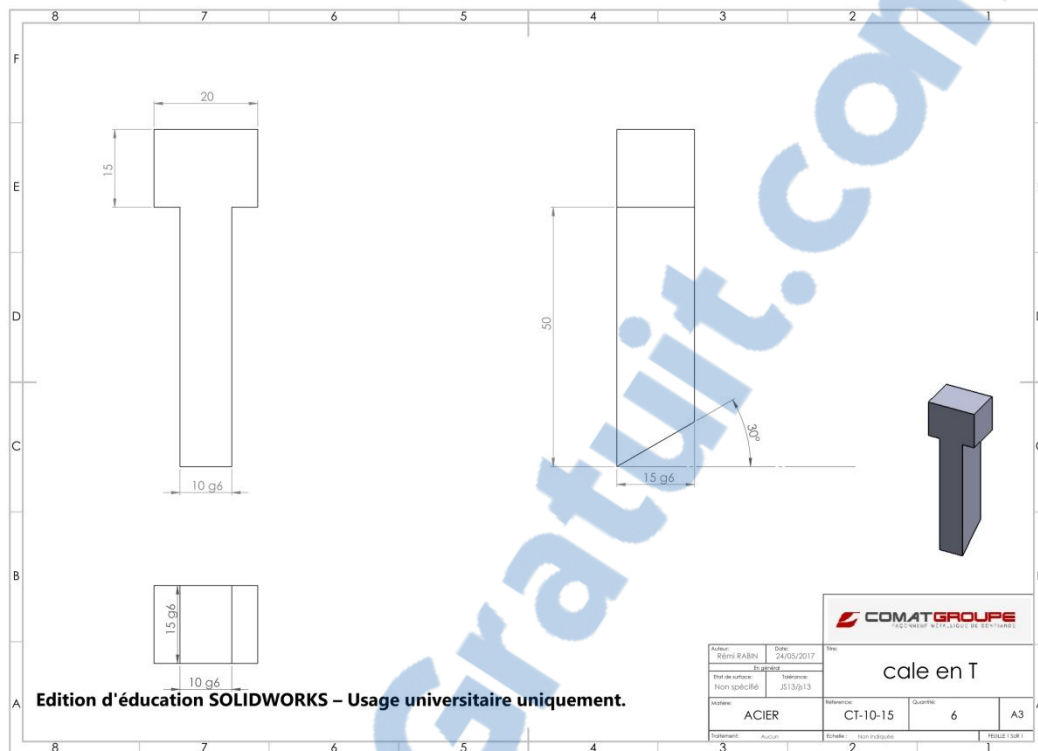
Le détail B était à l'origine une forme rectangulaire. Les 4 perçages actuels ont pour but d'éviter d'usiner la barre indexée à l'électroérosion. C'est monsieur URRU qui m'a soumis cette astuce ingénieuse afin de diminuer considérablement le temps d'usinage, donc de restreindre les coûts de fabrication. Elle sera usinée avec une fraiseuse.

La tolérance des distances séparant l'origine des indexages est de 3/100. Cette tolérance est facilement réalisable par les moyens de production *MECA FAC* (au-delà les coûts grimpent rapidement). Cette tolérance de 3/100 respecte le cahier des charges.

Un jeu H7/g6 est suffisant pour l'insertion des cales en T dans les indexages et convient également à la tolérance de 5/10 de mm fixée par le cahier des charges.

Les deux trous oblongs sont prévus pour faciliter le centrage de la barre indexée sur les deux barres de maintien. L'un laisse une vis translater verticalement, l'autre laisse une vis translater horizontalement. L'association des deux réalise le centrage.

## La cale en T :



La longueur de la cale a été déterminée pour atteindre l'arête de coupe à partir de mes mesures. Comme je l'avais spécifié précédemment, les moyens dont je disposais pour mesurer cette distance (45 mm) m'obligent à y intégrer une marge d'erreur (5 mm).

