

RAPPORT d'APPRENTISSAGE

**CONCEPTION ET AUTOMATISATION D'UN PONT-LEVIS
PORTATIF ET AUTRES SUJETS DIVERS**

BUT 3 Génie Électrique et
Informatique Industrielle

IUT ANGOULÊME
UNIVERSITÉ DE POITIERS
4 AVENUE DE VARSOVIE
16 000 ANGOULÊME

GROUPE APB :
AMP INDUSTRIES
PROD OPTIMA INDUSTRIES
BARTHEL ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE
126 IMPASSE DE BOUVREUILS
16 560 ANAIS

Professeur tuteur :

Jean-Marie PAILLOT

Maître d'apprentissage :

Jonathan CAPARROS

Date du rapport de stage :

13/06/25 13:54:43

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'équipe de Prod Optima, toujours optimiste quelle que soit la situation. Ainsi que madame Dupouy pour nous avoir transmis ce formidable appel à candidature. Et bien sûr monsieur Bataille, pour son accueil au sein de son groupe.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	2
INTRODUCTION.....	3
1. PRÉSENTATION DU GROUPE.....	4
1.1. AMP INDUSTRIES – AMP.....	4
1.2. PROD OPTIMA INDUSTRIES – POI.....	4
1.3. BARTHEL ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE – BEI.....	5
1.4. LOCALISATION.....	5
1.5. BUREAU.....	5
1.6. ORGANISATION INTERNE.....	6
2. ENTRETIEN DE POSTES.....	7
2.1. MMP PACKETIS.....	7
2.2. ROUSSELOT.....	7
2.3. LOCATEX.....	8
2.4. MISSION.....	9
2.5. BILAN.....	9
3. REMISE À NEUF D'UNE MACHINE.....	10
3.1. PINTAUD.....	10
3.2. EP16.....	10
3.3. MISSION.....	11
3.4. BILAN.....	12
4. PROGRAMMATION DU PETIT NAPPEUR.....	13
4.1. SILAC INDUSTRIE.....	13
4.2. MISSION.....	13
4.3. BILAN.....	16
5. INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE VENTILATION.....	17
5.1. JANOSCHKA ANGOULÊME.....	17
5.2. MISSION.....	18
5.3. BILAN.....	22
6. CRÉATION D'UN DÉMONSTRATEUR DU GROUPE.....	23
6.1. MISSION.....	23
6.2. BILAN.....	29
7. COMPÉTENCES GEII.....	30
CONCLUSION.....	31
BIBLIOGRAPHIE.....	32

INTRODUCTION

Étudiant à l’Institut Universitaire de Technologie d’Angoulême en troisième année de Bachelor Universitaire de Technologie en Génie Électrique et Informatique Industrielle, spécialisé en Électronique et Systèmes Embarqués, j’ai choisi d’effectuer ma dernière année en alternance afin de m’investir davantage dans le vaste monde du travail. J’ai été embauché dans l’entreprise Prod Optima Industries du groupe APB, où j’ai été affecté au service électricité industrielle, via la marque Barthel Électricité Industrielle. J’ai été affecté à plusieurs chantiers de tailles variables. La mission principale que j’ai choisie de développer dans ce rapport porte sur la création d’un démonstrateur pour le groupe APB, sous la forme d’un pont levis portatif. J’ai choisi d’intégrer une carte électronique pouvant piloter les divers éléments dudit pont, comme les feux de signalisation, les barrières ou encore le verrouillage mécanique des deux plateaux levants. Cela permettra donc à l’entreprise de montrer son savoir faire sur la maintenance électrique et mécanique, sur l’usinage de pièces mécanique, ainsi que sur la maintenance préventive du système global.

Pour aboutir à ce projet principal, j’ai mis en place un cahier des charges, comprenant une étude complète du système de pont levis, m’amenant à me poser les questions suivantes :

- Comment intégrer le système électronique au pont levis ?
- Comment mettre en avant les compétences du groupe ?
- Quels outils vais-je utiliser pour réussir ?

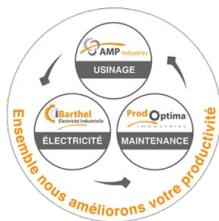
Mon maître d’apprentissage n’étant pas à l’aise avec l’électronique, j’ai réfléchi seul à l’intégration de tous les éléments électroniques, en m’aidant quelque peu des connaissances acquises lors de ma scolarité. Pour ce qui est de la deuxième problématique, mon maître d’apprentissage m’a orienté en me donnant tous les secteurs d’activité du groupe, en me donnant également des exemples sur des missions déjà effectuées par le groupe et similaire à mon projet. En ce qui concerne la dernière problématique, je vais utiliser majoritairement des logiciels de CAO, de schéma électrique ou encore de programmation.

Dans un premier temps, je me consacrerais à la présentation du groupe dans lequel j’ai été employé pour mon alternance. J’évoquerai ensuite quelques missions qui m’ont été demandées de suivre lors de mon alternance, avec la présentation des entreprises dans lesquelles nous sommes intervenus. Puis, je présenterais mon projet principal. J’aborderais alors le cahier des charges que j’ai réalisées, avec les différents tenants et aboutissants du projet. Et enfin, je finirai par une analyse personnelle, avant d’évoquer l’évolution du projet.

1. PRÉSENTATION DU GROUPE

J'ai effectué mon apprentissage dans les entreprises AMP Industries, Prod Optima Industries, Barthel Électricité Industrielle, qui regroupe trois marques en deux sociétés communes, via le groupe de holding APB Industrie dirigé par Pierre-Emmanuelle Bataille. Je suis employé par Prod Optima qui s'occupe de la maintenance mécanique préventive des machines. Je suis dirigé par l'équipe de la marque Barthel Électricité Industrielle qui s'occupe donc de l'électricité industrielle, dont le responsable est actuellement Jonathan Caparros, mon maître d'apprentissage.

Le groupe réunit plusieurs domaines, tels que l'électrique et le mécanique, pour proposer aux différentes entreprises clientes un maximum de prestation que le groupe peut réaliser. Par exemple, une entreprise fait appelle à nos services pour installer un coffret électrique. En discutant avec elle, nous nous rendons compte qu'ils ont besoin d'avoir une pièce mécanique qui doit être faite sur mesure. Alors, nous pouvons en parler à notre entreprise d'usinage d'AMP. Nous avons donc trois services qui travaille indépendamment des autres, mais qui se lient entre eux pour fidéliser le client. Cette politique actuelle du groupe a été amorcée par François Fromentin. D'où le logo du groupe qui pourrait être assimilé à un diagramme de Venn.



D'ailleurs, l'entreprise travaille avec beaucoup de grands groupes, spécialisés dans plusieurs domaines, qui leur fait confiance, comme : Schneider, Leroy Somer ou Legrand, pour le secteur de l'électrotechnique ; Roussetot ou French Dessert, pour le secteur de l'agroalimentaire ; Janoschka Angoulême ou MMP Packetis, pour le secteur de l'impression ; ou encore Silac Industrie ou Locatex, pour le secteur du textile.

1.1. AMP INDUSTRIES – AMP

Société par actions simplifiées créée le 1^{er} octobre 1986 par François Fromentin, puis reprise par Pierre-Emmanuel Bataille le 10 novembre 2020. Son activité est l'étude, la fabrication et la maintenance de toutes machines et installations mécaniques. Pendant 30 ans, elle était située à la Z.I de la Croix Blanche à Soyaux, avant d'être transférée à Anais. Elle est inscrite au greffe d'Angoulême le 6 janvier 1987 et son numéro de SIREN est 339 568 479. Elle possède un capital social de 30 240 € et son total du bilan est de 697 865,32 €, avec un bénéfice de 55 384,92 €. La responsable de ce service est actuellement Stéphanie Villard.

1.2. PROD OPTIMA INDUSTRIES – POI

Société par actions simplifiées créée le 2 novembre 2006 par François Fromentin, puis reprise par Pierre-Emmanuel Bataille le 10 novembre 2020. Son activité est le nettoyage, l'entretien et la maintenance d'outils industriels. Pendant 14 ans, elle était située au 1 route du petit Fresquet à 16 40 Puymoyen, avant d'être transférée à Anais. Elle est inscrite au greffe d'Angoulême le 31 octobre 1987 et son numéro de SIREN est 492 582 697. Elle possède un capital social de 16 614 € et son total du bilan est de 598 023,05 €, avec un bénéfice de 31 253,36 €. Le responsable de ce service est actuellement Julien Lussot.

1.3. BARTHEL ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE – BEI

Société à responsabilités limitées créée le 1^{er} juillet 2000 par Jean-Marie Barthel, puis reprise par Sébastien Barthel le 27 mars 2010, puis reprise François Fromentin le 23 août 2016, puis reprise comme marque par Prod Optima Industries le 8 juillet 2020 et expirant le 8 juillet 2030. Son activité est les travaux d'installations électriques. Elle a eu des locaux à Fouquebrune et à Soyaux, avant d'être transférée à Anais. Elle est radiée au greffe d'Angoulême le 10 octobre 2019 et son numéro de SIREN était 432 681 500. Elle possédait un capital social de 25 500 €. Le responsable de ce service est actuellement Jonathan Caparros.

Barthel Electricité Industrielle met au service des clients ses compétences et son savoir-faire dans la réalisation de divers travaux électriques, de l'installation à la maintenance. Elle est amenée à travailler sur des installations à courant faible (5V) jusqu'au courant fort (20000V). Le service est apte au diagnostic de panne, aux opérations de maintenance, au contrôle des équipements, à la remise aux normes et à la sécurité des machines.

1.4. LOCALISATION

Les entreprises sont situées au lieu-dit La Touche d'Anais à Anais, à 20 km au nord d'Angoulême. Deux bâtiments font partie de l'ensemble, dont un centré sur le stockage et l'autre sur les bureaux et les machines.

La zone d'intervention du groupe est définie à l'échelle du département. En effet, la majeure partie des clients ont des usines en Charente, comme Pintaud, Rousselot, MMP ou encore Leroy-Somer. Toutefois, nous pouvons augmenter le champ d'intervention si nécessaire, généralement pour des grands groupes, comme Legrand à Châlus (87 230) en Haute-Vienne.

1.5. BUREAU

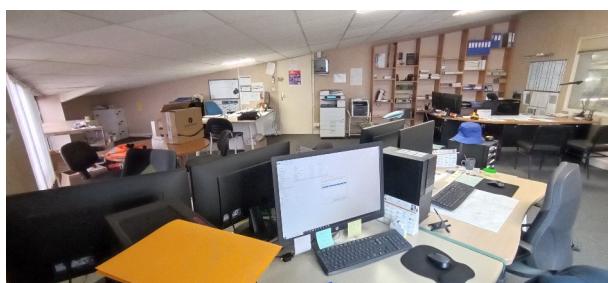


FIGURE I: BUREAU DE BEI #1



FIGURE II: BUREAU DE BEI #2

Le bureau de Barthel Électricité Industrielle est situé au premier étage du bâtiment principal. Il possède une vue sur la partie usinage de l'atelier. Il est composé des bureaux de Julien Lussot (chef de la maintenance, avec neuf mois d'ancienneté), Jonathan Caparros (chef électricien, avec quatorze ans d'ancienneté), Benjamin Metayer (électricien, avec sept ans d'ancienneté), Marc (mécanicien), Gilles Picard (électricien, avec deux ans d'ancienneté), Théo-Félix Adam (apprenti électricien, avec neuf mois d'ancienneté) et Michel Rallec (électricien, spécialisé sécurité machine avec quatre ans d'ancienneté).

1.6. ORGANISATION INTERNE

Ci-dessous l'organigramme centré sur le service électricité industrielle du groupe.

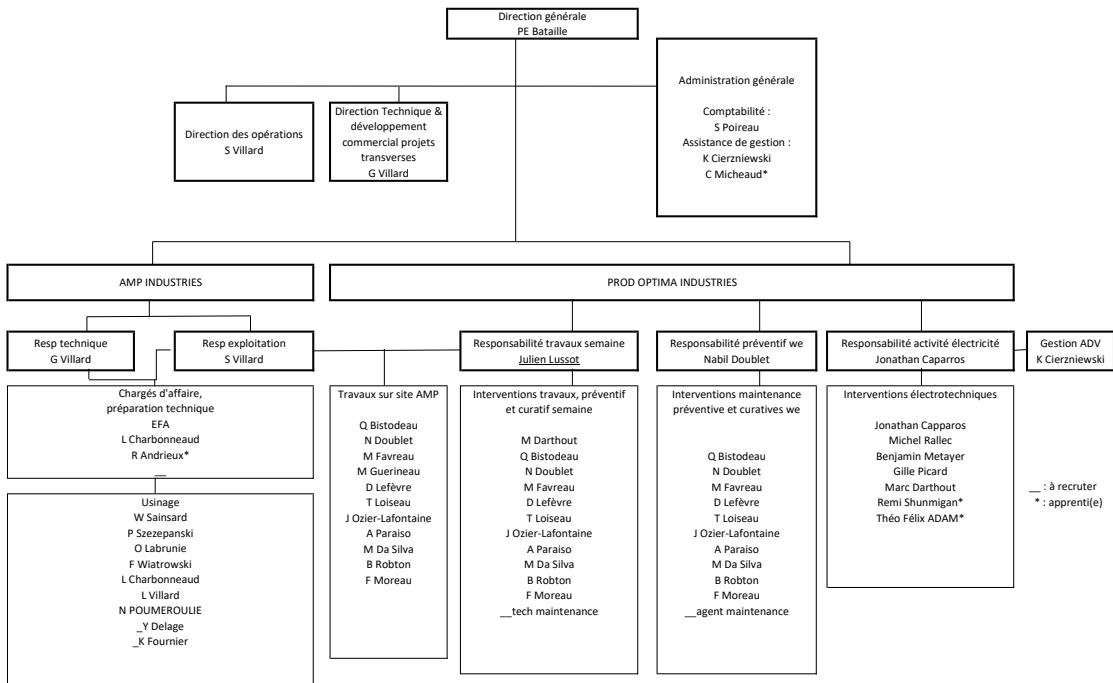


FIGURE III: ORGANIGRAMME INTERNE DU GROUPE

Le groupe est dirigé par monsieur Bataille. C'est lui qui s'occupe de prospection le département, afin de trouver des potentiels clients. Monsieur Caparros est le responsable du service électrotechnique. Responsable, c'est lui qui traite avec les clients les divers affaires. Il réalise les devis en accord avec les clients et vérifie tous les points. Ensuite, il y a les techniciens (en bleue) de travail, qui s'occupent de la réalisation des devis et peuvent aussi intervenir avec un bon d'intervention, si elle est urgente. Notre processus d'intervention est le suivant :

