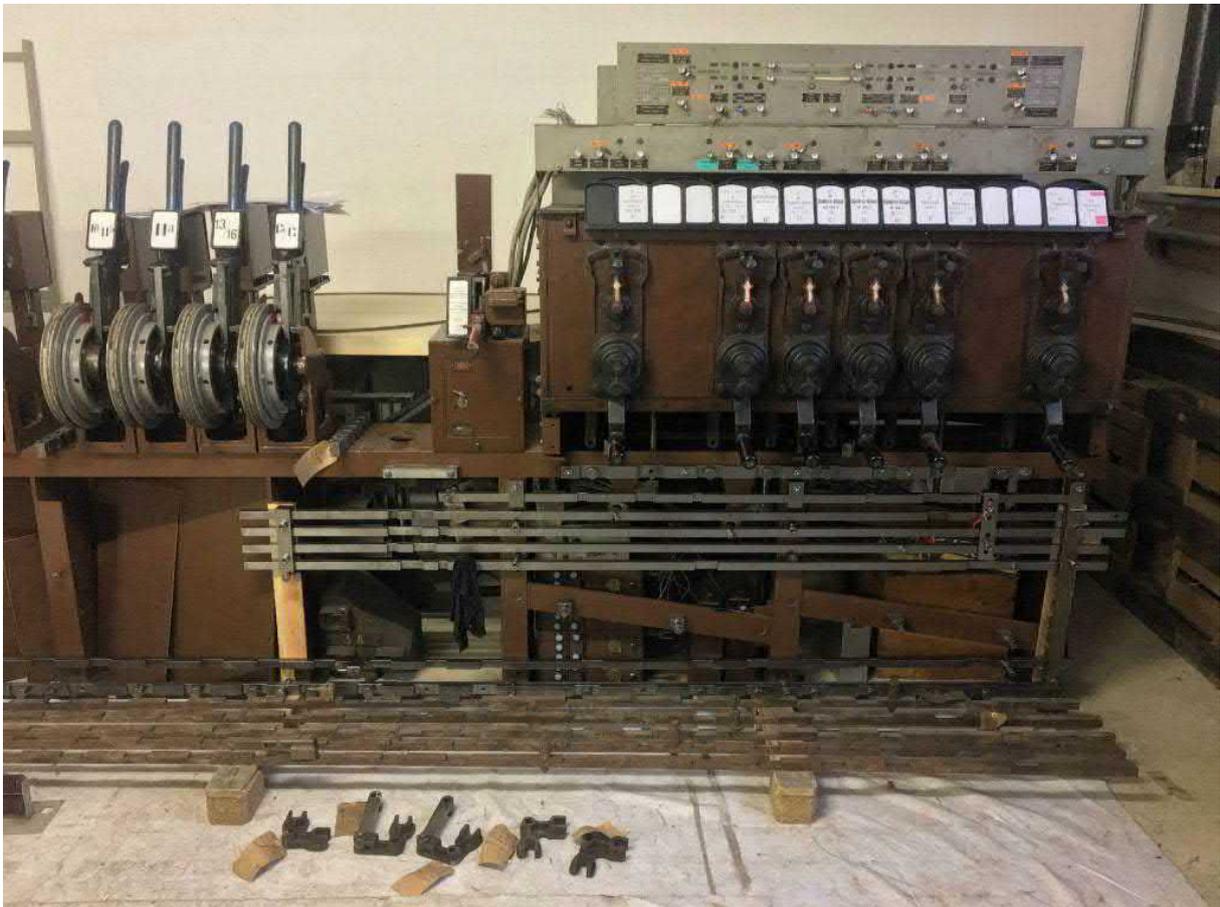


Pièces de restauration d'enclenchement ferroviaire



Lugrin Ludovic

Travail Pratique Individuel

2021

Table des matières

Avant-propos.....	3
1. Introduction.....	3
1.2 Les enclenchements ferroviaires.....	3
1.2.1 Définition.....	3
1.2.2 Enclenchement dans le passé.....	4
2. Énoncé du travail.....	4
2.1 Le projet.....	4
3. Réalisation du projet.....	5
3.1 Commande de la matière.....	5
3.2 Commande de l'outillage.....	6
3.2.1 Procédé.....	6
3.2.2 La liste des outils.....	6
3.3 Documents techniques d'usinage.....	6
3.4 Usinage des pièces.....	11
3.4.1 Photos des outils.....	11
3.4.2 Photo de l'usinage.....	13
3.4.3 Contrôle des pièces.....	14
3.5 Utilisation des pièces.....	16
3.5.1 Montage chez le client.....	16
3.5.2 Photos & schéma de l'installation.....	16
4. Commentaires & conclusion.....	19
4.1 Commentaire sur le projet.....	19
4.1.1 La préparation.....	19
4.1.2 Les dessins.....	19
4.1.3 La matière.....	19
4.1.4 L'usinage.....	19
4.1.5 Le contrôle.....	20
4.2 Conclusion.....	20
4.2.1 Conclusion du projet.....	20
4.2.2 Conclusion personnelle.....	20

Avant-propos

Dans le cadre de mon examen pratique de fin d'apprentissage, il a été décidé que mon Travail Pratique Individuel, ou TPI, consistera en la fabrication de pièces plutôt qu'en la réalisation de maintenances et d'entretiens, comme j'ai pu le faire durant un peu plus d'un an et demi, au sein du Team SAA de Lausanne. En effet, mon nouveau formateur attiré a jugé plus judicieux de me proposer des travaux en lien direct avec ce que j'ai pu apprendre lors de ma première année d'apprentissage, ce à quoi je ne me suis guère opposé.

Cet examen se base donc surtout sur les méthodes d'usinage conventionnelles que j'ai apprises ainsi que sur l'autonomie dont je peux faire preuve lorsqu'un mandat de production m'est donné.