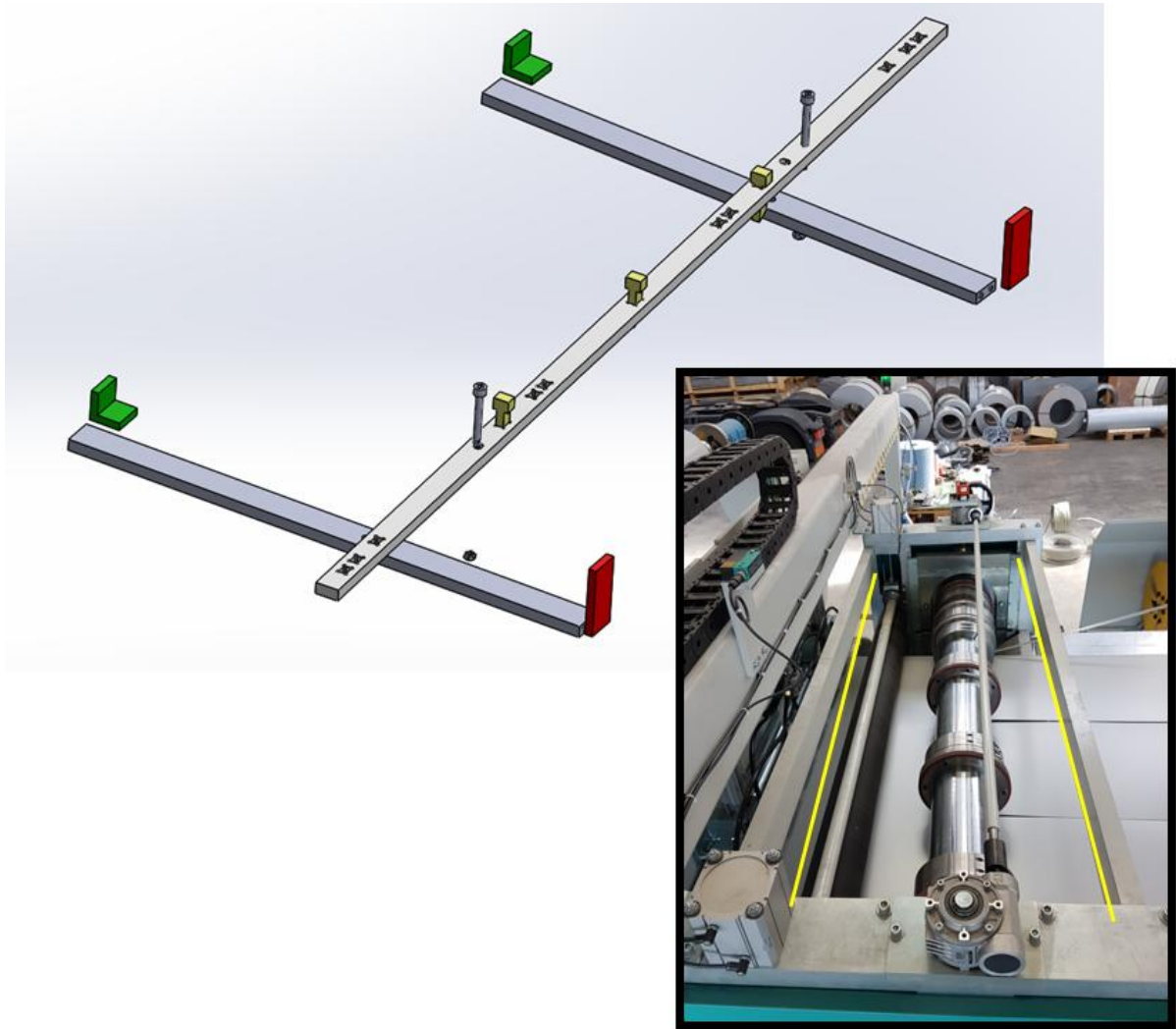
L'angle d'inclinaison de la forme biseauté est de 30 degré. Un angle trop aigu impliquera des concentrations de contrainte et diminuera la résistance de la cale (changement de section brusque). À l'inverse, un angle trop grave rendra la pénétration de la garniture difficile. Trente degré semble être un bon compromis, même si aucune méthode calculatoire n'a été réalisée pour déterminer l'angle.

Aucune tolérance géométrique n'est indiquée pourtant les planités de la fente et de la cale doivent être précises pour assurer l'insertion. Monsieur URRU m'a expliqué que de part l'écriture des tolérances H7 et g6, la planité est déjà prise en compte. Il n'est donc pas nécessaire de l'indiquer. Il m'a également fait comprendre que les tolérances géométriques sont utilisées dans des cas bien précis, lorsque l'on souhaite mettre en lumière une géométrie à respecter particulièrement.

J'ai envoyé, suite à l'accord de mon maître de stage, les mises en plan (PDF) et les pièces en format DXF à l'entreprise *MECA FAC* pour obtenir un devis (mis en annexe).

Le devis a été validé début juin par monsieur DEGREMONT. Malheureusement le délai de fabrication était estimé à un mois par monsieur URRU et concordait avec la fin du stage.

**Installation du système :**



La mise en position du système est assurée par **deux plaques** reliant la barre de maintien aux barres de la refendeuse (localisées en jaune). **Ces plaques** assurent que la barre indexée soit dans l'axe de l'arbre supérieur et également que l'assemblage soit à la bonne hauteur. Il suffira de modifier la longueur **des plaques** si jamais le système s'avère être placé trop haut pour atteindre l'arrête de coupe des couteaux.

Le maintien en position est réalisé par **des cornières**. J'ai fait ce choix car c'est l'installation la plus pratique que j'ai trouvé. Il sera facile de les enlever.

Les dessins de définition n'ont pas été réalisés parce que *COMAT METAL INDUSTRIE* dispose déjà de plaque et de cornière. J'ai également choisi cette solution d'installation pour éviter d'engendrer des coûts d'usinages supplémentaires.