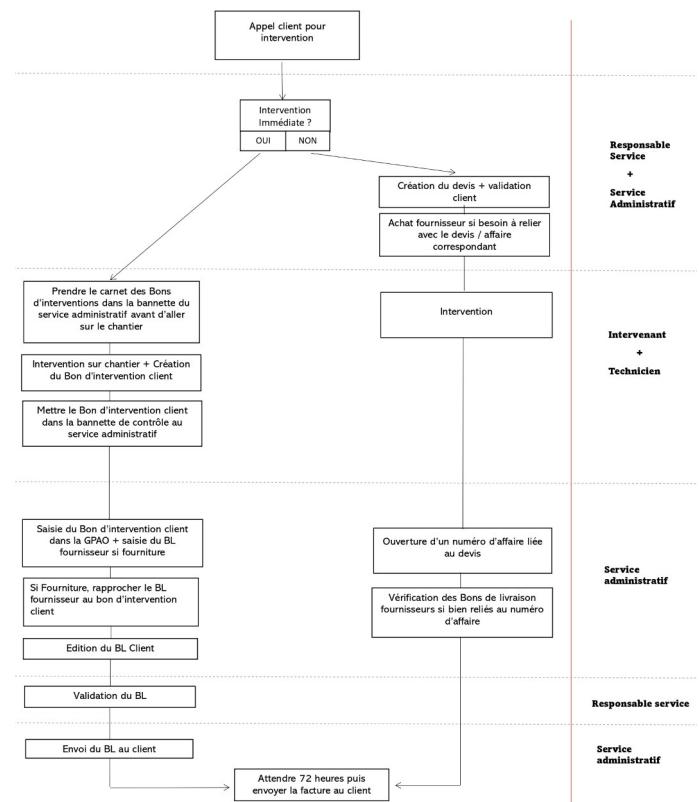


FIGURE IV: PROCESSUS D'INTERVENTION APB

2. ENTRETIEN DE POSTES

2.1. MMP PACKETIS



Packetis est une entreprise d'impression de notices et d'emballages de médicaments, tels que les Doliprannes. Elle appartient au groupe autrichien MMP ou Mayr-Melnhof Packaging. Ils utilisent l'impression par héliogravure ou encore par offset traditionnel. Elle est reconnue comme étant l'un des principaux fabricants mondiaux d'emballages de boîtes pliantes, d'étiquettes et de notices. Parmis ses clients principaux, nous retrouvons Sanofi, Pierre Fabre, LVMH, Dior ou encore Loréal.



FIGURE V: BLOCS DE NOTICES



FIGURE VI: IMPRIMANTE #1



FIGURE VII: IMPRIMANTE #2



FIGURE VIII: EMBALLAGES DIVERS #1



FIGURE IX: EMBALLAGES DIVERS #2



FIGURE X: EMBALLAGES DIVERS #3

L'entreprise possède son siège à Chazelles (16 380), non loin d'Angoulême. Deux autres établissements sont autour d'Angoulême, à Soyaux (16 800) et à l'Isle-d'Espagnac (16 340). Elle possède également un autre établissement à Valréas (84 600) dans le Vaucluse, en région PACA. Elle a été créée le 1^{er} janvier 1996 et arborait en 2023 un chiffre d'affaires de près de cent millions d'euros.

2.2. ROUSSELOT

Rousselot
A Darling Ingredients Brand



Rousselot est une entreprise créée en 1891 par Édouard Rousselot, qui fabriquait de la colle, avant de fabriquer de la gélatine autour des années 1900. C'est aujourd'hui le premier fabricant mondial de gélatine et de collagène. C'est en 1929, quand l'industrie de la gélatine se développe fortement, que Rousselot acquiert ce qui était la Société des Colles de France à Angoulême, qui deviendra l'un des sites historique far. En 1973, la Société Nationale Elf Aquitaine (SNEA) spécialisé dans l'extraction pétrolière s'intéresse au secteur de l'hygiène et de la santé et crée l'entreprise Omnium Financier Aquitaine, qui sera rebaptisée **Omnium Financier de la Santé**, connue aujourd'hui sous le nom Sanofi. Sanofi acquiert en 1984 Rousselot. En 1994, Sanofi devient un grand groupe pharmaceutique mondial, suite à l'acquisition de Sterling Winthrop Pharmaceuticals, anciennement détenu par Eastman Kodak Compagny ou simplement Kodak. En 2002, Rousselot fait partie de l'entreprise coopérative néerlandaise Vion Ingredients, avant qu'elle ne soit acquise en 2014 par le groupe américain Darling International Inc, maintenant Darling Ingredients Inc. En 2019, Rousselot ajuste son organisation en trois grands segments : Rousselot Santé & Nutrition, Rousselot Biomédical et Rousselot Ingrédients Fonctionnels. En 2020, une unité de production ultramoderne de peptides de collagènes de poisson a été aménagé sur une surface de 2500m².



FIGURE XI: ROUSSELOT



FIGURE XII: PEPTAN

Rousselot confectionne du collagène à partir de peau de cochon, de vache et de poisson. Ce collagène peut être à but pharmaceutique (85 % de la production) pour le rajeunissement de la peau ou bien pour la confection de la gélatine (15 % de la production) présente dans la plupart des bonbons. En 2023, son chiffre d'affaires est de près de cent millions d'euros.

2.3. LOCATEX



Locatex est une entreprise de location et d'entretien de textiles professionnels. Elle fournit notamment l'hôpital de St-Michel. Elle a été fondée en 1924 à Gond-Pontouvre par la famille Vallet qui tient toujours l'entreprise. Elle a pris les noms de Blanchisserie Militaire en 1924, puis de La Clinique du Vêtement en 1930, avant de devenir Locatex pour Location de Textiles. C'est pour les cent ans de l'entreprise en 2024, pendant la fête à laquelle nous avions livré un générateur, que Vincent Vallet, alors PDG depuis plus de cinquante ans, remet l'entreprise à ses quatre enfants. Elle s'inscrit selon Virginie Vallet, la nouvelle PDG, dans une dynamique de modernisation des équipements, afin de réduire la consommation d'eau, d'électricité et de gaz. L'usine de Gond-

Pontouvre a subit des bombardements et une inondation en 1944, ainsi qu'un incendie en 1985. Son chiffre d'affaires en 2023 était de près de dix millions d'euros.

2.4. MISSION

Au cours de l'année, nous sommes intervenus dans plusieurs usines, comme citées plus haut, où nous avons passé le balai, la tête de loup ainsi que l'aspirateur pour nettoyer les postes de transformation. Un poste de transformation est un local assurant la liaison entre le réseau et les machines implantées dans les usines. C'est un lieu qui doit être le plus propre possible, pour assurer la sécurité des biens. En effet, avec le temps, des saletés peuvent s'accumuler, comme de la poussière ou des toiles d'araignées, pouvant causer un court-circuit sur des appareils et par conséquent causer l'arrêt de l'usine. Le nettoyage de postes est donc une des missions du service électricité. Ce sont les seuls à pouvoir le faire dans l'entreprise, puisqu'ils sont au moins habilités au voisinage sous tension, c'est-à-dire B1V. De plus, ils s'occupent également de l'entretien des cellules et des batteries de condensateurs, souvent en été, car elles sont débranchées et, car les entreprises sont souvent fermées à cette période. Ces batteries de condensateurs permettent de compenser la puissance réactive consommée par les bobinages des moteurs. Cette puissance est facturée par Enedis, surtout en période hivernale, car les lignes sont plus sollicitées.

L'entretien le plus complexe a été celui de chez Rousselot, proche de l'IUT. Ils possèdent plusieurs postes au sein de leur site et j'ai grandement contribué à les nettoyer, pendant que mes collègues habilités s'occupaient de l'esthétique des armoires, en cachant les câbles et en isolant les extrémités de fils dénudées. Mon jusqu'au-boutisme s'est révélé, notamment avec le poste du séchoir, qui était le plus sale.



FIGURE XIII: POSTE DU SÉCHOIR DE ROUSSELOT #1



FIGURE XIV: POSTE DU SÉCHOIR DE ROUSSELOT #2

2.5. BILAN

Bien que cette activité ne soit pas forcément attendue dans les activités GEII, il faut quand même noter que pendant la mission j'étais en presque autonomie. C'est une opportunité qui pourrait me permettre d'accéder à des projets dans lesquels j'aurais plus de contrôle et de responsabilités. Ce sera d'ailleurs une des missions principales qui nous sera consacrée pendant la période estivale.

Cette mission s'inscrit dans la compétence maintient en condition opérationnelle d'un système.

3. REMISE À NEUF D'UNE MACHINE

3.1. PINTAUD



Pintaud est une entreprise de confection d'eau de Javel, basée à Mansle les fontaines. Elle met en bouteille cette eau pour leurs marques Bec, J-Net, ou encore La Triomphante, ainsi que pour les marques distributrices Leclerc ou Carrefour et autres.

Claude-Louis Berthollet découvre des propriétés décolorantes du chlore, d'où il tire un procédé de blanchissement des tissus, en utilisant une solution d'hypochlorite de sodium, appelé eau de Javel.

C'est en 1903 que Henri Pintaud lance la fabrication de la lessive et commercialise des cristaux de soude à Angoulême. En 1923, Maurice Pintaud lance la fabrication de l'eau de Javel du Docteur. En 1945, François Pintaud révolutionne le marché en commercialisant le premier béc verseur, avec la marque Bec. En 1999, Hervé Pintaud déménage l'entreprise à Mansle pour moderniser sa production et développer ses propres emballages, via EP16. Les dirigeants actuels sont Ambroise et Gonzague Pintaud.

3.2. EP16

Juste à côté, les établissements Pintaud possèdent une autre entreprise, EP16 ou Emballages Plastiques 16, qui s'occupe de la conception des bouteilles et capsules de Javel. Il y a même un tunnel reliant les deux sites, par lesquelles les bouteilles transitent, pour arriver directement à l'empaquetage des bouteilles.



*FIGURE XV: MACHINE D'EXTRUSION SOUFFLAGE
TECHNÉ E2-750*

L'entreprise est dotée de machines utilisant le procédé d'extrusion soufflage, pouvant produire une grande quantité de bouteilles pour eau de Javel. Le processus de fabrication est le suivant : des granulées de plastique arrivent dans la machine. Ils peuvent venir des silos situés à l'extérieur, auquel cas, ils sont acheminés par un tuyau reliant les deux éléments, ou alors, ils viennent des sacs qui sont déversés dans un bac à hauteur d'homme, avant d'être aspirés par le haut de la machine. L'entreprise essaye de minimiser au mieux les coûts d'achat de matières et il est parfois moins cher d'acheter les granulés en gros

et de les stocker en silos, alors que parfois c'est moins cher de les acheter en sac. Le cours varie fréquemment.

Ensuite, les granulés sont chauffés et fondus dans une extrudeuse, où ils sont mélangés à une couleur blanche pour leur donner cette couleur caractéristique, car les granulés de plastique sont transparents d'origine.

La matière sort sous forme de tube creux vertical, appelé paraison. Le moule se ferme sur la paraison et de l'air comprimé est injecté à l'intérieur, formant ainsi la bouteille. La matière est coupée au-dessus et le moule est refroidi par de l'eau, via les conduites.

Enfin, la bouteille est démoulée et le surplus de plastique est découpé. Les bouteilles sont ensuite enlevées par succion. Celles qui ne sont pas hermétiques tombent toutes seules dans un bac qui est relié à un convoyeur, les amenant à un broyeur. Elles sont recyclées et retransformées, avec les surplus. Celles qui sont bonnes sont envoyées sur un autre convoyeur et sont envoyées à l'entreprise Pintaud, via un tunnel sous pression.

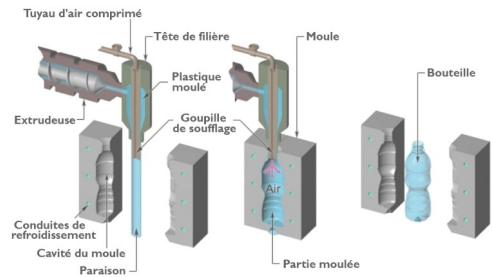


FIGURE XVI: SCHÉMA DU PROCÉDÉ D'EXTRUSION SOUFFLAGE



FIGURE XVII: MACHINE D'EXTRUSION SOUFFLAGE #1



FIGURE XVIII: MACHINE D'EXTRUSION SOUFFLAGE #2



FIGURE XIX: MACHINE D'EXTRUSION SOUFFLAGE #3

3.3. MISSION

Monsieur Bataille m'a demandé de remettre en état une machine d'étiqueteuse de bouteilles que nous avait envoyé le client. L'armoire contenait plusieurs éléments (variateurs, portes fusibles...) qui ne fonctionnaient plus et qu'il fallait remplacer. Mais avant changer ces éléments, il fallait produire un nouveau schéma électrique, puisqu'il n'y en avait plus et que la machine étant âgée, elle ne correspondait plus aux normes de sécurité actuelles.

L'extrait de schéma ci-contre, représente la partie commande de la banderoleuse. Le contacteur KM1 contrôle les moteurs des convoyeurs et le contacteur KM2 contrôle la banderoleuse, qui permet de mettre l'étiquette sur une bouteille. Pour activer KM1, il ne faut pas qu'il y ait d'arrêt urgence et il faut que l'opérateur appuie sur le bouton de marche (BM). Il est mis en parallèle avec un contact NO (Normalement Ouvert). Cela permet l'auto-maintien du contact, pour éviter à l'opérateur de rester appuyer sur le bouton marche. Pour désactiver la bobine, il faut faire un arrêt

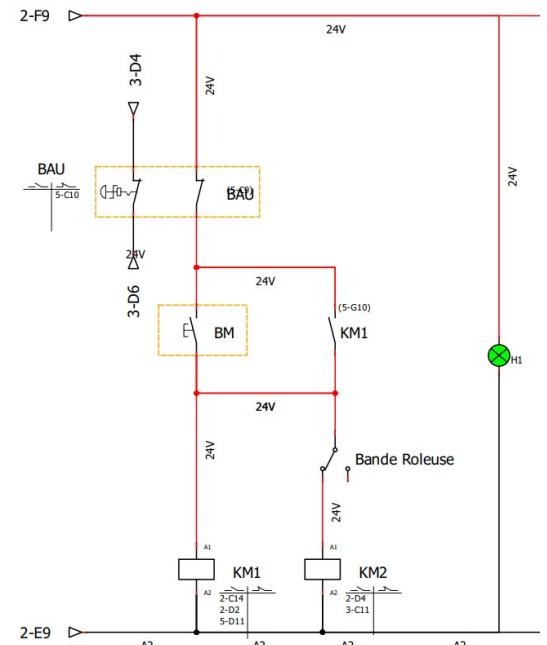


FIGURE XX: PARTIE COMMANDE BANDEROLEUSE

d'urgence ou couper la machine. Ensuite, les bouteilles entrent sur le convoyeur, puis quand les étiquettes sont en place, l'opérateur active la banderoleuse via un bouton rotatif éponyme, activant KM2.