1. Introduction

1.2 Les enclenchements ferroviaires

1.2.1 Définition

Lorsque nous parlons d'enclenchements ferroviaires, nous parlons d'installations, au départ mécaniques et à présent électriques, servant principalement à la sécurité ainsi qu'à la fluidité du trafic ferroviaire. Nous les trouvons en gares mais pas dans toutes car certains enclenchements peuvent regrouper plusieurs gares comme la halte de Prilly-Malley qui est comptée dans l'enclenchement de la gare de Renens.

Les enclenchements de nos jours permettent de créer des parcours ainsi que des itinéraires d'une gare à une autre pour les convois tant de voyageur que de fret. Lorsqu'un parcours ou un itinéraire au sein de la gare comme d'une gare à une autre est créé, plusieurs événements se succèdent avant qu'un train puisse passer :

- Les aiguillages¹ se mettent dans la bonne position.
- Dans le cas où il y en a, les barrières de passage à niveaux s'abaissent.
- Les signaux situés dans la zone affichent l'image² correspondant à la vitesse maximale à laquelle le convoi peut passer.

Une fois ces actions passées, elles sont contrôlées une dernière fois par un relais électrique afin d'assurer que tout se soit bien en ordre. Si l'une des actions mentionnées n'a pas été exécutées, le dernier relais ne donnera pas l'autorisation de créer le parcours voulu.

Les enclenchements ferroviaires sont au centre de la philosophie du team SA, qui est ce que nous appelons le « Fail Safe ». En quelques mots, dans le cas où un dérangement arrive, ce dernier ira dans le sens de la sécurité. Par exemple, si un aiguillage ne tourne plus, un parcours ne peut être fait dessus, évitant ainsi des possible accident, comme un déraillement ou une collision.

¹ Il s'agit d'un « appareil de voie », ou « AV », permettant de passer d'une voie à une autre.

² Lorsque certaines ampoules s'allument sur un signal, nous appelons ça une image. Chaque signal peut créer un certain nombre d'image. Chacune d'elle correspond à une vitesse différente.

1.2.2 Enclenchement dans le passé

Comme dit précédemment, au début, il n'y avait pas grand-chose d'électrique dans les enclenchements. Tout était actionné de façon mécanique via des leviers qui actionnaient des tringles pour positionner les aiguillages comme nous le voulions. Ces types d'enclenchements que les CFF employèrent furent créés par la société « Maschinen-Fabrik Bruchsal », en Allemagne, dont les premiers appareils furent livrés en 1873³. « Bruchsal » est d'ailleurs le nom que nous utilisons lorsque nous parlons de ce type d'enclenchement. En Suisse, jusqu'en 1906, ce sont quelques 414 appareils qui ont été livrés, tant pour les CFF que pour les chemins de fer du Gothard ou encore pour le chemin de fer Berne – Neuchâtel de l'époque.

Le plus intéressant est que déjà en ce temps, le principe des parcours était déjà présent et était réalisé de manière brillante. En effet pour pouvoir bloquer un parcours, depuis une gare à une autre, il fallait passer par trois étapes :

1. Actionner les aiguilles⁴ utilisées pour le parcours à l'aide des leviers.
2. Bloquer le parcours à l'aide d'un autre levier. De ce fait, les aiguilles ne pouvaient plus être tournées, assurant ainsi la sécurité.
3. Actionner le levier du signal pour afficher l'image de ce dernier.

Le levier du signal ne peut être actionné que si le levier du parcours l'a été ! De ce fait, il est impossible d'ouvrir un signal⁵ sans que le parcours soit créé avant. Et une fois le levier du signal abaissé, le levier du parcours se retrouve bloqué. Toute cette sécurité sur le maniement des leviers d'enclenchement était purement mécanique.

Et c'est à partir de 1963 que la Suisse commence l'électrification des installations extérieures de ses enclenchements mécaniques (comme les aiguillages et les passages à niveau), après que différents types d'appareils électromécaniques ont vu le jour dès 1935, afin de réduire les coûts d'entretien et de les préparer au remplacement des installations Bruchsal. Les « Domino 55 » (67 et aussi 69) sont les dignes successeurs des Bruchsal qui seront présents jusqu'à la numérisation et l'informatisation des enclenchements que nous connaissons aujourd'hui avec « ILTIS ».

De nos jours, il ne reste que 5 installations mécaniques, comme à Bienne RB⁶ et 2 d'entre elles seront mises hors service en cette année 2021.

2. Énoncé du travail

2.1 Le projet

Pour mon travail pratique, on m'a donné pour mission de fabriquer des pièces à partir de pièces de référence pour la restauration de l'ancien enclenchement de type Bruchsal G de la gare de Puidoux-Chexbres. Ces pièces seront utilisées comme butée de la tringlerie qui servait à créer et bloquer les parcours.

³ Il s'agit de la première date de livraison, mais pas en Suisse.

⁴ Autre terme pour aiguillage et AV

⁵ Lorsqu'un signal passe au vert, nous disons qu'il est « ouvert ».

⁶ « RB » pour « Rangierbahnhof », en français : gare de triage



Figure 1 : Pièces de référence

Pour ce faire, j'ai dû :

- **Commander la matière de base**
- **Commander l'outillage nécessaire à la fabrication**
- **Créer les dessins techniques des pièces**
- **Élaborer les protocoles d'opération et de contrôle**
- **Usiner les pièces par les différents moyens d'usinage conventionnels⁷**
- **Contrôler les pièces**
- **Monter les pièces chez le client**

3. Réalisation du projet

3.1 Commande de la matière

Pour la commande des matériaux, je suis passé par le site de l'entreprise Debrunner Acifer⁸, chez qui nous nous rendons lorsque nous avons besoins de matière première.