## 6. CONCLUSION

---

Même si j'ai eu l'occasion à plusieurs reprises de côtoyer le monde professionnel ("jobs" d'été), ce stage a été une expérience particulièrement enrichissante à bien des égards : tout d'abord, il m'a permis une véritable découverte du monde de l'entreprise industrielle et de toutes ses composantes.

Il m'a permis également de comprendre l'organisation générale du fonctionnement de l'entreprise, qu'il s'agisse de ses objectifs ou des relations entre les différentes compétences des employés.

La mission qui m'a été confiée était passionnante d'autant plus que cela s'est déroulé dans une ambiance de confiance. Il m'a été donné ainsi une importante autonomie même si j'ai pu compter sur l'aide et les conseils des professionnels de l'entreprise.

L'autonomie pouvait apparaître quelque peu stressante au départ tout au moins (ne pas réussir sa mission tout seul, absence d'un bureau d'étude dans l'entreprise, supervision de mon activité, ...) mais elle s'est révélée particulièrement formatrice au final.

Je pense que cela m'a aidé également à gagner en confiance sur mes possibilités.

J'ai pu enfin expérimenter de manière concrète la complémentarité entre le théorique et le pratique. La confrontation avec la réalité professionnelle donne du sens à ce qui a été appris dans le cadre de certains cours.

La conception a été plus particulièrement une activité captivante car elle met en jeu différentes étapes : observation, échanges, mise en cohérence de toutes les problématiques, imagination et liberté de concevoir.

En dépit du fait que le projet n'est pas complètement finalisé (délai d'usinage d'un mois), je garde un sentiment de satisfaction de cette expérience.



## 7. ANNEXES

---

### Annexe 1 : mission secondaire

Au commencement de mon stage. Monsieur DEGREMONT m'a soumis une mission annexe en attendant la finalisation de la mise en place de la refendeuse.

Ce projet s'opère sur le palan d'un pont roulant. Plus précisément, au niveau du moufle (partie soutenant la pince) visible sur les photos ci-dessous.

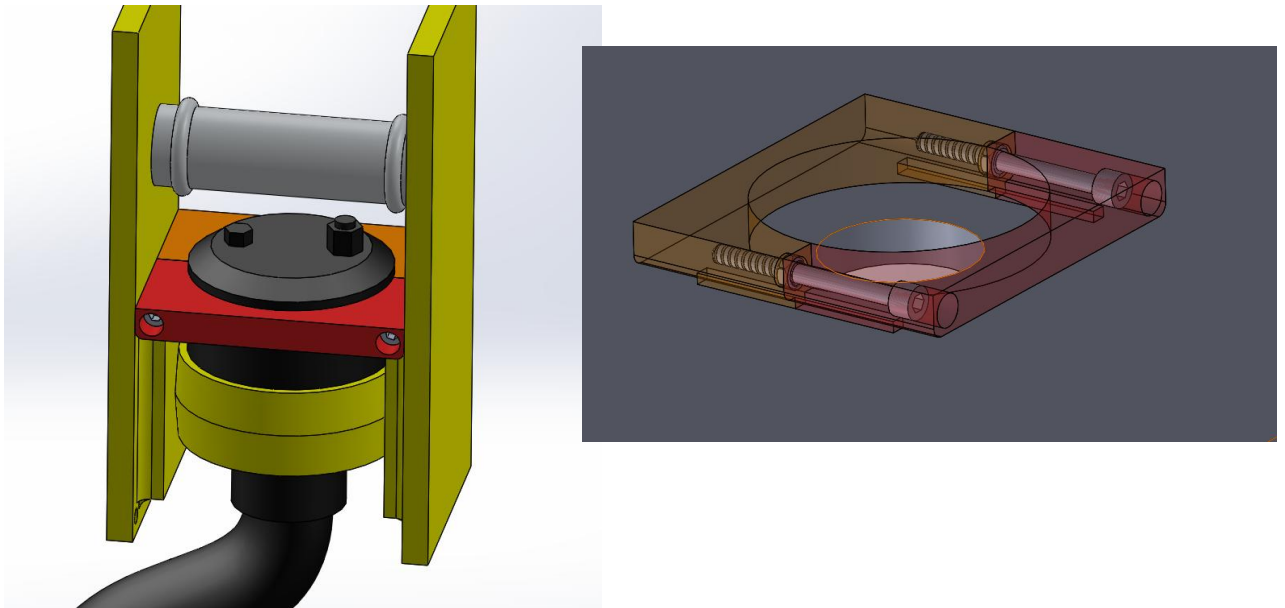


L'opérateur peut tourner la pince sous l'action d'une commande, cette rotation est localisée sur le socle de la pince. Sous l'effet de l'inertie une seconde rotation est possible, elle est axée au niveau du moufle. Cette rotation n'est pas désirée ni contrôlable, l'objectif de cette mission secondaire est de la supprimer.