Comme on peut le voir sur la platine de commande, figure ci-contre, certaines marques sont illisibles et les interrupteurs sont âgés. Je les ai remplacés par des boutons tournants à deux positions fixes, de référence Schneider **XB5AD21**. J'ai également remplacé les deux minuteries blanches, puisque leur cadran était recouvert de saletés tenaces. J'ai utilisé des références équivalentes toujours sur le marché, c'est-à-dire les Omron **H3CR-AAC24-48**.



FIGURE XXI: ANCIENNE PARTIE COMMANDE



FIGURE XXII: ANCIENNE PARTIE PUISSANCE

Comme en témoigne les figures, la machine a vécu dans un environnement acide. Les éléments sont fortement attaqués. J'ai remplacé les variateurs par de nouveaux, avec des puissances équivalentes, sans procédure de test, puisqu'ils étaient rouillés et que ce sont des éléments très fragiles.

Certains disjoncteurs moteurs étaient shuntés. J'ai appliqué un protocole pour les tester, pour voir s'ils fonctionnaient. En étant en position ON, je devrais trouver une impédance entre l'entrée et la sortie proche de zéro ohm. Or, je trouve une impédance infinie, ce qui démontre que le disjoncteur est hors service. Je les ai donc remplacés par des équivalents neufs. La référence des disjoncteurs n'est plus trouvable sur internet. J'ai réussi à trouver la nouvelle génération, en la référence Siemens **3RV2021-0GA10**.

3.4. BILAN

La mission s'est plutôt bien déroulée. J'ai su remettre en état la machine en la fiabilisant et en la sécurisant, notamment en concevant le schéma électrique aux normes. De plus, j'ai dû remplacer plusieurs éléments de divers types et de diverses marques. Ce qui m'a appris à chercher et à comparer les produits. La machine est prête à être retourné au client.



FIGURE XXIII: ANCIENS DISJONCTEURS MOTEURS

Cette mission s'inscrit dans les compétences conception et maintien en condition opérationnelle d'un système.

4. PROGRAMMATION DU PETIT NAPPEUR

4.1. SILAC INDUSTRIE

SILAC *Industrie*

L'entreprise Silac Industrie est spécialisée dans la conception de textile en feutre, notamment présent dans les habitacles de voiture, comme BMW, Peugeot ou Toyota ou de train. Le feutre technique peut aussi être utilisée pour l'industrie de la sidérurgie, puisque le feutre est ignifugé. Elle est basée à La Rochefoucauld. Elle est créée en 1837 et se lance dans la fabrication de feutre en 1906. En 1938, l'entreprise se dote de machines à tricoter. En 1975, elle commence à approvisionner l'industrie automobile. Depuis 2016, elle est dirigée par Valéran Hiel.

Elle fabrique du feutre synthétique (aiguilleté à base de fibre de polyester ou polypropylène), du feutre naturel (aiguilleté à base de laine vierge), du feutre acoustiques (à base de fibre recyclée), des tapis, des carpettes, des thibaudes (aiguilleté à base de fibre recyclée)... En 2021, Valéran et Sandrine Hiel ont développé un feutre compatible avec le cousu-retourné, utilisé pour la confection de pantoufle charentaise par exemple.



FIGURE XXIV: THIBAUDE



FIGURE XXV: FEUTRE SYNTHÉTIQUE



FIGURE XXVI: SEMELLES

4.2. MISSION

La société Silac Industrie a fait appel à nous pour améliorer un de ses systèmes de nappage sur la ligne d'assortiment 2. Cette ligne est composée de plusieurs machines qui permettent de créer du feutre. Le fonctionnement de la ligne est le suivant : les fibres de matières (laine, polyester...) arrivent dans la chargeuse.

Les fibres entrent dans une cardeuse, qui permet de démêler les fibres en les peignant et de les paralléliser pour former un ruban.

Ensuite, elles arrivent au petit nappeur, qui est l'objet de notre mission. Cette machine permet de mettre les fibres cardées en nappe, afin d'obtenir une structure légère et aérée.

La nappe repasse dans une cardeuse, puis dans le grand nappeur.

Enfin, la nappe passe dans deux aiguilloteuses. La première permet de mailler les fibres entre elles, tandis que la seconde permet d'écraser les fibres afin d'obtenir un feutre dense, stable et résistant. Il y a plus de dix mille aiguilles au mètre carré.

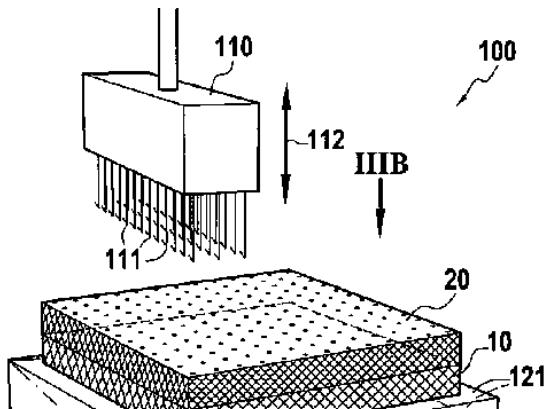


FIGURE XXVII: SCHÉMA D'UNE AIGUILLETEUSE

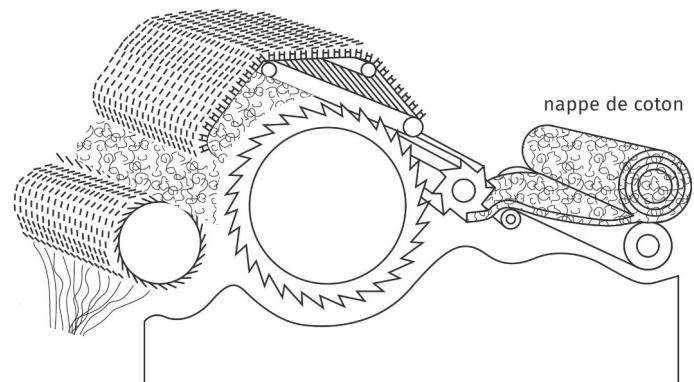


FIGURE XXVIII: SCHÉMA D'UNE CARDEUSE



FIGURE XXIX: AIGUILLETEUSE



FIGURE XXX: PETIT NAPPEUR



FIGURE XXXI: CARDEUSE



FIGURE XXXII: API TM221CE16T

Comme vu plus haut, la machine que nous avons étudiée est le petit nappeur. La machine nappe de gauche à droite la matière, tandis qu'un tapis avance. Ce mouvement de gauche à droite est pour l'instant contrôlé par des contacts bobinés qui commutent les entrées marche avant et marche arrière du variateur, à l'aide de capteurs de fin de course. Les principaux problèmes de ce système actuel sont : qu'en cas de coupure du circuit, tous les contacts se mettent à zéro et il est donc impossible à la machine de redémarrer dans le bon sens ; le fait d'utiliser des contacts bobinés qui doivent commuter plusieurs fois par minute, pouvant nuire à leur intégrité. Pour contrer le premier problème, nous avons choisi d'installer un

Automate Programmable Industriel (API), qui a la

possibilité de retenir la position entre deux étapes de fonctionnement. Pour le choix de celui-ci je devais prendre un API du fabricant Schneider, de la gamme M221, puisqu'il est programmable via un logiciel gratuit, contrairement aux gammes supérieures, telle que la M241. Pour le second problème, il ne fallait pas prendre des sorties commandées par des relais bobinés. Heureusement, la gamme M221 propose des sorties contrôlées par des transistors en PNP ou NPN. Pour notre cas, nous avons opté pour des sorties en transistors PNP. Avec toutes ces caractéristiques, j'ai choisi de

prendre un API avec 16 entrées/sorties (le minimum possible), car nous avons trois entrées (une ligne de marche et les deux capteurs) et deux sorties (marche avant et marche arrière). J'ai donc choisi l'API **TM221CE16T**, qui correspond bien à la gamme **M221**, avec un port Commun permettant à l'automate de discuter avec d'autres appareils qui est d'origine, un port de communication Ethernet, 16 entrées/sorties et des sorties contrôlées par des Transistors PNP.

J'ai programmé l'automate via le logiciel **EcoStruxure Machine Expert** de chez Schneider, qui est donc un logiciel gratuit. J'ai utilisé le langage ladder et le grafcet pour la programmation. Voici une partie de la programmation.

Dans un premier temps, j'ai commencé par réaliser un grafcet. Un grafcet ou un **GRAphe Fonctionnel de Commande Étape Transition** permet de décrire le fonctionnement d'un système automatisé. Cela permet de modéliser les étapes du processus et de programmer plus facilement l'automate.

Comme la figure le montre, il s'agit du deuxième grafcet du programme. Le premier grafcet est un grafcet de sécurité et permet d'arrêter le deuxième grafcet, en cas d'appui sur l'arrêt d'urgence.

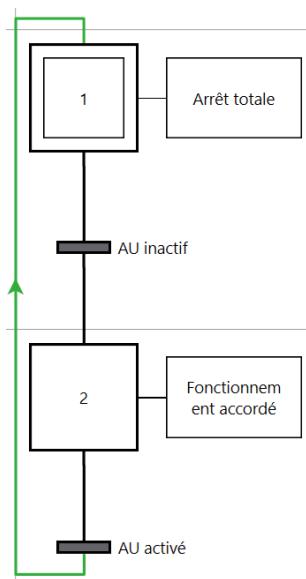


FIGURE XXXIV: GRAFCET DE SÉCURITÉ

Ce grafcet se concentre sur le petit nappeur. Il nous sera demandé plus tard de rajouter le grand nappeur, mais les programmes étant similaires, j'ai préféré me concentrer dans ce rapport uniquement sur la programmation du petit nappeur. L'étape initiale de ce grafcet est l'attente. En effet, à chaque remise sous tension de la machine, le nappeur doit être à l'arrêt, en état d'attente. Sinon cela pourrait être dangereux. La première transition est l'autorisation de la marche. Elle est obtenue quand l'étape deux est active, c'est-à-dire quand il n'y a pas d'arrêt d'urgence et que l'ordre de marche est donné. Ensuite, le nappeur est autorisé à aller en marche avant. La seconde transition se fait soit quand le fin de course (FDC) droite est activé et que le nappeur est en buté ou soit quand le mot binaire M0 vaut 1. L'utilisation de ce mot binaire permet à l'automate de savoir s'il était en marche avant ou en marche arrière avant d'être éteint. J'ai eu l'idée de l'implantation de ce mot, en pensant à mon projet de SAé, dans lequel j'avais programmé un mot binaire donnant l'ordre de communication, soit au microcontrôleur A, soit au microcontrôleur B. L'incrémentation de ce mot se fait au front montant du FDC droite. La décrémentation du mot se fait quant à elle au front montant du FDC gauche.

J'aurais pu la mettre lors de l'étape 4, quand l'automate est dans l'étape de sens avant. Seulement dans mon programme, si nous voulons passer directement dans le sens arrière lors du démarrage, il faut passer par l'étape de sens avant et alors le mot serait mis à zéro et le nappeur partirait en sens avant jusqu'au FDC droite, au lieu de repartir en sens arrière. Quand on prend le fonctionnement global, cela est cohérent, puisque soit le nappeur est sur un FDC et donc il repart dans le bon sens ou soit le nappeur est entre deux FDC, mais grâce au mot binaire, il sait quel est le dernier FDC qu'il a enclenché et donc il repart également dans le bon sens.

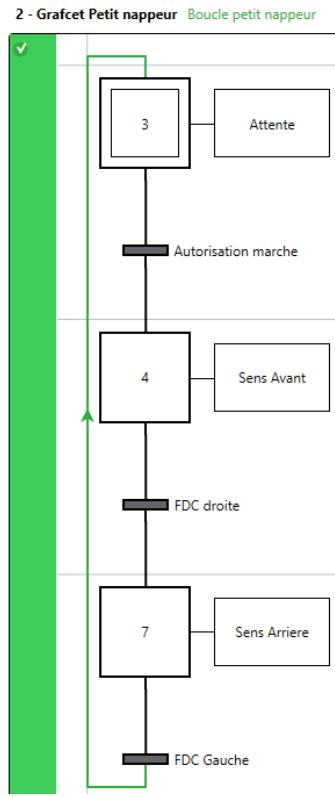


FIGURE XXXIII: EXTRAIT DU GRAFCET



FIGURE XXXV: EXTRAIT DU PROGRAMME EN LADDER

Ensuite, une fois le grafcet validé, je me suis attaqué à la partie du programme en ladder. Sur cet extrait de programmation, je me suis attardé sur la marche avant du petit nappeur. Le programme est très simple, puisqu'il n'y a qu'une seule condition pour activer les sorties. Avant de mettre en marche le petit nappeur, il faut désactiver son frein, qui est dit à manque de courant. C'est-à-dire que s'il n'est pas alimenté, alors un ressort pousse le frein et le moteur ne peut pas tourner ou alors, un courant passe et alimente une bobine qui desserre le frein. Dans le programme, l'alimentation du frein se fait sur la sortie Q0.0, qui est active quand le programme est à l'étape 2 (X2) et donc que le fonctionnement du petit nappeur est accordé et que la ligne d'arrêt d'urgence n'est pas active. Quand le bouton d'arrêt d'urgence est pressé, alors le programme revient à l'étape 1 et le frein n'est plus alimenté, ce qui stop la rotation. La marche avant se fait quand la sortie Q0.1 est active et que le 24V du variateur alimente l'entrée marche avant dudit variateur. Cela se fait quand le programme est à l'étape 3 (X3). Si on fait le parallèle avec un schéma électrique, le symbole ressemble à celui d'un bouton normalement ouvert (NO), sur lequel l'étape viendrait appuyer. J'aurais pu rajouter la condition d'être à l'étape 2 pour activer la sortie, mais cela alourdirait le programme. Et comme mentionné plus avant, si le programme revient à l'étape 0, à cause d'un déclenchement d'arrêt d'urgence par exemple, alors le programme basculerait en étape d'attente, à savoir l'étape 3. Le fonctionnement pour la marche arrière est le même.

Après avoir programmé et validé mon programme par mon maître d'apprentissage, nous sommes allés sur place planter le programme dans l'automate que nous avions préalablement installer. Après plusieurs tests, le résultat s'est avéré satisfaisant.