Mon choix s'est porté sur les articles suivant :

- *Barre en acier six pans / 22 [mm] / Longueur = 3 [m] / S235JR*
- *Barre en acier carré / 24 [mm] / Longueur = 6 [m] / S235JR*

Étant donné que ces pièces ne subiront ni de grandes contraintes mécaniques, ni des intempéries en milieu extérieur, j'ai décidé que de l'acier de construction classique serait suffisant et plus économique qu'un autre.

En ce qui concerne la longueur, elle est largement supérieure à ce dont j'avais besoin, cependant, mes collègues en ont trouvé une utilité. Les chutes de matière ne seront donc pas mises au rebut.

⁷ Ce qui comprend : tournage, fraisage et perçage

⁸ www.a-d.ch

3.2 Commande de l'outillage

3.2.1 Procédé

En ce qui concerne les outils, je devais partir de zéro. Nos machines sont relativement neuves et n'ont pas été employées avant moi. Il m'a incombé de mettre en service le tour ainsi que la perceuse/fraiseuse et pour ce faire, il me fallait des outils.

J'ai donc pris connaissance des catalogues des fabricants fournisseurs chez les CFF et j'ai pu établir une liste que j'ai partagée avec un représentant de chez Schnegg-Tool AG qui est venu nous rendre visite. Après discussion, nous nous sommes mis d'accord sur le matériel nécessaire et j'ai transmis la commande.

3.2.2 La liste des outils

Pour le tournage :

- Mandrin de perçage avec cône morse pour contre poupée
- Contre pointe tournante
- Outil universel pour taraudage et filetage « EDALTOUR »
- Portes outil
- Plaquettes d'ébauche en métal dur
- Plaquette de finition en métal dur
- Plaquette de tronçonnage en métal dur

Pour le fraisage :

- Cône morse pour pince de serrage
- Pinces de serrage
- Jeu de fraise Ø6-12, HSS⁹

En ce qui concerne le perçage, nous possédions déjà ce dont j'avais besoin. Il nous manquait simplement un mandrin pour notre nouvelle machine.



Figure 2 : Outils de tournage



Figure 3 : Outils de fraisage

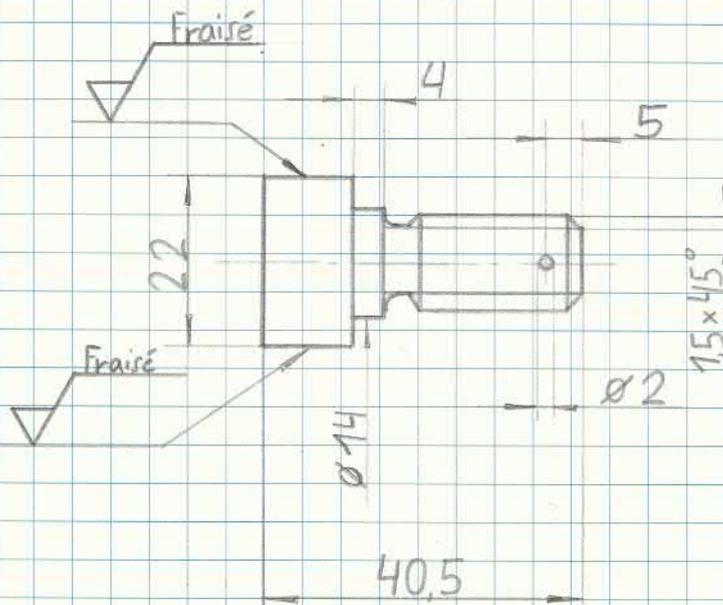
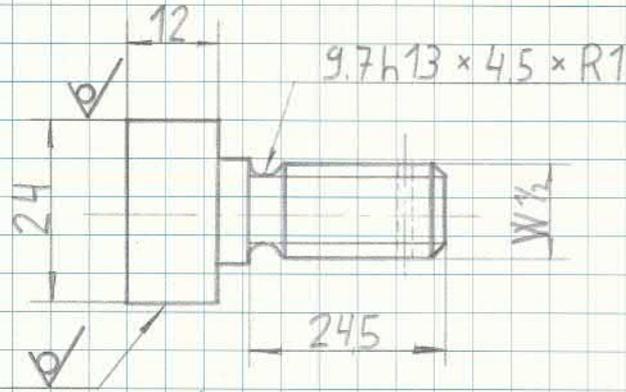
3.3 Documents techniques d'usage

Cf. pages suivantes : « Dessins technique¹⁰ » & « Plans d'opération »

⁹ Ce sont des fraises en acier rapide à usinage à sec.

¹⁰ Les dessins techniques sont cotés en [mm], selon les normes en vigueur.

√ Ra 1.6 (√ Fraisé)

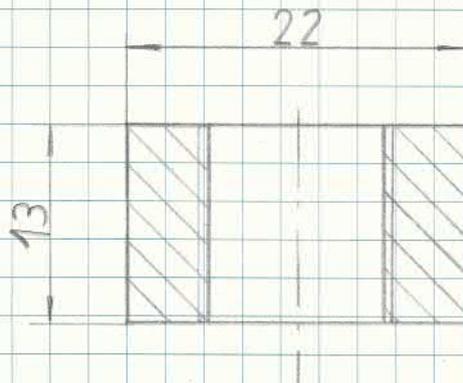
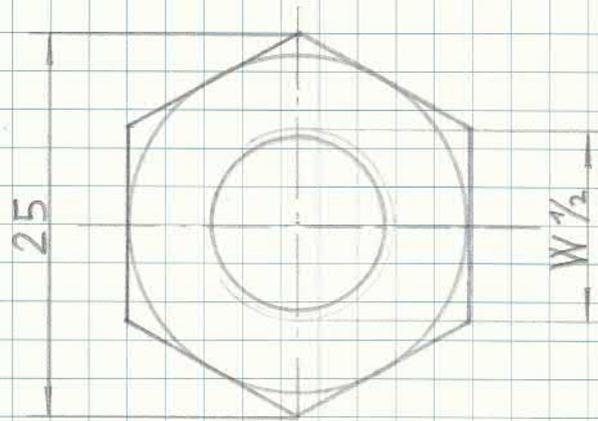