Mon maître de stage avait au préalable pensé à concevoir une bride pour remédier à ce problème.



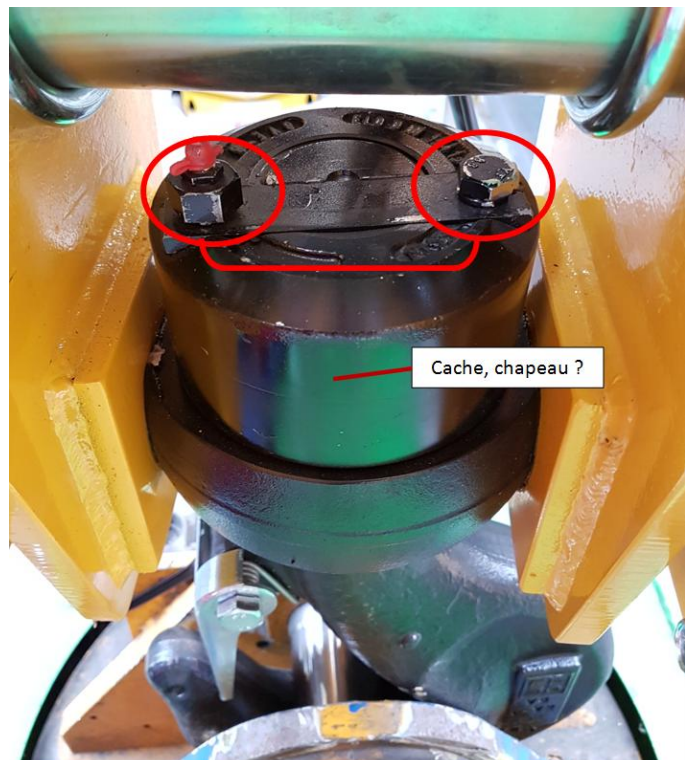
J'ai commencé par prendre les dimensions du moufle et des encombrements situés à proximité. J'ai ensuite conceptualisé un modèle de cette bride sur *SolidWorks*.



Le rôle de cette bride est de serrer le cylindre noir (voir photo ci-dessus) pour bloquer la rotation. Elle est composée de deux parties afin qu'elle s'installe aisément sur le moufle. Le diamètre formé par l'association de ces deux parties devra être légèrement plus faible que le diamètre du moufle afin que, par l'action du serrage, la bride se déforme sur le cylindre noir.

Le problème pour réaliser cette bride c'est que je ne connais pas la nature du cylindre noir et le mécanisme qu'il abrite. C'est peut-être un cache ou un chapeau et cela voudrait dire que la rotation a lieu à l'intérieur. Dans ce cas l'action de la bride n'aurait aucun effet.

Je ne souhaiterai pas non plus fragiliser la résistance du moufle.

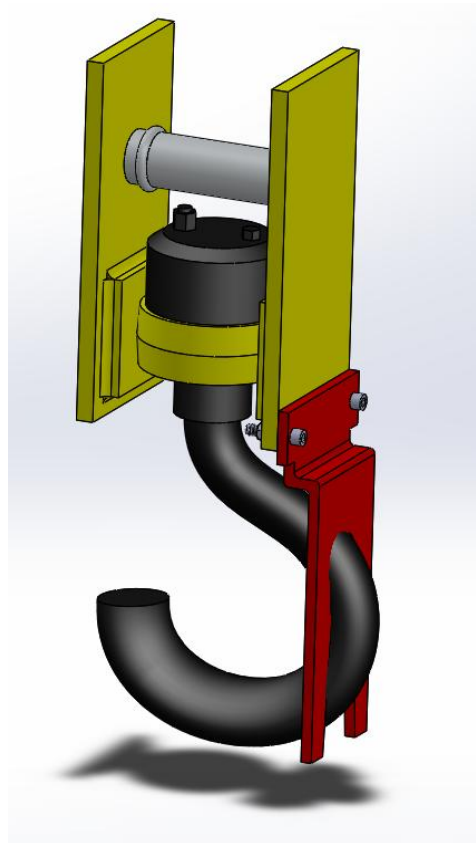


C'est pourquoi j'ai contacté le service technique du constructeur, la société ADC. J'ai obtenu l'email d'un technicien afin de lui exposer mon projet.

Dans l'attente d'une réponse j'ai réfléchi sur la conception d'une seconde solution dont l'appui serait localisé ailleurs qu'autour du cylindre noir.