4.3. BILAN

J'ai montré à mon responsable que j'étais apte à programmer des automates et il a été assez satisfait de mon résultat. Néanmoins, il me reste à apprendre beaucoup sur l'automatisme et notamment sur l'optimisation des programmes. En effet, le programme que j'ai réalisé ne comporte pas beaucoup d'éléments, mais s'il en aurait comporté plus, alors le programme tel que je l'aurais conçu, aurait grandement affaibli la puissance de calcul de l'automate. Je suis maintenant conscient de ce problème et à l'avenir, j'éviterais de trop charger le programme.

Cette mission s'inscrit dans les compétences conception et implantation d'un système matériel ou logiciel.

5. INSTALLATION D'UN SYSTÈME DE VENTILATION

5.1. JANOSCHKA ANGOULÊME

janoschka ANGOULEME

Le 20 décembre 2021, après la fusion de JanoschkaGraphics France (société absorbée) et Sopelpa (société absorbante), la société Janoschka France représentant Sopelpa, décide de modifier la dénomination de la société en Janoschka Angoulême.

L'activité principale de l'entreprise Janoschka Angoulême est de reconditionner des cylindres hélio. Elle est désormais le principal graveur de cylindres hélio de la région Nouvelle Aquitaine et collabore avec des imprimeries spécialisées dans le marché de l'emballage flexible, comme les étiquettes de soda.

Le procédé de reconditionnement est le suivant : des cylindres arrivent à la réception. Ils sont déjà gravés et leurs clients veulent de nouvelles gravures. Alors, les cylindres sont dégravés pour enlever toutes trace de chrome et de creux. Une fois dégravé, poli et nettoyé, il faut rajouter des couches de cuivres, pour que le cylindre reprenne son diamètre précis. Pour ce faire, les cylindres sont envoyés au cuvrage galvano ou cuvrage électrolytique, qui permet de déposer les couches de cuivre. Ils sont plongés dans un bain électrolytique, composé de granulés de cuivre situé au fond de la cuve, qui se dissout sous forme d'ions cuivre grâce à un fort courant électrique, d'environ 400A. Le bain est également composé d'acide sulfurique, qui permet la stabilisation des ions cuivre, ainsi que l'amélioration de la conductivité. En sortie, le cylindre est plus large que voulu et il n'est pas forcément bien rond, il faut alors le rectifier.



FIGURE XXXVI: CUVE DE CUIVRAGE GALVANO



FIGURE XXXVII: CUVES DE CUIVRAGE GALVANO

Le cylindre est mis dans une machine qui le fait tourner et une tête vient enlever couche après couche le cuivre. Au début, la machine enlève grossièrement la matière, avant de l'enlever délicatement. Elles sont précises au micromètre.

Le cylindre est enfin prêt à être gravé. Il est envoyé à la gravure, où une machine (ici une Hell Gravure K500) grave avec une pointe en diamant les motifs voulus. Il existe plusieurs tailles de pointes.



FIGURE XXXVIII: GRAVEUSE HELL K500



FIGURE XXXIX: GRAVEUSE HÉLIO

Pour ce qui est des motifs, une équipe bureautique se charge de la confection d'un dossier comprenant tous les schémas. À noter que pour imprimer une étiquette couleur, il ne faut pas qu'un cylindre, mais plusieurs. L'équipe bureautique fractionne le motif final en plusieurs couches de motifs de différentes couleurs et de différentes formes. C'est le même principe qu'une imprimante laser où il y a à l'intérieur des cylindres noir, jaune, magenta et cyan.

Finalement, les cylindres sont chromés, avant d'être testés pour vérifier la qualité du produit. Si le test n'est pas concluant, le cylindre repart à la dégravure. La technique permettant le chromage des cylindres est similaire à celle du cuivrage, via l'immersion dans un bain électrolytique. L'ajout du chrome permet au cylindre d'avoir une meilleure durée de vie, de résister aux frictions et aux chocs, puisque le chrome est plus solide que le cuivre et de donner un aspect soigné, car le chrome est plus propre et plus brillant.

5.2. MISSION

Ma mission a été de prévoir l'installation d'une ventilation dans la partie cuivrage. Ladite aération étant un recyclage d'un ancien système se trouvant auparavant dans la partie essai de l'atelier, qui doit être mise à la place d'une ventilation, dont la puissance est trop faible. Étant donné que l'aération côté essais n'est plus utilisée, le client a choisi de la déplacer au cuivrage.

Nous avons d'abord effectué une visite de l'entreprise, en prenant des notes sur le sujet. Je devais m'inspirer d'un support de moteur déjà existant (figure XLI).



FIGURE XL: VENTILATION EXISTANTE



FIGURE XLI: EXEMPLE DE SUPPORT MOTEUR



FIGURE XLII: VENTILATION À CHANGER DE PLACE

J'ai réalisé tous les plans à l'aide des logiciels **FreeCad** et **LibreOffice Draw**.

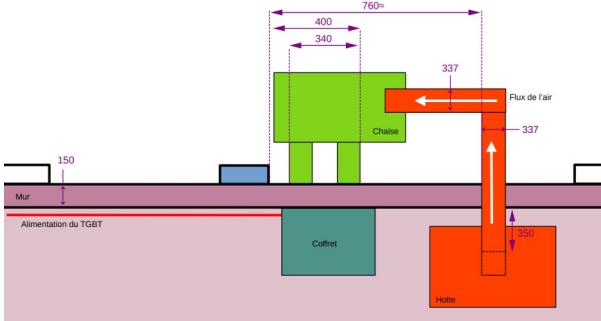


FIGURE XLIII: SCHÉMA DE L'INSTALLATION

À l'aide de mes notes et des mesures que j'ai prises, j'ai réalisé le schéma ci-dessus, en prenant en compte le support moteur (dit chaise), l'aération et la hotte aspirante.

Pour choisir le coffret le plus adapté, j'ai réalisé un schéma de l'intérieur du coffret électrique, avec notamment le variateur qui prend le plus de place. Je suis arrivé à la conclusion que le coffret le plus adapté est le **NSYS3D4320** de chez Schneider, avec des dimensions de H400-L300-P200. Cette référence possède une porte pleine, mais elle n'a pas de fond. Pour le fond, j'ai utilisé une plaque perforée de référence **NSYMR43**. Ce sont les seules plaques compatibles à cette dimension de coffret. Pour installer les éléments, il faudra utiliser des clips filetés.

Pour ce qui est du câblage de l'armoire électrique, il est assez simple. L'installation est composée d'un variateur, de son moteur, d'un potentiomètre et d'un bouton rotatif. L'avantage d'utiliser un variateur, couplé à un potentiomètre, est que l'opérateur peut régler lui-même le débit de l'aspiration. Là où la ventilation actuelle n'a pas de régulation et n'aspire pas assez.

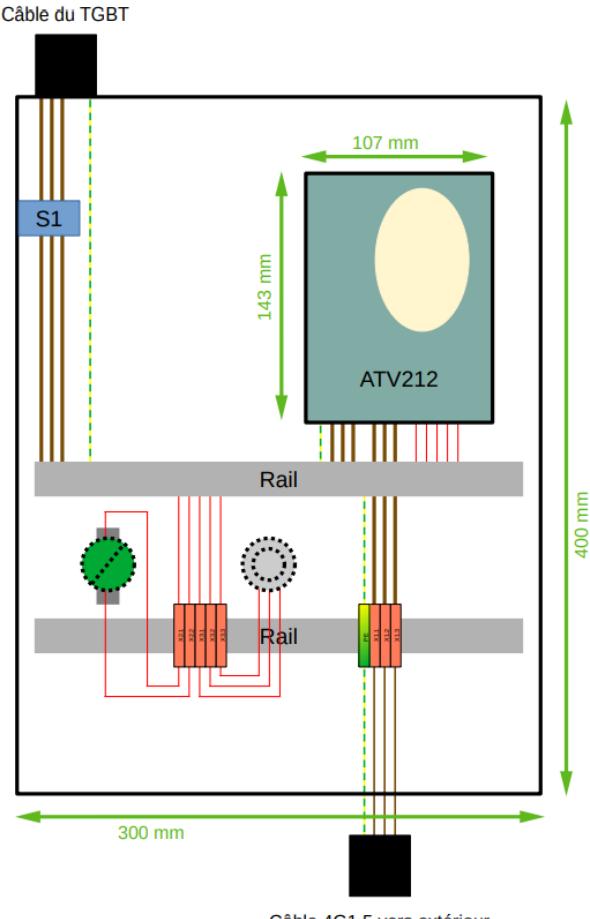


FIGURE XLIV: SCHÉMA DU COFFRET ÉLECTRIQUE

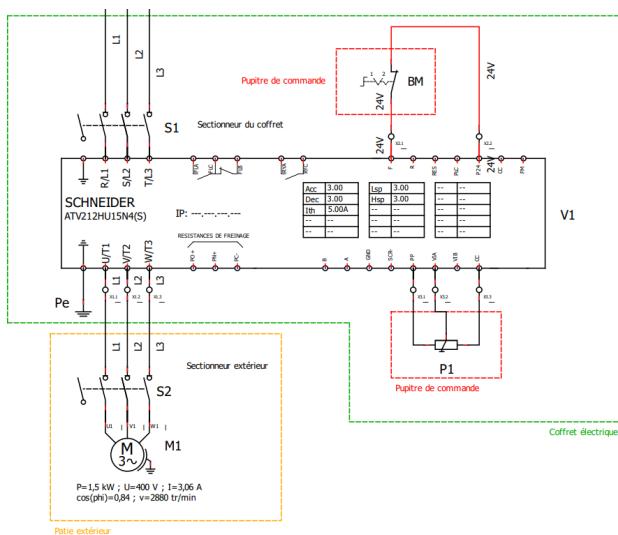


FIGURE XLV: SCHÉMA ÉLECTRIQUE DE LA VENTILATION

J'ai conçu le schéma électrique ci-contre via le logiciel **QElectroTech**. C'est un logiciel de schémas électriques gratuit, contenant près de 8000 symboles, dont des symboles de fabricants, tels que Schneider, ABB, Legrand ou encore Siemens.

Suite à une étude des variateurs, j'ai choisi d'utiliser un **ATV212HU15N4**. Tout d'abord, le variateur est complémentaire au moteur, il nous faut donc les caractéristiques de ce dernier pour choisir le variateur. Comme évoqué plus haut, nous avons déjà le moteur que nous prenons de l'ancienne ventilation. La plaque du moteur nous donne les caractéristiques suivantes :

$$P = 1\ 500 \text{ W} ; U = 230 / 400 \text{ V} ; \Delta/Y ; I = 5,32 / 3,06 \text{ A} ; f = 50 \text{ Hz} ; \cos(\phi) = 0,84 ; v = 2\ 880$$

Le réseau utilisé pour alimenter la ventilation est du triphasé 400 V. Donc, notre moteur est couplé en étoile et consomme un courant de 3,06 A. Avec cette tension d'entrée et cette puissance j'ai trouvé trois références qui pourraient être utilisées. Ce sont les suivants : l'ATV650U15N4, l'ATV320U15N4C et l'ATV212HU15N4.

Selon le fabricant, la gamme d'ATV650 permet de gérer les pompes de façon coordonnée, pour les fluides des segments de la Marine, des Infrastructures et des Mines Minéraux & Métaux (MMM). Ce variateur n'est pas adapté pour notre utilisation.

La gamme d'ATV320 permet de contrôler des machines industrielles, telles que des systèmes de levage ou d'emballage. Ce variateur pourrait convenir à notre installation.

Enfin, la gamme d'ATV212 est spécifique aux applications HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning ou Chauffage, Ventilation et Climatisation) et permet de piloter efficacement et en toute sécurité les installations de ventilation, climatisation et pompage. Or, notre moteur est fait pour la ventilation. Donc, c'est pour ça que j'ai choisi l'ATV212HU15N4, puisqu'il correspond à des normes préétablies, concernant la ventilation.

À la suite, j'ai réalisé les plans du support moteur (dit chaise). J'ai consulté sur le site internet de Prolians, le plus grand fournisseur de produits métallurgiques, les différents profilés existants. En prenant exemple sur la chaise déjà présente, j'ai utilisé des « petits fers U, angles arrondis » pour la partie principale en L. Selon les dimensions mesurées, j'ai utilisé la poutre de largeur 70 mm, en dernière ligne de la figure XLVI. Pour le reste du support, j'ai opté pour un profilé carré creux, de 50 × 50 mm et d'épaisseur 3 mm, ligne six de la figure XLVII.

Petits fers U, angles arrondis

Livrés en barres de 6 m/6,20 m
Éventuellement en barres de 12 m
Acier suivant NF EN 10025-2
Nuance S235JR
Tolerances selon norme NF EN 10279

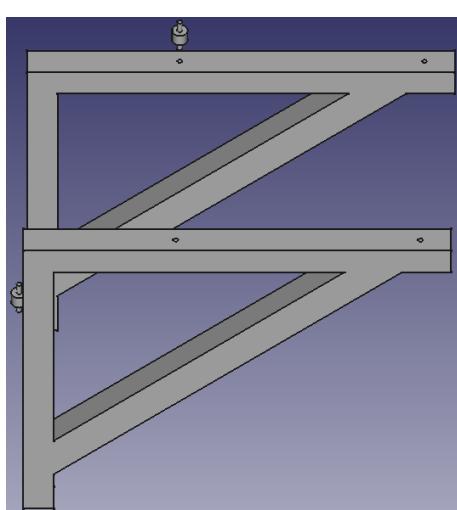
DIMENSIONS EN MM	SECTION cm ²	MASSE LINÉIQUE kg/m		
30	15	4	2,21	1,74
35	17,5	4	2,75	2,15
40	20	5	3,65	2,87
50	25	5	4,92	3,86
50	38	5	7,12	5,59
60	30	6	6,46	5,07
65	42	5,5	9,03	7,09
70	40	6	8,62	6,17

Profils creux carrés pour construction métallique

Catégorie	Carré mm	Épaisseur mm	Poids kg/m
1	45 x 45	2,5	3,21
1	45 x 45	3,0	3,77
1	45 x 45	4,0	4,83
1	50 x 50	2,0	2,93
1	50 x 50	2,5	3,60
1	50 x 50	3,0	4,25
1	50 x 50	4,0	5,45
1	50 x 50	5,0	6,56

FIGURE XLVI: CATALOGUE DE POUTRES EN U

FIGURE XLVII: CATALOGUE DE POUTRES PROFILÉS CARRÉS CREUX



Une fois que j'avais toutes les dimensions nécessaires à l'élaboration de la pièce, je me suis attaqué à la conception de ladite pièce.