-0.1
-0.3

Tolérances générales ISO 2768-mk

1	10		S235	Vis de butée 24 x 22 x 40,5	
Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification		Dénomination / caractéristiques
Mod.			Mod.		Dessiné 19.0421 Lugin L
					Contrôlé
					Conf. aux normes
					Bon pour exécution
Sans nomenclature séparée			No de commande		Echelle 1:1
Nomécl. sép. de même No			Origine		Nb. feuilles 2
Nomécl. sép. de No diff.			Remplace		Feuille No 1
CFF SAALS			Dénomination Pièces de restauration encl.		No de dessin

$\sqrt{Ra} 1.6$



Tolérances générales ISO 2768-mk

2	10		S235	Ecrou de butée 13 x 22		
Pos.	Quantité	Unité	Numéro d'identification	Dénomination / caractéristiques		
Mod.			Mod.	Dessiné	19.04.21	Lugrin L.
				Contrôlé		
				Conf. aux normes		
				Bon pour exécution		
Sans nomenclature séparée			No de commande			Echelle
Nomencl. sép. de même No			Origine			2:1
Nomencl. sép. de No diff.			No d'ident.	Remplace		Nb. feuilles
CFF SAA LS			Dénomination			2
			Pièces de restauration encl.			Feuille No
			No de dessin			2

Plan d'opération Pos. 1					
N°	Opération	Outils	Fréquence rotation [tr/min]	Avance [mm/tr]	Remarque
1	Débitage	Scie électrique	-	-	Régler la butée à ~42,5 [mm]
2	Ébavurage	Lime	-	-	
3	Contrôle dimensions brutes	Calibre	-	-	
4	Pointer à 6 [mm]	Pointeau & Marteau	-	-	Pointer à x = 12 (centré); y = 6
5	Percer Ø2	Foret Ø2 HSS	~3'183	-	Pas oublier de centrer
6	Ébavuer perçage	Fraise 90°HSS	~70	-	
7	Centrer Pièce dans mandrin	Palpeur	-	-	Mandrin à 4 mors indépendant !
8	Dresser face 1	burin d'ébauche MD	~1'300	0.81	
9	Dresser face 2	burin d'ébauche MD	~1'300	0.81	verifier le centrage avec palpeur + longueur 40.5 [mm]
10	Tourner Ø14	burin semi-finition MD	~1'300	0.81	Sur 28,5 [mm]
11	Tourner Ø12,5	burin finition MD	~1'300	0.81	Sur 24,5 [mm]
12	Tourner gorge dég. Filetage Ø9.7h13	Burin à tronçonner MD	~390	Manuelle	Chariotter sur 4,5 [mm]
13	Briser les arrêtes et chanfreiner 1.5x45°	Burin à 45° MD	~1'300	Manuelle	
14	Fileter W1/2	Filière W1/2 HSS	70	-	Pas oublier de lubrifier
15	Contrôle final	Calibre	-	-	Pour contrôler filetage : pièces de référence = jauge

Plan d'opération Pos. 2					
N°	Opération	Outils	Fréquence rotation [tr/min]	Avance [mm/tr]	Remarque
1	Changer mandrin	-	-	-	Insatller mandrin à 3 mors dépendants
2	Débitage	Scie électrique	-	-	Régler la butée à ~15 [mm]
3	Ébavurage	Lime	-	-	
4	Contrôle dimensions de base	Calibre	-	-	
5	Placer Pièce dans mandrin	-	-	-	
6	Dresser Face 1	Burin d'ébauche MD	~1'300	0.81	
7	Centrer	Mèche à centrer HSS	700	Manuelle	
8	Percer Ø10,5	Foret Ø10,5 HSS	~606	Manuelle	
9	Chanfreiner	Fraise 90° HSS	~70	Manuelle	Chanfrein pour filetage
10	Dresser Face 2	Burin d'ébauche MD	~1'300	0.81	Longueur 13 [mm]
11	Chanfreiner	Fraise 90° HSS	~70	Manuelle	Chanfrein pour filetage
12	Fileter W1/2	Taraud W1/2	70	-	Pas oublier de lubrifer
13	Contrôle final	Calibre & Jauge	-	-	Pour contrôler filetage : pièces de référence = jauge
14					
15					

3.4 Usinage des pièces

Pour usiner ces pièces, j'ai suivi les plans d'opération que j'ai précédemment créés.