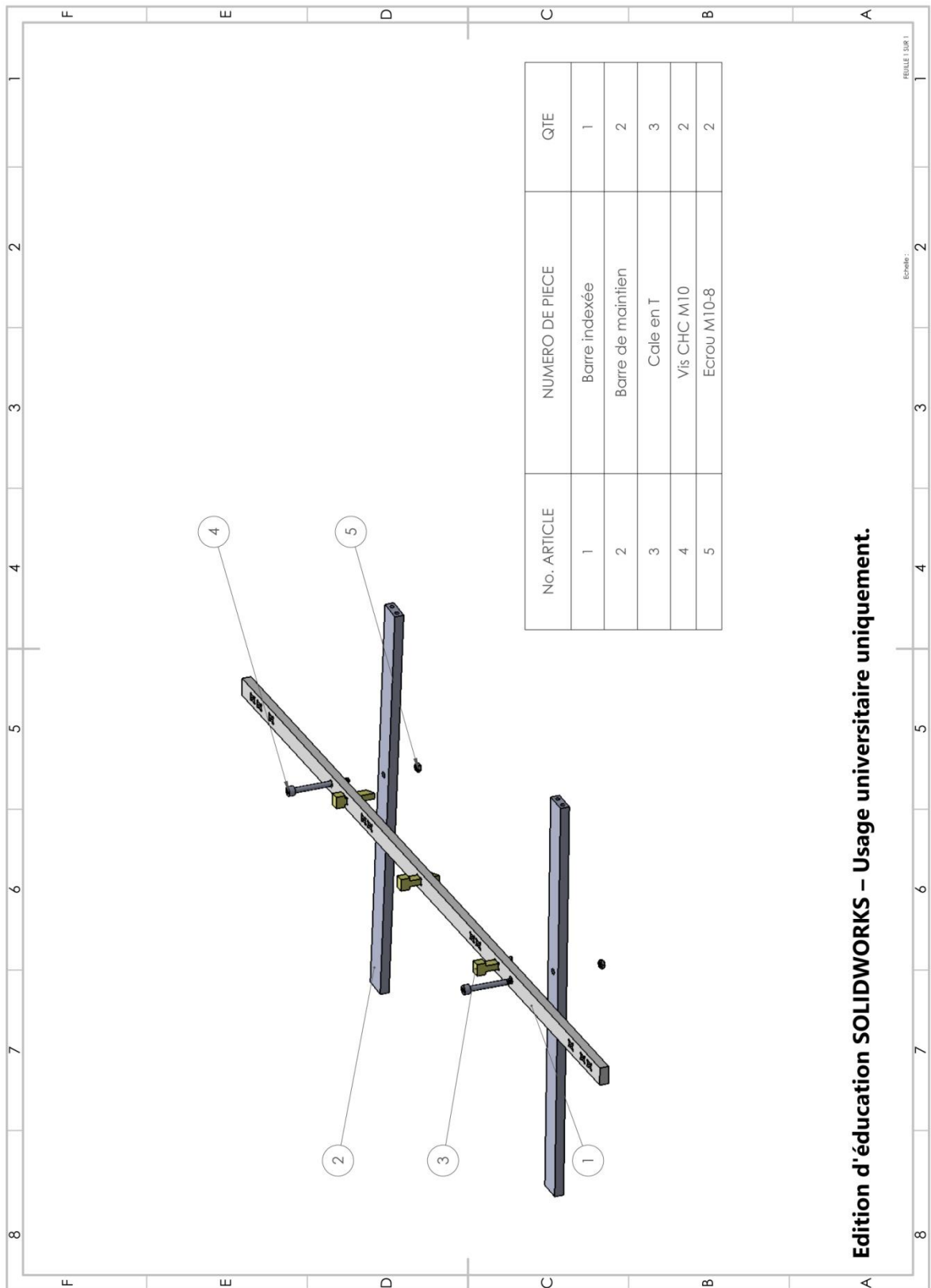
Cette solution serait une fourche vissée sur le support du moufle. Elle est représentée en rouge sur l'illustration suivante.

Pour éviter la rupture lors de l'utilisation de la pince, la conception doit prendre en compte un jeu de plusieurs millimètres entre la fourche et le crochet.