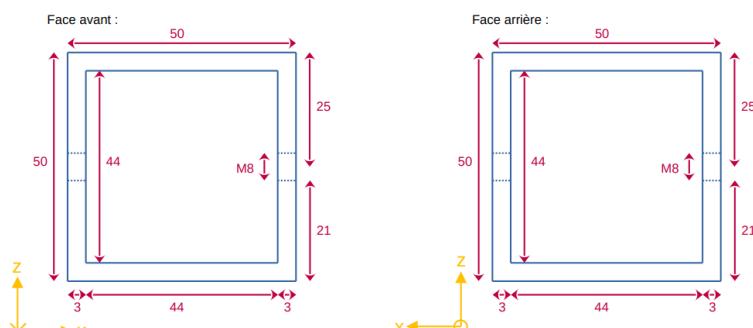


FIGURE XLIX: SCHÉMA DU MÂT #1

J'ai commencé la conception en utilisant le logiciel **FreeCad**. Toutefois, le logiciel se révèle quelque peu compliqué à utiliser et fragile d'emploi. Je me suis donc orienté vers le logiciel **LibreOffice Draw** que j'ai utilisé précédemment.

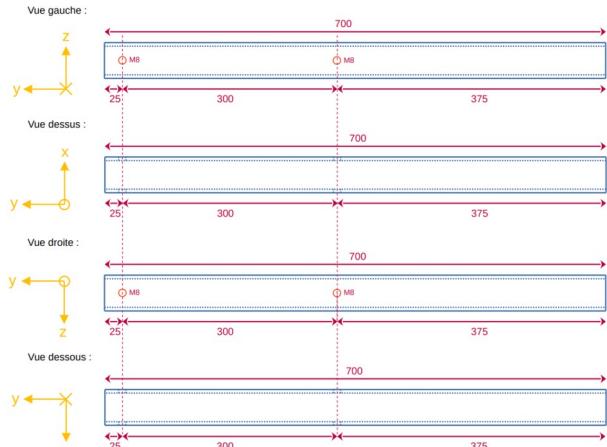


FIGURE L: SCHÉMA DU MÂT #2

J'ai prévu que mon support de moteur soit en kit, composé de quatre grosses pièces : deux équerres et deux mâts, avec également quatre supports antivibratoires, fixé entre les mâts et les équerres.

Sur le chantier, les techniciens n'auront qu'à monter l'ensemble selon un ordre précis. J'ai fait ce choix pour que les techniciens placent d'abord les équerres sur le mur à niveau. Ensuite, ils devront installer les supports antivibratoires, puis les mâts et le moteur.

J'ai demandé à deux entreprises un devis pour la réalisation de ses pièces, puisque nous n'avions pas encore de chaudronnier. La première entreprise n'avait pas le temps de réaliser la pièce, suite à un planning surchargé. La seconde a répondu à ma demande et m'a fourni le devis suivant :

Monsieur,

Suite à votre demande, veuillez trouver ci-dessous nos meilleures conditions concernant la fourniture de :

- 2 mâts (UAC70) et de 2 équerres en S235 suivant vos plans

Finition : thermolaquée RAL 6018

PRIX H.T. DE L'ENSEMBLE DEPART : 481,00 €

FIGURE LII: DEVIS POUR LA RÉALISATION DU SUPPORT MOTEUR

Enfin, pour le choix des supports antivibratoires, j'ai feuilleté un catalogue de la Séfi proposant ces pièces. Je les ai comparés et j'ai choisi les supports 52 134 411 de la marque Paulstra Hutchinson.

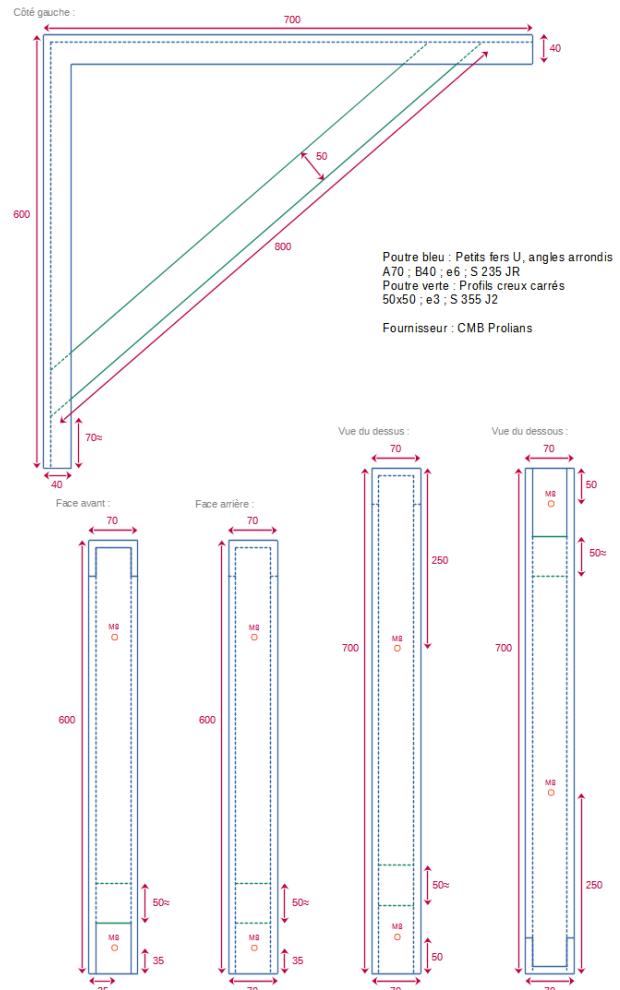


FIGURE LI: SCHÉMA DE L'ÉQUERRE

Il existe plusieurs types de fixation et j'ai choisi une fixation à deux tiges filetées, pour éviter d'utiliser des vis supplémentaires. Il faudra simplement fixer avec des boulons de M8. Ces supports supportent une charge maximale de compression de 50 daN, ce qui est suffisant pour notre moteur et son support.

Après avoir établi un dossier complet, comprenant toutes les informations, j'ai réalisé une estimation des coûts des différents produits à facturer pour concevoir le système entier. J'ai d'abord utilisé le logiciel **LibreOffice Calc**, avant d'utiliser le logiciel de gestion du groupe qui est **Clipper**. Ce logiciel comprend une Gestion de la Production Assistée par Ordinateur (GPAO), ainsi qu'un Progiciel de Gestion Intégré (PGI). Au sein du groupe, nous utilisons majoritairement le PGI, qui permet de planifier les ressources, les processus industriels et les approvisionnements.

Nom	Description	Référence	Fabricant	Fournisseur	Stock ?	Quantité	Prix unitaire HT	Prix total HT
BM	Bouton marche	XB4BA31	Schneider	Rexel	145	1	10,58 €	10,58 €
L1								
L2	Câble 4G1,5			RS	-	20	3,00 €	60,00 €
L3								
Pe								
P1	Potentiomètre 2,2kΩ	SZ1RV1202	Schneider	Rexel	Non	1	37,89 €	37,89 €
S1	Sectionneur 12A	VCF02	Schneider	Rexel	19	1	24,50 €	24,50 €
S2	Coffret sectionneur 10A	VCF02GE	Schneider	Rexel	19	1	40,97 €	40,97 €
V1	Variateur de vitesse	ATV212HU15N4	Schneider	Rexel	3	1	365,25 €	365,25 €
Coffret	Coffret H400xL300xP200	NSYS3D4320	Schneider	Rexel	10	1	113,63 €	113,63 €
Châssis	Châssis perforé	NSYMR43	Schneider	Rexel	20	1	24,71 €	24,71 €
Goulettes	Goulotte de câblage L25xP50	233-9169	RS	RS	16	1	15,95 €	15,95 €
	Tube IRL d16	IMT50616	Schneider	Rexel	2361	2	0,66 €	1,32 €
	Porte tube IRL	710248	Bizline	Rexel	110	10	0,50 €	5,00 €
Vis								0,00 €
Borniers	Bloc jonction viking 3	37160	Legrand	Rexel	4330	8	0,99 €	7,92 €
Borne Pe	Bloc jonction viking 3 Pe	37170	Legrand	Rexel	757	1	3,64 €	3,64 €
Cache borne	Cloison terminale viking 3	37550	Legrand	Rexel	1871	2	0,87 €	1,74 €
								TOTAL 677,53 €

FIGURE LIII : COÛT DES PRODUITS

C'est avec Clipper que j'ai réalisé le devis que j'ai envoyé au client (voir annexe A). Il a fallu rentrer tous le matériel, ainsi que la main d'œuvre nécessaire à la réalisation. J'ai compté quatre heures de travail, à deux techniciens pour l'intervention.

Après avoir monté tout le projet, j'ai proposé le dossier final à mon responsable, c'est-à-dire monsieur Caparros. Il a approuvé le dossier, ce qui m'a amené à envoyer le devis au client.

5.3. BILAN

J'ai su mener une affaire de bout en bout, en ne partant juste d'une contrainte. J'ai réalisé des estimations et des schémas et j'ai appris à comparer les matériels et les fournisseurs, pour obtenir le meilleur rapport qualité / prix. Je pense être apte à mener l'équipe, si le projet est validé par le client.

Cette mission s'inscrit dans les compétences conception et implantation de la partie GEII d'un système.

6. CRÉATION D'UN DÉMONSTRATEUR DU GROUPE

6.1. MISSION

Monsieur Bataille, dirigeant du groupe dans lequel je travaille actuellement, souhaite avoir un démonstrateur des différentes compétences de ses marques AMP, BEI et POI. J'ai travaillé en étroite collaboration avec Rémi Shanmugam, un autre alternant en GEII, travaillant dans le département POI, sous les ordres de monsieur Lussot. Nous avons convenu de créer un mini pont levé, pouvant être mobile. Je me suis occupé de la partie électrique et électronique, tandis que Rémi s'est occupé de la partie mécanique et maintenance.

Le projet est entièrement libre. J'ai décidé de créer un système de signalisation miniature, avec ouverture et fermeture des barrières et des feux bicolores aux abords du pont, contrôlés par un microcontrôleur. D'un autre côté, un API contrôle le variateur et les capteurs. L'API et le microcontrôleur communiquent tous les deux via deux lignes, une de réception et une de transmission. Elles sont similaires à celles utilisées pour le protocole de communication UART.

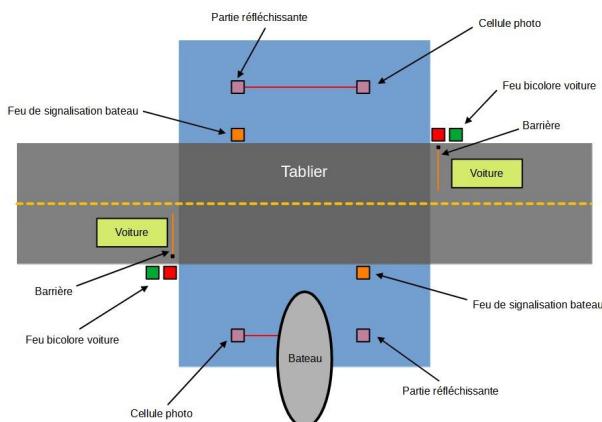


FIGURE LIV: SCHÉMA DES CAPTEURS DU PONT

Dans un premier temps, j'ai réalisé un schéma du pont levé avec les différents capteurs et les composants que je vais programmer. J'ai choisi de diversifier les capteurs pour montrer aux différentes personnes (élèves, clients...) les technologies qui existent. Pour détecter la présence d'un bateau, j'ai choisi d'utiliser des cellules réflex. Pour notre projet de miniaturisation, elles suffiront, mais il faudra veiller à ce que la miniature du bateau ne reflète pas le faisceau lumineux. Admettons alors que le carénage des navires ne reflète pas le faisceau. Pour ce faire sur notre maquette, il faudra

concevoir un bateau en bois par exemple. L'avantage d'utiliser des cellules réflex est que l'émetteur et le récepteur sont présents sur le même support, contrairement au système barrage, où l'émetteur et le récepteur sont indépendants. Les problèmes avec ce dernier système, sont qu'il faut tirer deux fois plus de longueur de câble et qu'il faut aligner précisément les deux boîtiers.

Les voitures qui arrivent aux abords du pont font fasse à un feu bicolore. Soit le feu est vert et les voitures peuvent passer, soit il est rouge et les voitures doivent s'arrêter. Dans une optique de miniaturisation, j'ai opté pour une simple DEL (Diode ÉlectroLuminescente) rouge ou verte. Pour leur support, j'ai prévu de les installer dans un support fabriqué en plastique, via une imprimante 3D. Plus bas, je développerais davantage la chronologie du pont, mais il faut savoir que je me suis inspiré des systèmes d'avertissement existant dans le ferroviaire, tel que les passages à niveau. J'ai prévu d'utiliser deux barrières qui interdiront aux automobilistes de s'engager sur le pont, alors qu'une manœuvre de celui-ci est en cours. Deux autres barrières seront également présentes à la sortie des véhicules, au cas où l'un d'entre eux voudrait contourner la première barrière. Ces barrières de sortie seront baissées bien après les autres, pour ne pas piéger les véhicules se trouvant sur le pont. J'ai aussi choisi d'intégrer un avertisseur sonore, en la présence d'un buzzer qui se situera proche des feux bicolores.

Le pont levis est composé de deux parties mouvantes, appelées tablier. Ces tabliers seront usinés par les ateliers d'AMP et seront en acier. J'ai intégré un contre poids sur chacun des tabliers, pour équilibrer l'ensemble et pour faciliter au moteur le levage de ces tabliers. C'est à l'aide du contre poids que je vais détecter la position du tablier. J'ai disposé quatre capteurs dans le système, dont deux capteurs de fin de course (A et D) et deux capteurs inductifs (B et C).

Quand le capteur A est activé, le pont est alors en position fermée. Quand l'automate reçoit l'ordre de s'ouvrir, il donne l'ordre au variateur d'ouvrir le pont en vitesse rapide. Quand le tablier arrive au capteur C, l'automate ordonne au variateur d'ouvrir le pont en vitesse plus lent, afin d'atteindre le capteur D délicatement. Pour la fermeture du pont, l'automate demande au variateur de fermer le pont à grande vitesse. Quand le tablier arrive au capteur B, alors le variateur passe en vitesse lente, jusqu'à atteindre le capteur A.

Ces quatre capteurs ne seront présents que sur un seul tablier.

En partant de mon résonnement, j'ai réalisé plusieurs chronogrammes, pour me faciliter la programmation du pont levis.