3.4.1 Photos des outils



Figure 5 : Outils de traçage & marquage



Figure 4 : Outils de perçage



Figure 6 : Burins de tournage

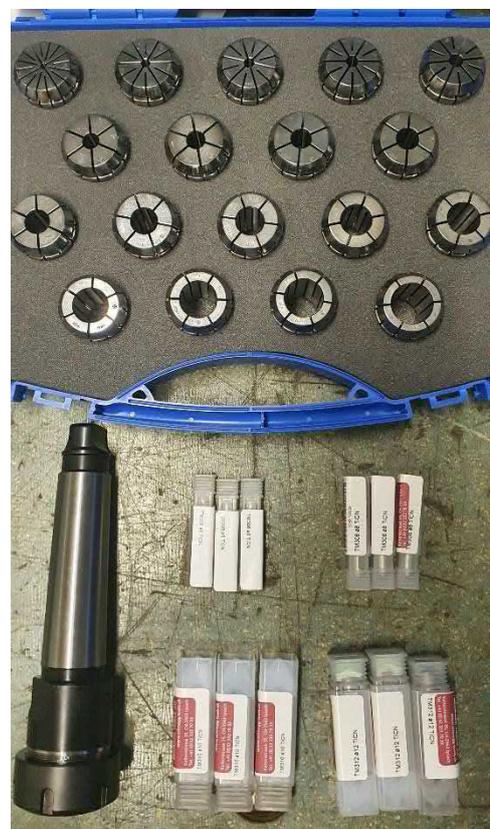


Figure 7 : Pincettes et fraises



Figure 9 : Outils pour filetage & taraudage



Figure 8 : Outils de mesure & contrôle



Figure 10 : Mandrin à 4 mors indépendants

3.4.2 Photo de l'usinage



Figure 11 : Centrage Pos. 1



Figure 12 : Tournage des diamètres sur Pos. 1



Figure 13 : Filetage Pos. 1



Figure 14 : Fraisage Pos. 1



Figure 15 : Perçage Pos.2

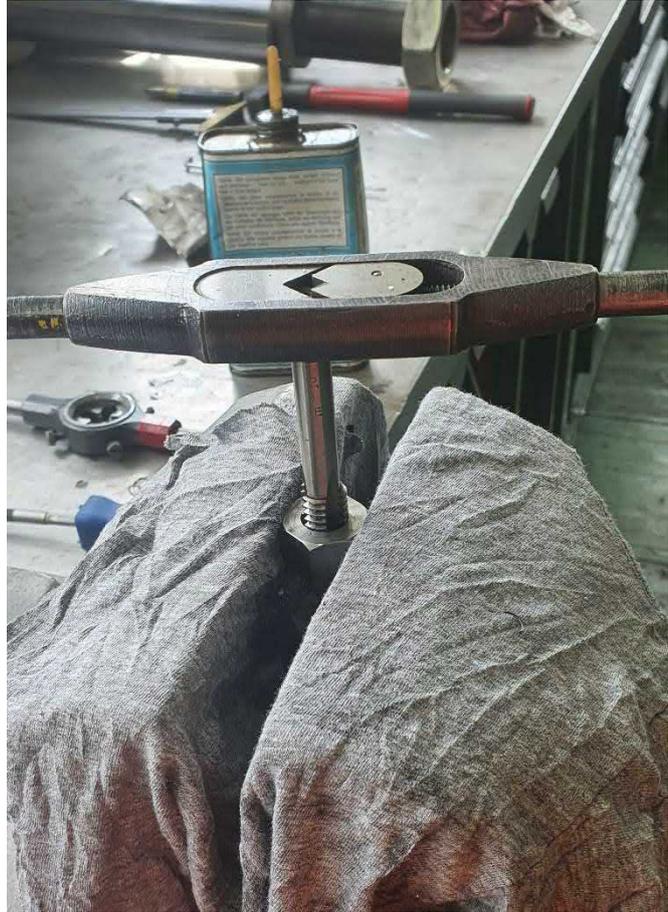


Figure 16 : Taraudage Pos.2

3.4.3 Contrôle des pièces

Afin de contrôler mes pièces, j'ai utilisé un calibre et j'ai effectué les mesures selon le protocole de contrôle préalablement constitué. Je les ai aussi comparées aux pièces qui m'ont été fournies comme exemple (cf. page suivante « Protocole de contrôle »).



Figure 17 : Pièces usinées, Pos.1 n°3 & Pos.2 n°3

protocole de contrôle

Pos. 1			Pièce n° : 3		
<i>Cote nominale [mm]</i>	<i>tolérance [mm]</i>	<i>cote mesurée [mm]</i>	<i>outil de mesure</i>	<i>OK</i>	<i>Rebut</i>
largeur, 24	±0,2	23,91	Calibre numérique	X	
largeur, 22	±0,2	21,95	Calibre numérique	X	
longueur, 12	±0,2	11,87	Calibre numérique	X	
longueur, 40,5	±0,3	40,64	Calibre numérique	X	
longueur, 24,5	±0,2	24,68	Calibre de profondeur	X	
longueur épaulement, 4	±0,1	4,08	Calibre de profondeur	X	
épaulement Ø14	±0,2	13,94	Calibre numérique	X	
position Ø2	±0,1	3,93	Calibre numérique	X	
gorge filetage Ø9h13	0 / -0,22	9,69	Calibre numérique	X	
Filetage W1/2	-	-	Pièce de référence	X	
Pos. 2			Pièce n° : 3		
<i>Cote nominale [mm]</i>	<i>tolérance [mm]</i>	<i>cote mesurée [mm]</i>	<i>outil de mesure</i>	<i>OK</i>	<i>Rebut</i>
Largeur, 13	±0,2	13,16	Calibre numérique	X	
Filetage W1/2	-	-	Pièce de référence		X

Date de contrôle : 21.04.21

Visa :



3.5 Utilisation des pièces

3.5.1 Montage chez le client

Une fois terminées, ces pièces servent de butée sur la tringlerie de l'enclenchement en restauration.

Pour créer un parcours avec cet enclenchement, il faut d'abord tourner les aiguilles dans le sens souhaité puis actionner la manette de verrouillage du parcours. Les pièces empêcheront quiconque voulant actionner les aiguilles du parcours verrouillé de le faire. Elles créent un blocage mécanique de la tringlerie, créant ainsi une sécurité contre les potentiels accidents dus à une mauvaise manipulation de la part de l'aiguilleur.