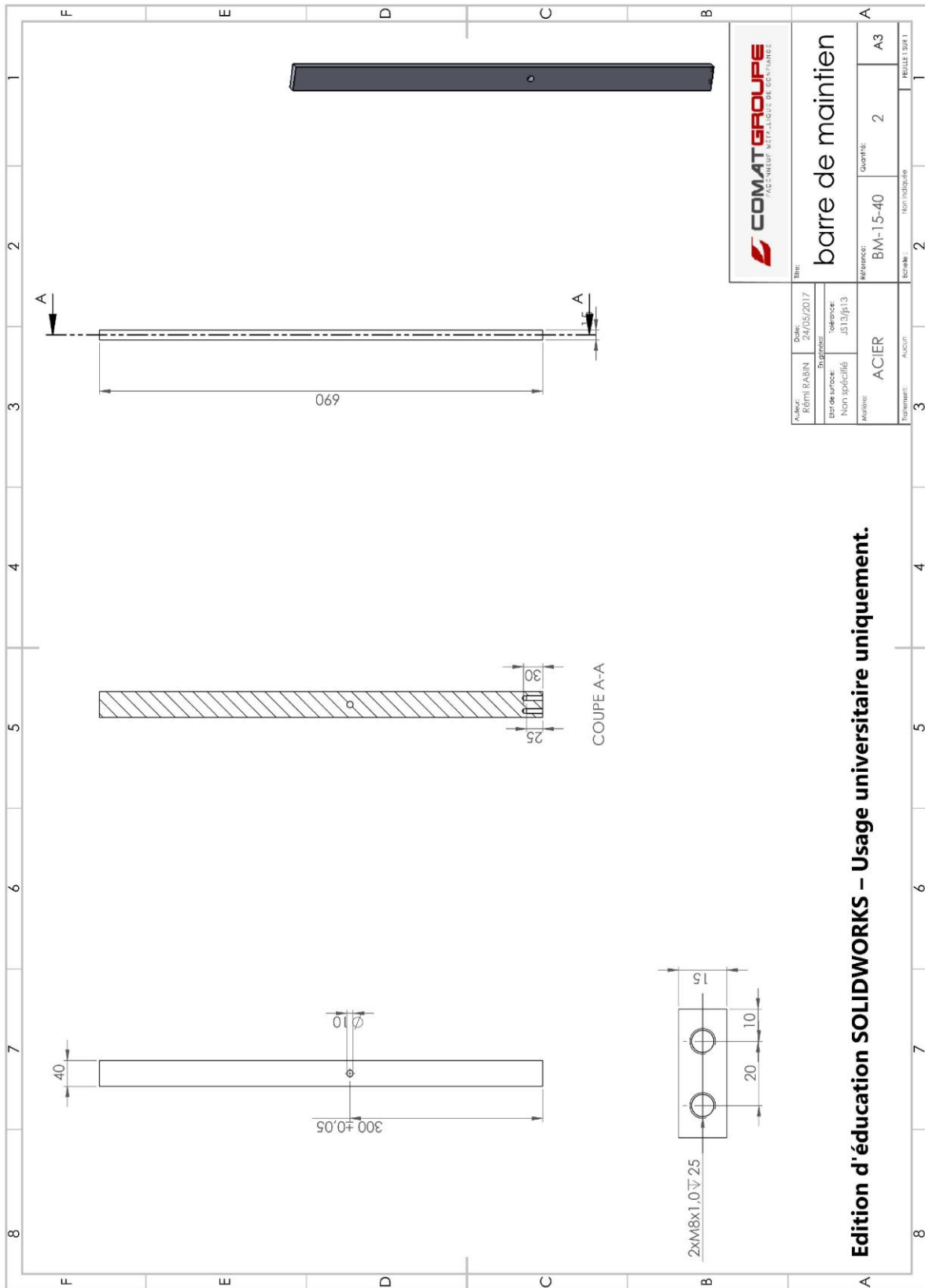
Après avoir relancé plusieurs fois l'entreprise ADC, j'ai obtenu une réponse m'informant que *COMAT* avait fait la commande d'un nouveau moufle sans rotation. Ma mission secondaire n'avait donc plus lieu d'être.