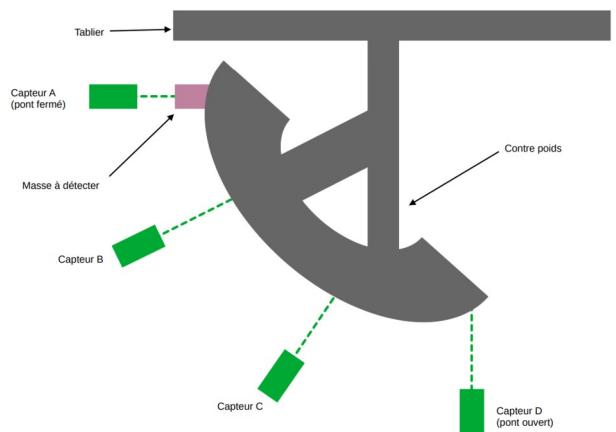


FIGURE LV: SCHÉMA DES CAPTEURS DU TABLIER

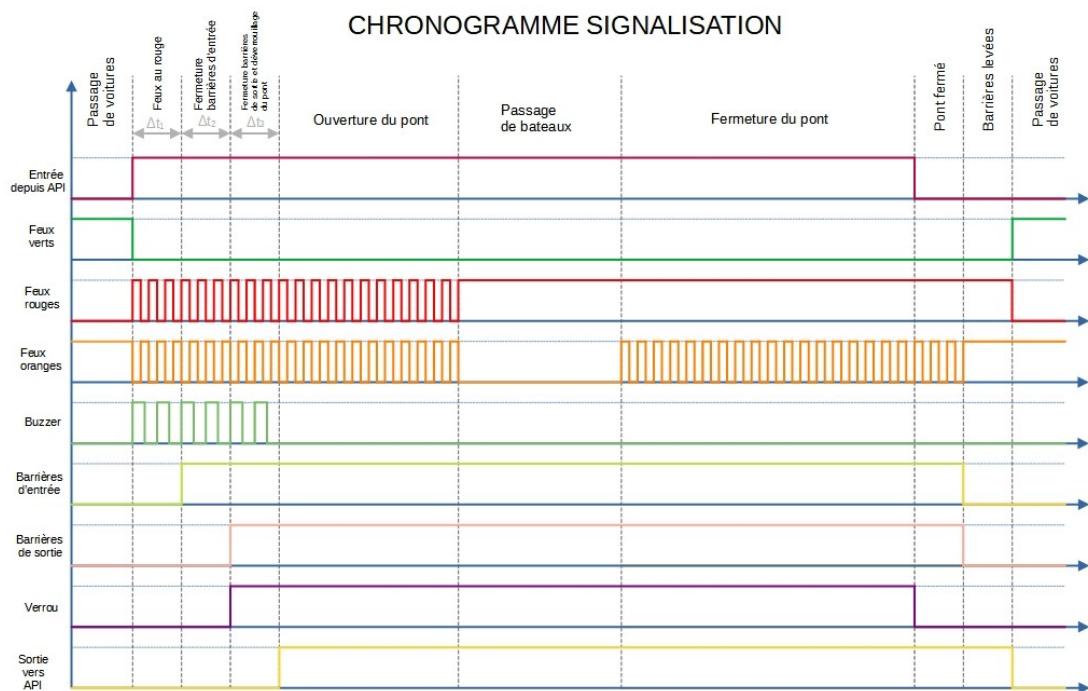


FIGURE LVI: CHRONOGRAMME DE LA SIGNALISATION

Le premier chronogramme est basé sur la signalisation du pont levis. Comme évoqué plus haut, il existe deux contrôleurs : l'automate **TM221C16T**, qui a été imposé et le microcontrôleur **Arduino Méga** que j'ai choisi. Les éléments pour la signalisation sont contrôlés par l'Arduino Méga, mais c'est l'automate qui donne l'ordre du lancement de la procédure de la signalisation. Afin d'être plus claire, vous trouverez en annexe le schéma du microcontrôleur.

L'automate active sa sortie relais Q4 à 24 V, qui est censé entrer dans l'entrée analogique A1 de la carte. Or, cette tension est beaucoup trop élevée pour l'Arduino Méga, qui risquerait de ne plus fonctionner, puisqu'il ne supporte que du 5 V. Pour contrer ce problème, j'ai choisi d'utiliser un pont diviseur de tension à l'entrée de A1. Étant donné qu'A1 est destiné à mesurer une tension sans circulation de courant, l'utilisation du pont diviseur de tension est pertinente, à condition de choisir des résistances élevées, pour éviter l'échauffement de la carte. Donc, le microcontrôleur peut recevoir un état haut de l'automate. Ce pont diviseur de tension est composé de deux résistors : R7 de 2000 Ω et R8 de 400 Ω . La tension qui sera lue à l'entrée A1 vaut :

$$V_{A1} = \frac{V_{\text{automate}} \times 400}{2000 + 400} = \frac{V_{\text{automate}} \times 400}{2400} = \frac{V_{\text{automate}}}{6} \text{ or, si } V_{\text{automate}} = 24 \text{ V, alors la}$$

tension maximale qui sera appliquée à l'entrée A1 vaudra 4 V. Et donc, comme j'ai choisi des résistors assez élevées, le courant d'emploi lors de l'activation de la signalisation sera de : $I_{\text{signalisation}} = \frac{V_{\text{automate}}}{R7 + R8} = \frac{24}{2400} = 0,01 \text{ A} = 10 \text{ mA}$.

Les feux verts passent immédiatement en rouge clignotant et le buzzer retentit pendant un certain temps, qui va être réglé à la fin. Puis, les barrières d'entrée se ferment et le système se met en étape d'attente. Ensuite, c'est les barrières de sorties qui se ferment, après que les voitures présentes sur le pont aient le temps de sortir.



FIGURE LVIII: SERRURE ÉLECTRIQUE

déverrouillage du pont.

Une fois que tout est bon, le microcontrôleur envoie un état haut à l'automate, pour lui indiquer qu'il peut enclencher la phase d'ouverture du pont. Sauf que l'automate ne voit que du 24 V et que le microcontrôleur ne peut envoyer que du 5 V. Et comme me l'a appris monsieur Lucas, « **une 2cv ne pourra jamais aller aussi vite qu'une Ferrari** ». Donc, j'ai utilisé un contacteur avec une bobine alimentée en 5 V et un contact sec, par où passera le 24 V. Sur le schéma électrique, page 8, c'est la sortie D36 que j'ai utilisé.

Toujours sur le même schéma (en annexe B), nous retrouvons les quatre servomoteurs qui serviront à l'ouverture et à la fermeture des barrières de sorties et d'entrées. Je les ai mis sur les sorties D2 à D5 de la carte, car elles proposent une sortie en PWM ou MLI. La MLI ou **Modulation de Largeur d'Impulsion** (et anglais PWM signifiant Pulse Width Modulation) permet de contrôler l'impulsion d'un signal. En électrotechnique, ce système se trouve principalement dans les variateurs de vitesse, qui font varier la vitesse à $U/f = \text{constant}$. Cela nous est très utile pour contrôler les servomoteurs. Les servomoteurs sont des moteurs asservis via une

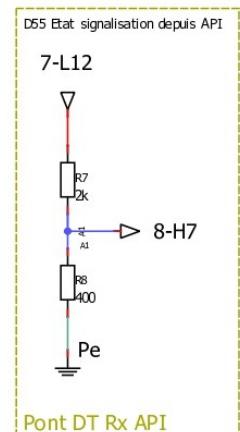


FIGURE LVII: PONT DIVISEUR DE TENSION

consigne qui est donnée ici par l'Arduino Méga et ils sont alimentés en 5 V. L'alimentation 5 V n'est pas prise sur le microcontrôleur, car ils possèdent une forte charge, mais ils sont alimentés à part, à l'aide d'un régulateur de tension **L7805V**, du fabricant STM. Toutefois, la consigne est bien donnée par l'Arduino. Selon le fabricant, le contrôle de l'angle du bras se fait avec les signaux suivants :

Étant donné que je vais programmer l'Arduino à l'aide de l'IDE (Environnement de Développement Intégré) Arduino, j'ai utilisé la bibliothèque « **servo.h** ». Elle permet aux cartes Arduino de contrôler jusqu'à 12 servomoteurs avec une seule minuterie. J'ai initialisé mes sorties avec les lignes « **barriere1.attach(2)** », « **barriere2.attach(3)** »..., qui permettent de lier la broche 2 à l'objet servo barriere1, la broche 3 à l'objet servo barriere2...

Ensuite, dans la boucle du programme, je me suis servi de la fonction **barriere1.write(p1)**, qui permet à la barrière 1 de se mettre dans la position voulue. Le paramètre **p1** du programme est une valeur comprise entre 0 et 180, qui représente l'angle de rotation. Quand la barrière est ouverte, alors **p1 = 90**, sinon quand elle est fermée, **p1 = 180**. Pour la maintenance de ce système, mon maître d'apprentissage m'a demandé s'il était possible de connaître la position de la barrière. En effet, il est possible qu'il y ait un dysfonctionnement et que la barrière soit prise entre deux positions. J'ai réfléchi à ce sujet et j'ai étudié le fonctionnement des servomoteurs.

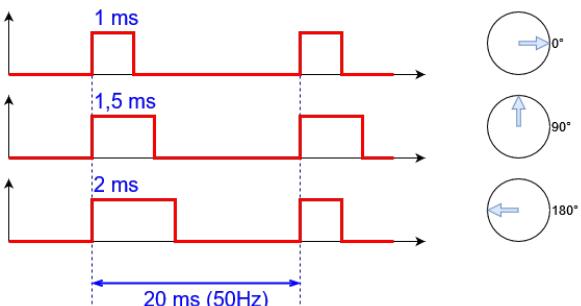


FIGURE LIX: SIGNAUX D'ANGLES DU SERVOMOTEUR



FIGURE LX: SERVO-MOTEUR

Un servomoteur est composé d'un moteur qui fait tourner des engrenages et permettent d'accroître le couple de sortie. Ces engrenages sont dans réducteur, qui réduit la vitesse, mais augmente le couple, puisqu'il est inversement proportionnel. Dans l'axe de sortie, nous avons le palonnier, sur lequel va être fixé notre barrière. Mais sur le même axe, nous retrouvons aussi un potentiomètre. C'est lui qui permet de faire la régulation de position. La carte électronique du servomoteur compare le signal d'entrée (PWM) avec la tension au potentiomètre. J'ai donc utilisé la sortie du potentiomètre que j'ai câblé aux entrées analogiques, pour connaître la position

réelle des barrières. Si jamais les barrières ont une position qui n'est pas cohérente, à quelques degrés près, alors l'Arduino Méga va informer l'opérateur qu'il y a un problème. D'ailleurs, sur le schéma électrique en annexe, vous verrez sur les barrières 1 et 4, qu'il y a un bouton à contact normalement fermé sur l'entrée de la consigne. C'est un petit interrupteur que j'ai prévu d'installer sur la maquette, pour montrer aux visiteurs ce qui se passerait en cas de mauvais contact ou mauvaise consigne. Il y en a d'autres au niveau des DEL pour la même raison. Plus tôt, j'ai parlé qu'en cas de panne, l'opérateur serait au courant des divers défauts. En m'a aidant de ma SAé et de mon stage, j'ai pensé à intégrer une page internet au microcontrôleur. Les opérateurs pourront se connecter au wifi de la machine et ils seront redirigés vers la page de la gestion du système. J'ai donc eu cette idée, puisque c'est comme ça que fonctionne la maintenance à distance dans l'agglomération Lannion Trégor Communauté, en témoigne la figure ci-dessous. Cela permet dans un premier temps d'analyser la panne, sans se déplacer sur site. Si dans notre cas, un éclairage

n'assure plus son rôle, alors le technicien va prévoir de remplacer le matériel sur site. Cela permet également de gagner du temps.

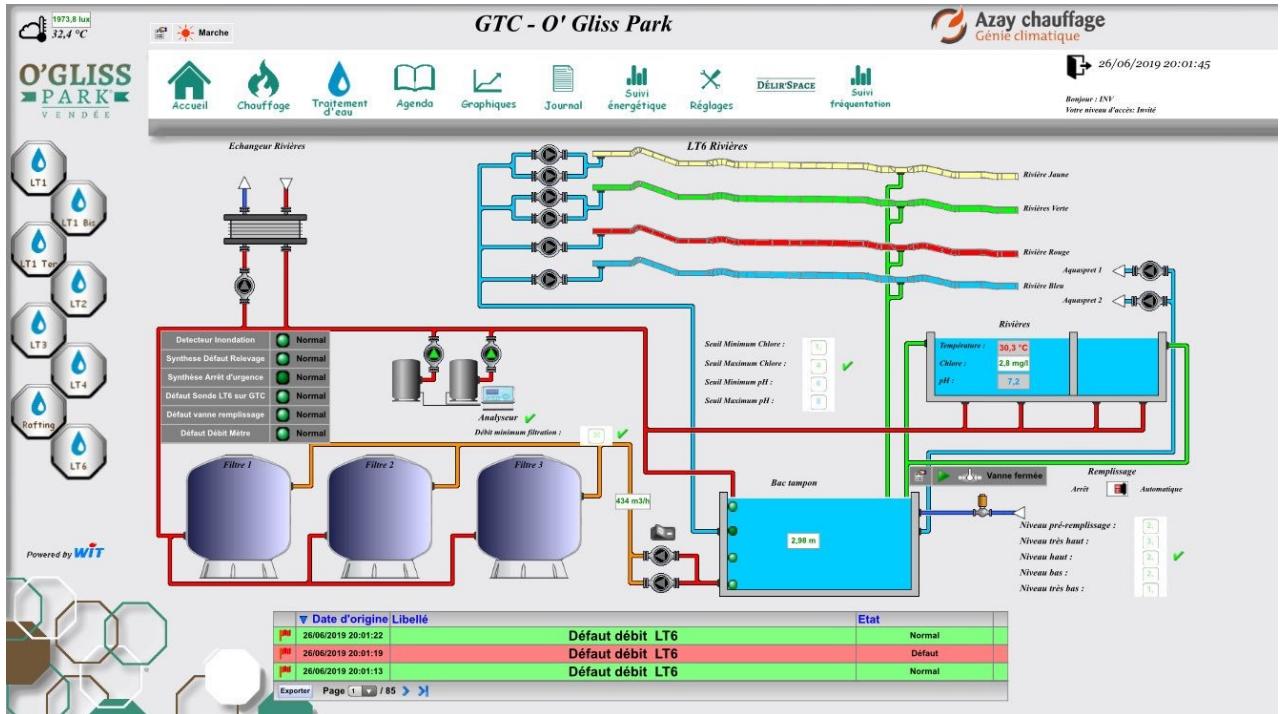


FIGURE LXI: EXEMPLE DE GESTION D'UNE CHAUFFERIE

Le problème, c'est que des pages comme celles-ci prennent beaucoup de place. De plus, je me suis rendu compte que l'Arduino Méga ne possédait ni antenne, ni module Wifi. Par conséquent, j'ai rajouté sur le circuit électrique un autre microcontrôleur, qui va servir de support à la page internet. J'ai choisi d'utiliser un ESP32, puisque qu'il possède une antenne et un module Wifi et que j'étais très familier avec celui-ci, car il était l'objet d'analyse lors de ma SAé. Pour faire communiquer l'Arduino Méga et l'ESP32, j'ai opté pour la communication en UART, car les deux microcontrôleurs sont pourvus de ce moyen

FIGURE LXII: SCHÉMA DE L'INTERFACE DE GESTION

de communication et que sa programmation est assez simple, d'abord parce que la trame est simple et qu'ensuite il n'y a pas besoin de transmettre d'horloge, car c'est une communication asynchrone et que le cadencement se fait précisément dans le programme.