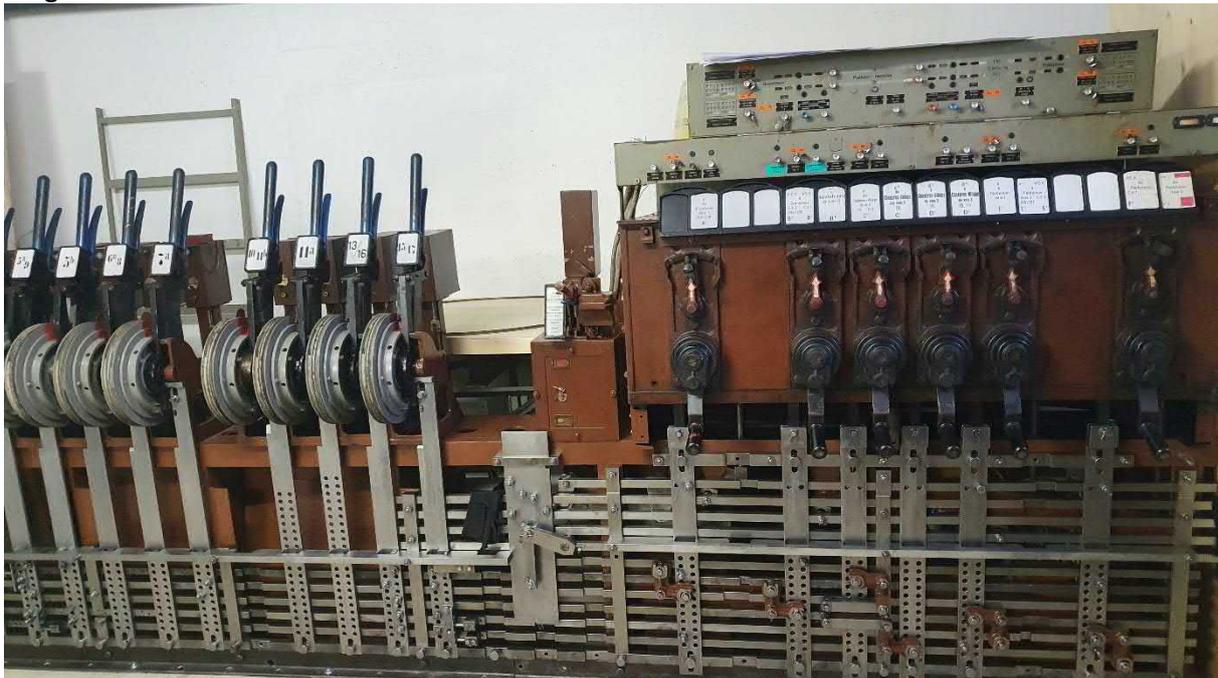


Figure 18 : Enclenchement type Bruchsal G en restauration

3.5.2 Photos & schéma de l'installation

Les grandes manivelles (entouré violet) servent à activer les signaux et les petites (entouré orange) servent à actionner des parcours. Lorsque l'une de ces dernières est utilisée, elle fera coulisser des règles le long de l'appareil (flèche rouge), ce qui verrouillera les aiguilles concernées¹¹. Une fois un parcours créé, il est possible d'actionner la manivelle du signal lui correspondant, ce qui aura pour effet de verrouiller le parcours.

Les pièces que j'ai fabriquées s'installent justement sur les règles des aiguilles et des parcours.



Figure 19 : Manivelles de parcours & signaux

¹¹ Il faut évidemment actionner les aiguilles dans le bon sens avant de les verrouiller.