## Annexe 2 : assemblage

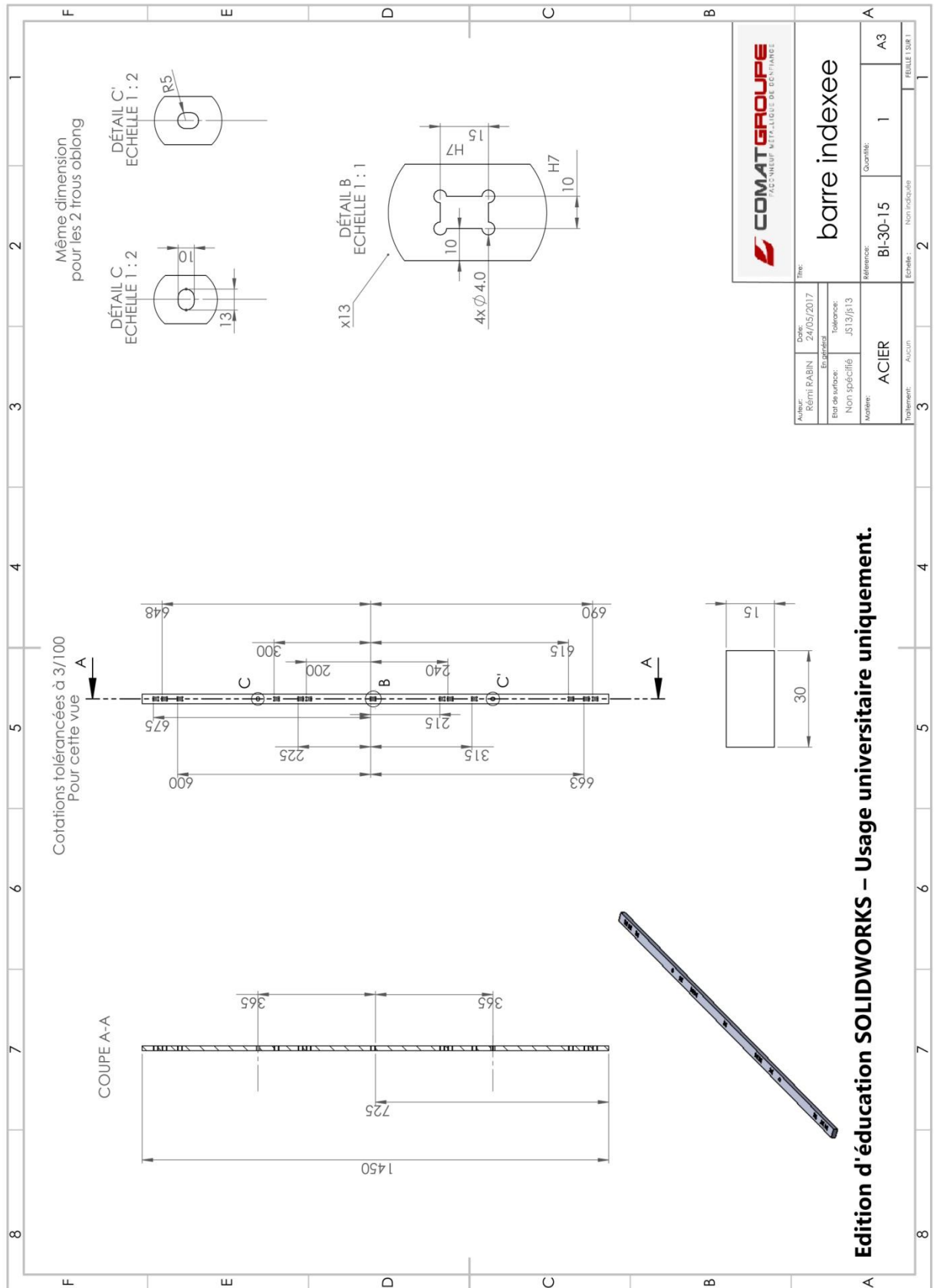


**Edition d'éducation SOLIDWORKS – Usage universitaire uniquement.**

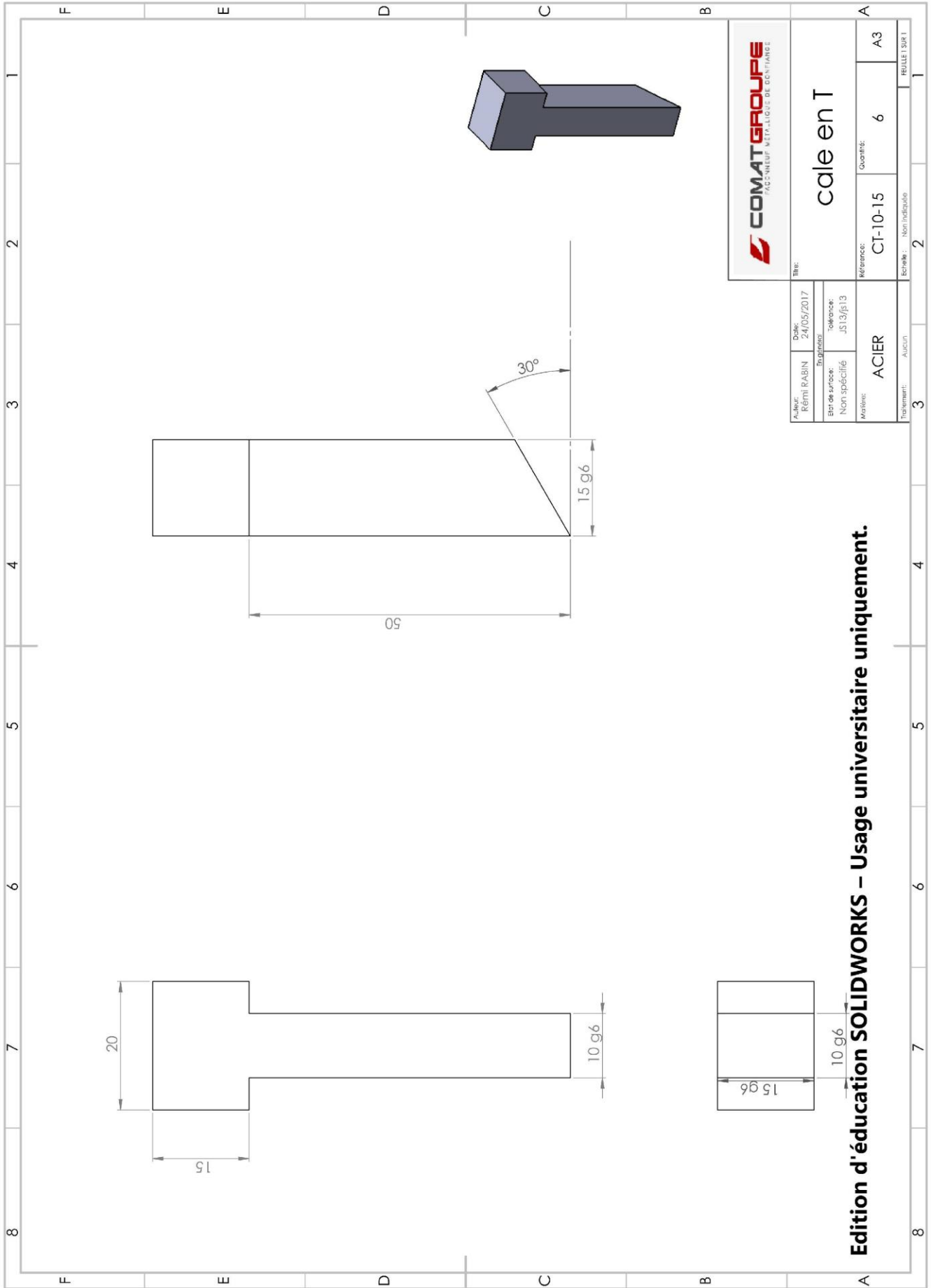
Annexe 3 : barre de maintien



# Annexe 4 : barre indexée



Annexe 5 : Cale en T



|                          |  |                     |  |                       |  |
|--------------------------|--|---------------------|--|-----------------------|--|
| Auteur: Rémi RABIN       |  | Date: 24/05/2017    |  | Titre: cale en T      |  |
| Etat de surface: Inconnu |  | Tolérance: J13/js13 |  | Référence: CT-10-15   |  |
| Non spécifié             |  | ACIER               |  | Quantité: 6           |  |
| Matériau: ACIER          |  | Aucun               |  | Echelle: Non indiquée |  |
| 3                        |  | 2                   |  | FEUILLE SUR 1         |  |

**Edition d'éducation SOLIDWORKS – Usage universaire uniquement.**



Zac de l'Océane  
 Boulevard Louis DELAGE  
 Pellouailles les Vignes  
 49112 VERRIERES EN ANJOU  
 Tel: 02.41.76.85.46 Fax: 02.41.76.50.29  
 E mail: meca-fac@wanadoo.fr  
 Site: www.meca-fac.com

**COMAT METAL INDUSTRIE**

A l'attention de : M. RABIN Rémi  
 ZI DU HAUT COUDRAY

49460 MONTREUIL-JUIGNE  
 téléphone : 06.43.20.26.90 - télécopie :

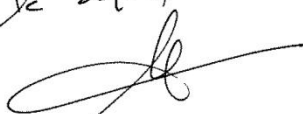
Pellouailles les Vignes le : lundi 29 mai 2017

**Devis : 2017-12382**

Références devis :  
 à reporter sur votre commande  
 Offre suivie par : Thierry Urru

| N° | Référence | Désignation       | Quant. | puht   | Total  |
|----|-----------|-------------------|--------|--------|--------|
| 1  | CT-10-15  | CALE EN T         | 6      | 56.50  | 339.00 |
| 2  | BM-15-40  | BARRE DE MAINTIEN | 2      | 50.00  | 100.00 |