Sur le schéma de l'interface de gestion, nous pouvons voir un petit carré avec l'intitulé « Caméra 1 ». J'avais envisagé l'utilisation d'une ESP-CAM, qui servirait de caméra de surveillance à l'opérateur, pour voir le pont. En effet, tous les ponts automatisés ne s'ouvrent pas tout seul, il y a toujours un opérateur pour vérifier qu'il n'y ait pas de voiture bloquée ou de personne qui fait un malaise... Je ne les ai pas incorporés au schéma électrique, étant donné que leur utilisation n'a pas été validée. Je ne m'en suis donc pas plus attardé.

Enfin, j'ai aussi installé un retour de l'état des DEL, pour connaître la tension aux bornes de ces dernières. Cela pourra permettre d'effectuer une maintenance si besoin est. Le système est similaire à celui des servomoteurs, avec également des interrupteurs permettant de mettre certaines DEL en circuit ouvert, pour simuler un défaut.

Après, je me suis occupé de la programmation de l'automate. J'ai alors conçu un autre chronogramme, qui est le suivant :

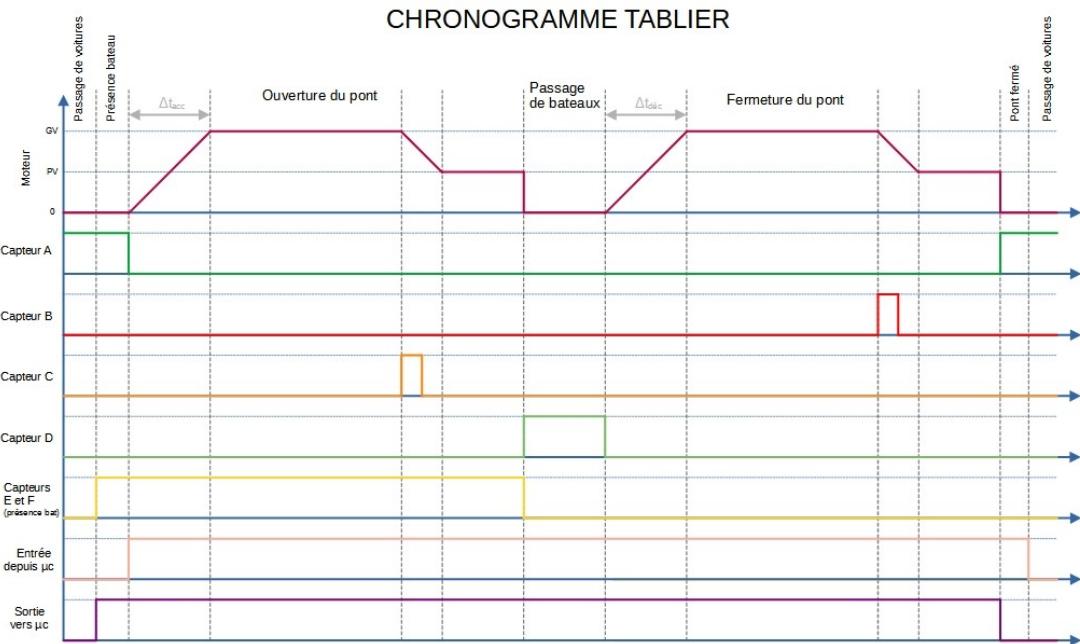
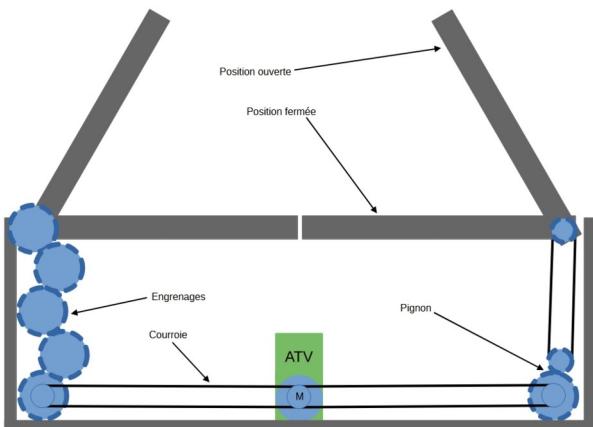


FIGURE LXIII: CHRONOGRAMME DU TABLIER

Quand il n'y a pas de bateaux présents, le tablier est fermé et le système est en attente. Quand il y a un bateau présent, alors le capteur E détecte ledit bateau. Alors, l'automate envoie le signal au microcontrôleur, qui peut alors interagir avec la signalisation, comme vu précédemment. Quand les feux sont au rouge et que les toutes les barrières sont baissées, alors l'automate lie un état haut de la part du microcontrôleur. L'automate peut alors commencer la phase d'ouverture des tabliers.



L'automate contrôle le variateur **C200-02400023A** du fabricant Leroy-Somer, qui alimente un moteur, qui fait tourner deux chaînes, contrôlant chacune un pignon, contrôlant l'ouverture de chaque tablier. Les pignons et engrenages seront fabriqués par AMP. Le variateur et le moteur ont été préalablement choisis par monsieur Shanmugam, parmi les actionneurs que nous avions en stock. La puissance du moteur est bien évidemment compatible avec celle du variateur.

FIGURE LXIV: SCHÉMA DES COMPOSANTS MÉCANIQUES

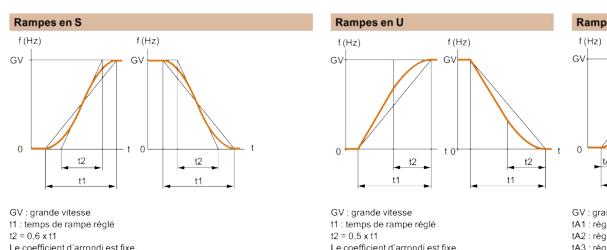


FIGURE LXV: RAMPES DE VITESSE VARIATEUR

L'automate va alimenter l'entrée 12 du variateur, pour lui signifier de tourner dans le sens avant. Sur le chronogramme nous pouvons observer que le moteur atteint sa vitesse maximale en un certain temps. Il faudra alors programmer cette rampe de vitesse dans le variateur, en lui indiquant le type de rampe et le temps. Ici, j'ai utilisé une rampe en S, permettant une accélération en douceur, là où la rampe en U est plus sec au démarrage.

Enfin, avec l'aide de monsieur Rallec, l'expert de la sécurisation des machines, j'ai conçu un Sistema. C'est un dossier qui comprend tous les éléments de sécurité (relais, bouton d'arrêt d'urgence, barrières immatérielles...) de la machine et qui permet de dire si tous les éléments assurent bien la sécurité. Vous trouverez une partie du dossier en annexe C. J'ai d'abord répertorié tous les éléments sécurité du pont levis, à savoir : un bouton d'arrêt d'urgence (**XB4BS8445**), un relais de sécurité (**XPSAC3721**) et les contacts de ligne K4 et K5 (**CA2KN22P7**). Ce sont des éléments que nous avions en stock et qui sont cohérents avec notre application. Je les ai intégrés au Sistema, ce qui s'est fait assez simplement, car le logiciel possède une grande base de donnée Schneider. En revanche, il est possible que logiciel n'ait pas toutes les bibliothèques, comme celles du fabricant Keyence, qui nous a déjà fourni auparavant. Et dans ce cas, il faut remplir toutes les caractéristiques manuellement, si vous arrivez à les trouver, ce qui peut s'avérer compliqué.



FIGURE LXVI: XPSAC3721

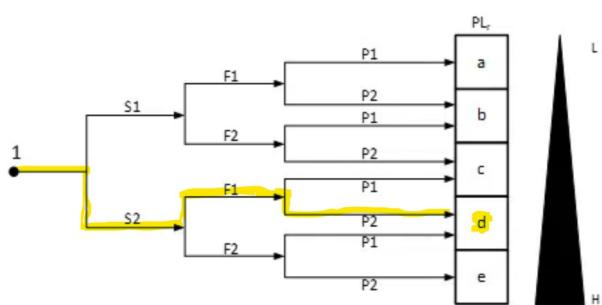


FIGURE LXVII: DÉTERMINATION DU PL_r

Le PL_r (Performance Level required) ou niveau de performance requis permet de connaître la classification d'un système, en termes de sécurité, en partant de l'estimation de trois paramètres, qui sont les suivants : – la gravité de la blessure (S) : légère (S1) ou grave (S2) ; – la fréquence d'exposition au danger (F) : rare (F1) ou fréquente (F2) ; – la possibilité d'éviter le danger (P) : oui (P1) ou non (P2). Ici, j'ai trouvé que l'ouverture du pont levis pouvait amener à des blessures irréversibles (perte d'un membre, mort...), que la fréquence d'exposition était faible, car le système ne fonctionne que rarement et qu'il n'était pas possible d'éviter les dangers.

6.2. BILAN

Pour l'instant, cette mission ne s'est cantonnée qu'à une étude complète du projet. Son financement n'est pas acté et il reste quelques points à réviser. Ce sera donc un sujet que je pourrais traiter encore après avoir fini mon apprentissage.

Cette mission s'inscrit dans les compétences conception de la partie GEII d'un système et implantation d'un système matériel et logiciel.

7. COMPÉTENCES GEII

Le BUT GEII parcours ESE est axé sur l'innovation et le développement technologique. Il a pour mission de certifier des cadres intermédiaires capables de mettre en place et gérer des installations électriques, de concevoir, de réaliser, de programmer et de maintenir des cartes électroniques fixes ou embarquées.

Les activités visées sont :

- **Conception de la partie GEII d'un système**
 - Conseil au client en menant une étude de faisabilité à partir d'un cahier des charges
 - Demande de chiffrage pour la réalisation d'un prototype ou d'un système industrielle en GEII
 - Conception d'un prototype ou d'un sous-système à partir d'un cahier des charges partiel
- **Vérification de la partie GEII d'un système**
 - Mise en place d'un protocole de test et de mesures dans les domaines de la gestion, production et maîtrise de l'énergie
 - Mise en place d'un protocole de test et de mesures dans les process industriels
 - Mise en place d'un protocole de test et de mesures dans les systèmes embarqués
- **Maintien en condition opérationnelle d'un système**
 - Maintenance corrective, préventive et améliorative dans les domaines de la gestion, production et maîtrise de l'énergie
 - Maintenance corrective, préventive et améliorative dans les process industriels
 - Maintenance corrective, préventive et améliorative dans les systèmes embarqués
- **Implantation d'un système matériel ou logiciel**
 - Homologation d'un protocole de réalisation pour un nouvel équipement industriel
 - Intervention chez un client pour la mise en place d'un système
 - Implantation d'une solution matérielle ou logicielle dans une partie ou sous partie d'un système

CONCLUSION

Le projet principal que j'ai choisi de présenter, à savoir celui portant sur le pont levis, a su montrer mes performances concernant la programmation, l'étude des composants, ainsi que l'étude de la sécurité machine. Cela nous a fait remarquer, à moi et à mon maître d'apprentissage, mon envie d'apprendre.

De plus, cette période d'apprentissage m'a permis de vivre au sein d'une PME où j'ai pu apprendre les techniques utilisées, notamment dans le secteur industriel. J'ai appris beaucoup de choses, comme passer des câbles, porter un projet jusqu'au bout ou encore être autonome. Je ressors vraiment grandi de cette expérience. Cette alternance a permis de consolider mes acquis et mes savoirs que j'avais déjà en sortant de section électrotechnique. Je pense que l'alternance est un vrai moyen d'intégration dans le monde du travail, à condition de travailler sérieusement et d'être très assidu.

Concernant les questions que je me suis posé en introduction, je dirais d'abord que l'intégration du système électronique s'est fait facilement. Les éléments électroniques se sont intégrés aux éléments mécaniques et électrique, formant un tout appelé électrotechnique. Ensuite, j'ai réussi à faire un cahier des charges concluant avec la représentation des compétences principales du groupe APB. Finalement, j'ai utilisé plusieurs outils de bureautique pour mener à bien ce projet. J'ai également mené des dialogues avec mon collaborateur et mon maître d'apprentissage. Et je peux dire que ce projet a été mené à bien. Étant donné que je reste au sein du groupe pendant la période estivale, je pense que je vais amener ce projet à une version plus aboutie et surtout en le réalisant.

Enfin, je peux dire que cette formation continue m'a permis d'ouvrir grandement mes yeux sur le monde de travail et je pense qu'il est possible que j'aie trouvé ma future vocation. Qui sait ce que je deviendrais demain ?