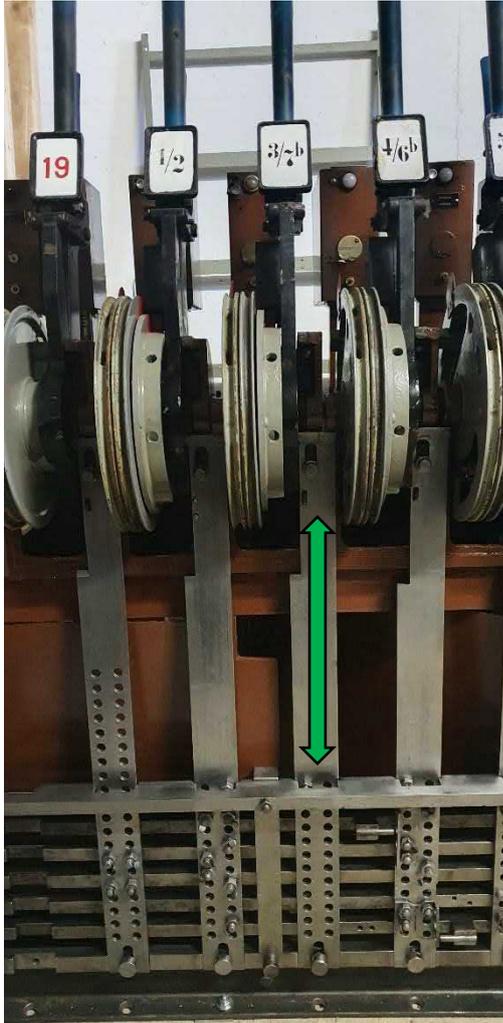


Figure 20 : Leviers d'aiguilles



Figure 21 : Zoom sur la tringlerie, avant installation des pièces

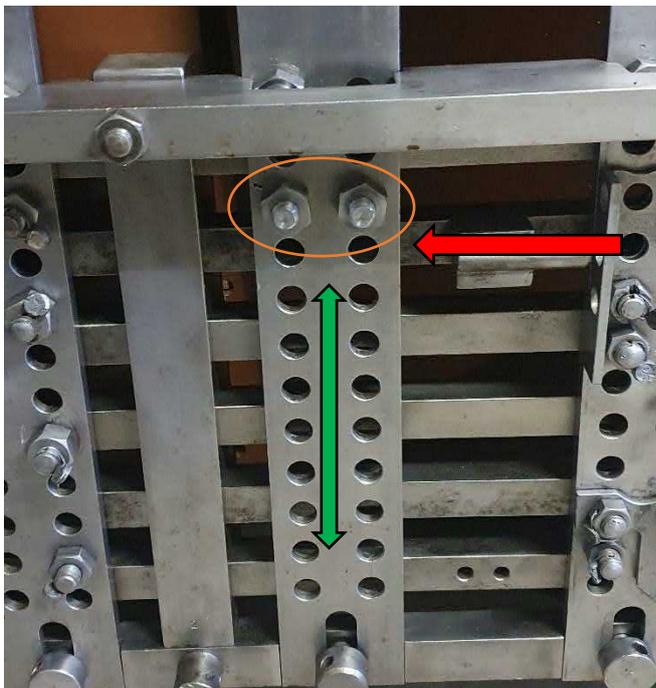


Figure 22 : Après installations des pièces

Si nous prenons exemple sur la règle de l'aiguille zoomée dans la figure 22, nous comprenons rapidement l'utilité des pièces :

- Une fois le levier actionné, la règle descend (flèche **verte**).¹²
- Nous ne pouvons alors pas engager le parcours relié à la règle (flèche **rouge**), évitant ainsi un potentiel accident.
- Ou une fois que la règle de parcours a coulissé, les pièces butant contre elle empêchent toute manœuvre de l'aiguille qui se trouve en bonne position.

¹² Si l'aiguille n'est enclenchée par aucune règle de parcours.

4. Commentaires & conclusion

4.1 Commentaire sur le projet

4.1.1 La préparation

Pour ce projet, je n'avais pas tout de suite réalisé que de partir de rien serait aussi fastidieux. En effet, lorsque les commandes de matériel ont été faites, je me suis vite aperçu que je n'avais pas pris en compte certains outils, comme des plaquettes à 45° ou des mèches à centrer.

Mon formateur m'a laissé l'occasion de faire des essais avant l'examen et grâce à ça, j'ai pu me rendre compte de certains problèmes qui auraient pu très fâcheusement entraver l'avancée de mon travail. Effectivement, c'est à ce moment que je compris que le mandrin à 4 mors que nous possédons comprend bien 4 mors, mais indépendants. Or, nous n'avions pas les outils nécessaires au centrage des pièces et il était trop tard pour en commander. J'ai donc demandé au responsable de l'atelier où j'ai travaillé durant ma première année, s'il était d'accord de m'aider sur ce coup.

4.1.2 Les dessins

Pour le dessin technique, j'ai dû à plusieurs reprises me creuser les méninges car les pièces que j'ai faites possèdent un filetage $W\frac{1}{2}$. Ce que je n'avais jamais vu auparavant. Et qui n'est bien évidemment pas répertorié dans les ouvrages de référence que j'avais à disposition.

Pour m'en sortir et pour réussir à coter au mieux ces filets, je me suis basé sur ce que j'ai appris pendant mes cours professionnels et j'ai pu ainsi déterminer les données dont j'avais besoin.

4.1.3 La matière

Pour le choix de la matière, le client n'a pas spécifié de demande particulière. Par conséquent, mon choix s'est porté sur de l'acier de construction classique, soit du S235JR.

L'installation étant en intérieur, les pièces ne vont pas subir de chocs thermiques dus aux variations de température. De plus, les contraintes mécaniques qui leur seront appliquées seront moindres. Acheter un acier qui aurait subi des traitements, ou un acier allié aurait représenté un coût supplémentaire inutile.

4.1.4 L'usinage

L'usinage des pièces s'est très bien passé. J'ai dû m'adapter à quelques situations inattendues, par exemple lors du filetage de mes vis.

J'avais prévu de le faire au tour à l'aide d'un support pour filière à insérer dans la contre-poupée. Cependant, au moment de l'usinage du filetage, la filière ne voulait pas s'engager, malgré les efforts. J'ai donc décidé de ne pas forcer, au risque de casser quelque chose, et j'ai simplement pris la filière que j'ai insérée dans un porte-filière et j'ai effectué mes filetages à la main.

Le centrage des vis à base carrée dans le mandrin à 4 mors indépendants était une nouvelle expérience aussi. Je n'avais jamais utilisé ce genre de mandrin et j'ai dû

rechercher une méthode pour réussir mes centrages. Celle au palpeur-comparateur m'a le plus convaincu, surtout au niveau de la précision obtenue.

4.1.5 Le contrôle

Afin de faire les contrôles des pièces, et au vu des tolérances appliquées, un calibre ainsi qu'un calibre de profondeur ont été suffisants. Le seul problème de vérification était au niveau des filetages.

Comme dit précédemment, j'ai eu affaire à des filetages $W\frac{1}{2}$, qui ne sont plus utilisés de nos jours. De ce fait, trouver des jauges de contrôle pour ces filetages s'est avéré être impossible. Et je ne connaissais personne dans mon entourage, tant privé que professionnel qui en possédait, pas même le client. Je me suis donc servi des pièces de référence comme jauges de contrôle et j'ai pu constater que mes écrous ne passent pas sur la vis d'exemple, alors qu'ils passent très bien sur les miennes.

J'ai donc cherché la ou les sources de ce problème dont voici une courte liste non-exhaustive :

- Lors de mon filetage à la main, je n'étais pas assez droit et perpendiculaire à ma pièce, ce qui aurait créé un certain décalage.
- J'ai constaté en comparant mes écrous à celui de référence que mes filets de filetage étaient plus larges.
- Ma pièce de référence étant ancienne, peut-être était-elle usée, malgré son excellent état apparent.