| 3  | BI-30-15  | BARRE INDEXEE     | 1      | 330.00 | 330.00 |

**COMAT METAL INDUSTRIE**  
 SAS au Capital de 500 000 €  
 Z.I. du Haut Coudray  
 49460 MONTREUIL JUIGNE  
 Tél. 02 41 18 11 20 - Fax 02 41 18 11 29  
 SIRET N° 420 288 011 00018

|   |   |                     |                 |                      |                 |                       |                 |
|---|---|---------------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| <b>Port non compris.</b>  |   |                     |                 |                      |                 |                       |                 |
| Bon pour commande<br>le 30/05/17<br><br>Nombre de lignes : 3<br>Sincères salutations<br>Thierry Urru | <table border="1"> <tr> <td><b>Total H.T. :</b></td> <td><b>769.00 €</b></td> </tr> <tr> <td><b>T.V.A 20.0% :</b></td> <td><b>153.80 €</b></td> </tr> <tr> <td><b>Total T.T.C. :</b></td> <td><b>922.80 €</b></td> </tr> </table> | <b>Total H.T. :</b> | <b>769.00 €</b> | <b>T.V.A 20.0% :</b> | <b>153.80 €</b> | <b>Total T.T.C. :</b> | <b>922.80 €</b> |
|   | <b>Total H.T. :</b>   | <b>769.00 €</b>     |                 |                      |                 |                       |                 |
|   | <b>T.V.A 20.0% :</b>  | <b>153.80 €</b>     |                 |                      |                 |                       |                 |
| <b>Total T.T.C. :</b>   | <b>922.80 €</b>   |                     |                 |                      |                 |                       |                 |
| Toute modification de quantité pourra entraîner un changement du prix unitaire  |   |                     |                 |                      |                 |                       |                 |