Après discussion et bonne entente avec le client, ce n'est pas un problème majeur pour lui. Je lui ai simplement conseillé de garder les pièces que j'ai fabriquées entre elles et tout irait pour le mieux.

Lors du contrôle d'une de mes vis (Pos. 1, n°2), j'ai constaté que la face dressée de la base était bombée. Je n'ai trouvé aucune explication à ce phénomène au vu du résultats des pièces 1 et 3, ceux-ci étant bons.

4.2 Conclusion

4.2.1 Conclusion du projet

Dans son ensemble, le projet s'est bien déroulé. Il n'y a eu aucun accros majeur et les pièces usinées pour l'évaluation de ce travail ont pu être réalisées dans les temps.

Le client est très satisfait de la qualité des pièces produites et elles sont fonctionnelles, malgré le manque de moyens de contrôle.

Aucune casse n'est à déplorer.

Le projet est donc une réussite.

4.2.2 Conclusion personnelle

Ce travail a été très enrichissant pour moi car il m'a permis de voir à quel point réaliser un projet depuis le point zéro peut s'avérer compliqué, malgré les apparences.

En effet, le jour où ce projet m'a été proposé, je pensais m'en sortir de façon plus qu'aisée. Or, je ne m'attendais pas à devoir courir à gauche à droite chercher des outils dont j'avais besoin mais auxquels je n'avais pas pensé lors des commandes. J'étais

trop habitué à tout avoir directement sous la main et le fait de devoir tout regrouper n'était donc pas une mince affaire. Mais j'y suis parvenu. Je me suis donc prouvé que j'avais les ressources nécessaires pour faire preuve de la plus grande autonomie dont j'étais capable.

Aussi, j'ai compris l'importance d'avoir un réseau de contacts professionnels lequel s'avère être très utile dans le cas où un besoin de ressources matérielles et/ou intellectuelles se fait ressentir.

Encore, ce travail m'a fait comprendre ce que l'on pouvait attendre d'un employé lambda, à savoir : de l'autonomie, de la qualité et de la ponctualité. Et les résultats que j'ai montrés en effectuant ces travaux de préparation, d'usinage et de montage me satisfont.

En fin, ce travail m'a beaucoup apporté au niveau culture générale. Je pense que je n'aurais jamais autant appris sur l'histoire des enclenchements ferroviaires si je n'avais pas réalisé ces pièces. Je tiens à remercier M. Pascal Roh, mon chef de Team, de m'avoir donné ce projet comme travail pratique de fin d'apprentissage, ainsi que M. Laurent Voisin, le client, d'avoir accepté de m'inclure dans ce projet et à qui je dois toute la connaissance que je possède aujourd'hui sur les enclenchements, particulièrement sur celui de Puidoux-Chexbres. Je tiens aussi à remercier, M. Olivier Tanniger, mon formateur, pour m'avoir soutenu dans la totalité de ce projet et M. François Tschannen qui a su me rassurer quand les choses n'allaient pas tout à fait comme prévu.



Figure 25 : Le tour ayant servi à l'usinage des pièces (encore propre)

Annexes : - Calendrier approximatif du TPI

- Journal de travail

Calendrier

Calendrier du TPI							
Jours de travail							
Jour 1		Jour 2		Jour 3		Jour 4	
19.04.2021		20.04.2021		21.04.2021		22.04.2021	
Heures	étapes	Heures	étapes	Heures	étapes	Heures	étapes
8h00	Établissement des documents de production	8h00	Débitage des pièces Pos.1	8h00	Fraisage Pos.1	8h00	
8h15		8h15		8h15		8h15	
8h30		8h30	Ébavurage Pos.1	8h30		8h30	
8h45		8h45		8h45		8h45	
9h00	Pause	9h00	Marquage Pos.1	9h00	Pause	9h00	
9h15	Établissement des documents de production	9h15	Pause	9h15	Limer Pos.1	9h15	
9h30		9h30	Perçage Pos.1	9h30	Contrôle Pos.1	9h30	
9h45		9h45		9h45		9h45	
10h00		10h00		10h00	Préparation Tour pour usinage Pos.2	10h00	
10h15		10h15		10h15		10h15	
10h30		10h30	Tournage Pos.1	10h30	Débitage des pièces Pos.2	10h30	
10h45		10h45		10h45	10h45		
11h00		11h00		11h00	Ébavurage Pos.2	11h00	
11h15		11h15		11h15	Tournage Pos.2	11h15	
11h30		11h30	11h30	11h30			
11h45	11h45	11h45	11h45				
12h00	Pause	12h00	Pause	12h00	Pause	12h00	
12h15		12h15		12h15		12h15	
12h30		12h30		12h30		12h30	
12h45		12h45		12h45		12h45	
13h00	Établissement des documents de production	13h00	Tournage Pos.1	13h00	Tournage Pos.2	13h00	
13h15		13h15	Visite des experts	13h15		13h15	
13h30		13h30		13h30		13h30	
13h45		13h45		13h45		13h45	
14h00		14h00		14h00		14h00	
14h15	Pause	14h15	Pause	14h15	Montage des pièces pour le client	14h15	
14h30	Préparation des machines pour Jour 2	14h30	Fraisage Pos.1	14h30		14h30	
14h45		14h45		14h45		Pause	14h45
15h00		15h00		15h00		Contrôle Pos.2	15h00
15h15		15h15		15h15			15h15
15h30	Mise en ordre de la place de travail	15h30	Mise en ordre de la place de travail	15h30		Mise en ordre de la place de travail	15h30
15h45		15h45		15h45		15h45	
16h00	Siganture journal	16h00	Siganture journal	16h00	Siganture journal	16h00	
16h15		16h15		16h15		16h15	