BIBLIOGRAPHIE

« Toutes les normes, les techniques, les équations ou les résultats issus d'autres travaux doivent être référencés dans la bibliographie. »

Pappers, « Société AMP INDUSTRIES », *Pappers*,

<https://www.pappers.fr/entreprise/amp-industries-339568479> (15/03/2025)

Pappers, « Société PROD OPTIMA INDUSTRIES », *Pappers*,

<https://www.pappers.fr/entreprise/prod-optima-industries-492582697> (15/03/2025)

Pappers, « Société BARTHEL ELECTRICITE», *Pappers*,

<https://www.pappers.fr/entreprise/barthel-electricite-432681500> (15/03/2025)

Larousse, « Héliogravure », *Larousse*,

<https://www.larousse.fr/encycopedie/divers/h%C3%A9liogravure/57723> (04/06/25)

Techné Packaging, « E-750 », Techné Packaging,

<https://www.technepackaging.com/file/Home/DATASHEET/E-750-Datasheet.pdf> (15/05/25)

Recycle, « Lexique », *Recycle*, <https://recycle.refashion.fr/lexique/> (08/06/25)

Airbus Safran Launchers SAS, *Procédé de fabrication d'une structure fibreuse aiguillée*,

Demande de brevet d'invention FR 3 063 745 – A1, 07/03/17, INPI (08/06/25)

Jérôme, « PWM Arduino », *Passion électronique*,

<https://passionelectronique.fr/pwm-arduino/> (20/05/25)

INDEX DES FIGURES

Figure I: Bureau de BEI #1.....	5
Figure II: Bureau de BEI #2.....	5
Figure III: Organigramme Interne du Groupe.....	6
Figure IV: Processus d'Intervention APB.....	6
Figure V: Blocs de Notices.....	7
Figure VI: Imprimante #1.....	7
Figure VII: Imprimante #2.....	7
Figure VIII: Emballages Divers #1.....	7
Figure IX: Emballages Divers #2.....	7
Figure X: Emballages Divers #3.....	7
Figure XI: Rousselot.....	8
Figure XII: Peptan.....	8
Figure XIII: Poste du Séchoir de Rousselot #1.....	9
Figure XIV: Poste du Séchoir de Rousselot #2.....	9
Figure XV: Machine d'Extrusion Soufflage Techné E2-750.....	10
Figure XVI: Schéma du Procédé d'Extrusion Soufflage.....	11
Figure XVII: Machine d'Extrusion Soufflage #1.....	11
Figure XVIII: Machine d'Extrusion Soufflage #2.....	11
Figure XIX: Machine d'Extrusion Soufflage #3.....	11
Figure XX: Partie Commande Banderoleuse.....	11
Figure XXI: Ancienne Partie Commande.....	12
Figure XXII: Ancienne Partie Puissance.....	12
Figure XXIII: Anciens Disjoncteurs Moteurs.....	12
Figure XXIV: Thibaude.....	13
Figure XXV: Feutre Synthétique.....	13
Figure XXVI: Semelles.....	13
Figure XXVII: Schéma d'une Aiguilletteuse.....	14
Figure XXVIII: Schéma d'une Cardeuse.....	14
Figure XXIX: Aiguilletteuse.....	14
Figure XXX: Petit Nappeur.....	14
Figure XXXI: Cardeuse.....	14
Figure XXXII: API TM221CE16T.....	14
Figure XXXIII: Extrait du Grafset.....	15
Figure XXXIV: Grafset de Sécurité.....	15
Figure XXXV: Extrait du Programme en Ladder.....	16
Figure XXXVI: Cuve de Cuivrage Galvano.....	17
Figure XXXVII: Cuves de Cuivrage Galvano.....	17
Figure XXXVIII: Graveuse Hell K500.....	18
Figure XXXIX: Graveuse Hélio.....	18
Figure XL: Ventilation Existante.....	18
Figure XLI: Exemple de Support Moteur.....	18
Figure XLII: Ventilation à Changer de Place.....	18
Figure XLIII: Schéma de l'Installation.....	19
Figure XLIV: Schéma du Coffret Électrique.....	19
Figure XLV: Schéma Électrique de la Ventilation.....	19
Figure XLVI: Catalogue de Poutres en U.....	20

Figure XLVII: Catalogue de Poutres Profilés Carrés Creux.....	20
Figure XLVIII: Support Moteur en 3D.....	20
Figure XLIX: Schéma du Mât #1.....	20
Figure L: Schéma du Mât #2.....	21
Figure LI: Schéma de l'Équerre.....	21
Figure LII: Devis pour la Réalisation du Support Moteur.....	21
Figure LIII : Coût des produits.....	22
Figure LIV: Schéma des Capteurs du Pont.....	23
Figure LV: Schéma des Capteurs du Tablier.....	24
Figure LVI: Chronogramme de la Signalisation.....	24
Figure LVII: Pont Diviseur de Tension.....	25
Figure LVIII: Serrure électrique.....	25
Figure LIX: Signaux d'Angles du Servomoteur.....	26
Figure LX: Servo-Moteur.....	26
Figure LXI: Exemple de Gestion d'une Chaufferie.....	27
Figure LXII: Schéma de l'Interface de Gestion.....	27
Figure LXIII: Chronogramme du Tablier.....	28
Figure LXIV: Schéma des Composants Mécaniques.....	28
Figure LXV: Rampes de Vitesse Variateur.....	29
Figure LXVI: XPSAC3721.....	29
Figure LXVII: Détermination du PLr.....	29

ANNEXE A



Maintenance industrielle
Électrique et mécanique,
Intervention HTO

www.prod-optima.com

Devis N° 719

Date
17/04/2025

Vos Réf.

JANOSCHKA

A l'attention de [REDACTED]
SOPELPA
ZE LES SAVIS
16160 LE GOND-PONTOUVRE

Tel : (05) [REDACTED]
Email : [REDACTED]@janoschka.com

Condition de port	Condition de Règlement	TVA Intracommunautaire
	VIREMENT 30J LE 15	FR8963 [REDACTED]

Offre suivie par Theo-Felix ADAM

Merci de mettre en copie gestion@prod-optima.fr lors des échanges commerciaux

Poste	Pièce / Désignation	Quantité	Px U Net H.T	Total HT
0010	BEI-719-1 VENTILATION HOTTE ASPIRANTE Le devis comprend : - la dépose de la ventilation, avec le rebouchage du trou côté essai. - la pose de la ventilation, avec son support fabriqué sur mesure coté galvano. - la pose et la fourniture de l'armoire électrique, avec une variation de la vitesse.	1,0000	3 446,60 €	3 446,60 €

Délai : A Convenir

Date limite de validité : 01/05/2025

TOTAL HT	3 446,60 €
TVA 20,00 %	689,32 €
TOTAL TTC	4 135,92 €

Pour les devis d'un montant supérieur 3000€, un acompte de 30% sera demandé à la commande.

Page 1/1

SAS au capital de 16 614 €, Tél.05 45 92 87 34 - contact@prod-optima.fr
Code APE 3312Z - SIRET 49258269700024 -NIIFR 51492582697 RCS Angoulême

ANNEXE B

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

A

B

Schéma du Démonstrateur Pont-Levis

C	Position	Titre	Auteur	Date
D	1	SOMMAIRE	Théo-Félix ADAM	14/04/2025
E	2	MODIFICATIONS	Théo-Félix ADAM	23/04/2025
F	3	PUISSEANCE	Théo-Félix ADAM	14/04/2025
G	4	SECURITE	Théo-Félix ADAM	17/04/2025
H	5	COMMANDE	Théo-Félix ADAM	14/04/2025
I	6	CAPTEURS	Théo-Félix ADAM	15/04/2025
J	7	AUTOMATE	Théo-Félix ADAM	14/04/2025
K	8	MICROCONTROLEUR 1/3	Théo-Félix ADAM	14/04/2025
L	9	MICROCONTROLEUR 2/3	Théo-Félix ADAM	06/05/2025
M	10	MICROCONTROLEUR 3/3	Théo-Félix ADAM	09/05/2025
N	11	BORNIERS	Théo-Félix ADAM	15/05/2025
O	12	NOMENCLATURE BORNIERS 1/2	Théo-Félix ADAM	17/04/2025
P	13	NOMENCLATURE BORNIERS 2/2	Théo-Félix ADAM	17/04/2025
Q	14	NOMENCLATURE 1/4	Théo-Félix ADAM	15/05/2025
R	15	NOMENCLATURE 2/4	Théo-Félix ADAM	15/05/2025
S	16	NOMENCLATURE 3/4	Théo-Félix ADAM	15/05/2025
T	17	NOMENCLATURE 4/4	Théo-Félix ADAM	15/05/2025

v5 du 15/05/2025



Auteur : Théo-Félix ADAM	SOMMAIRE	Fichier : Pont-Levis
Date : 14/04/2025		Folio : 1/17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A																
B																
C																
D																
E																
F																
G																
H																
I																
J																
K																
L																
M																
N																
O																
P																
Q																
R																
S																
T																
U																
V																
W																
X																
Y																
Z																

Reseau

Q1

K4

K5

Leroy Somer Commander C200

Acc 3.00	Dec 3.00	Usp 3.00
Dec 3.00	Usp 3.00	Hsp 3.00
0.500A
...
...
...

M1

REGISTREES DE FREINAGE

V1

**400V / 50Hz / 0,73A / 0,18kW
1360tr/min / cos(phi) = 0,64
Coupage étoile**

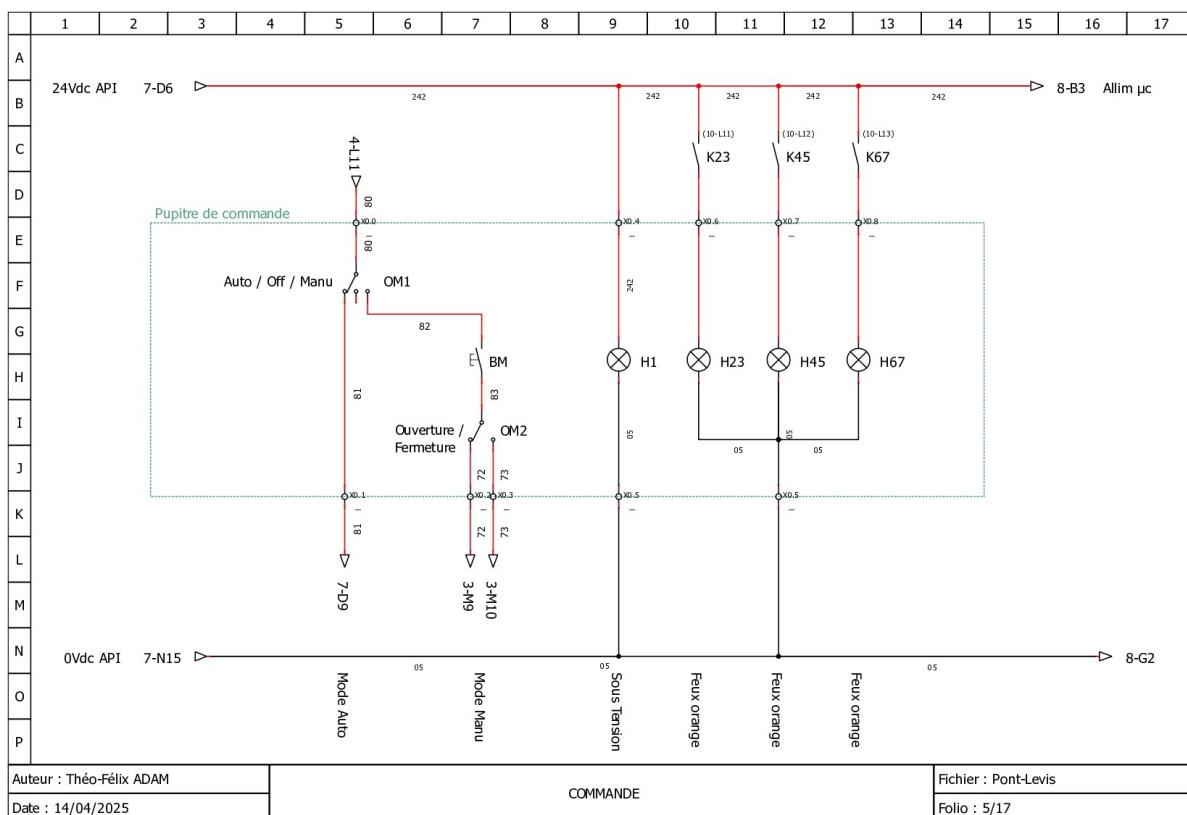
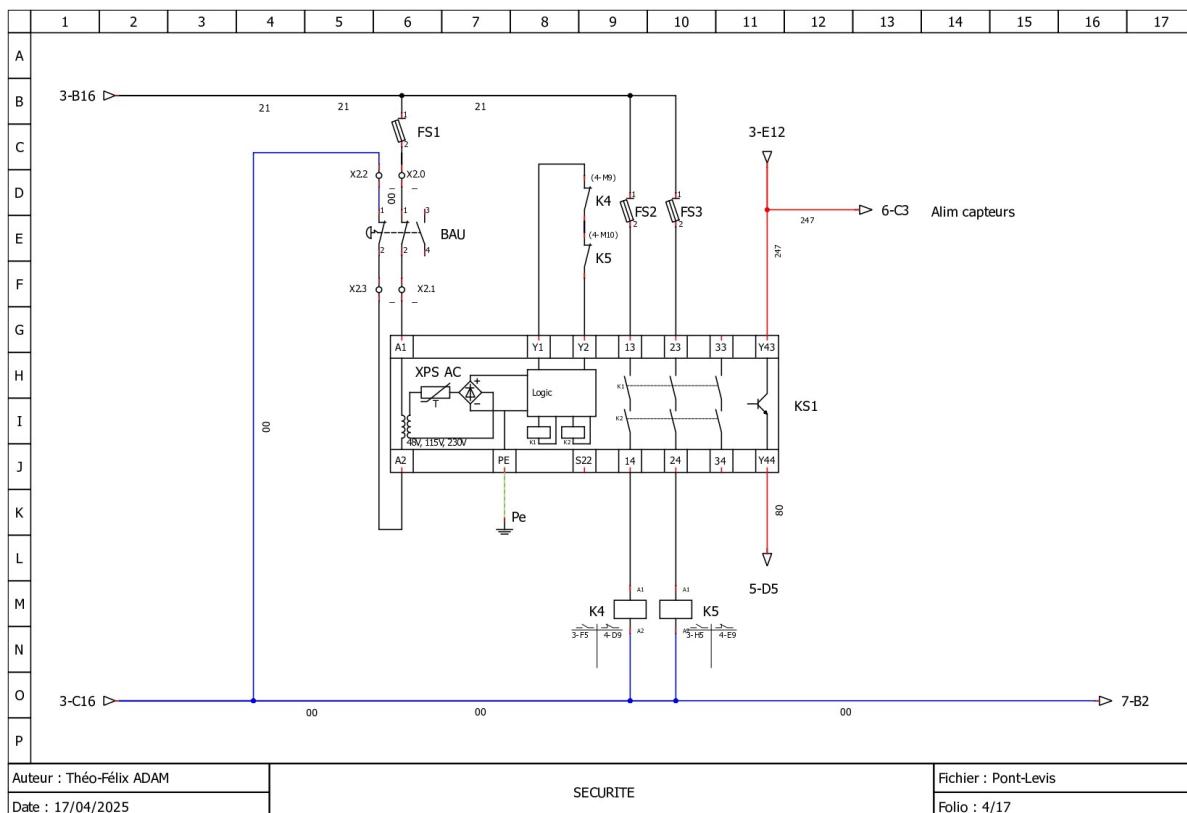
Auteur : Théo-Félix ADAM

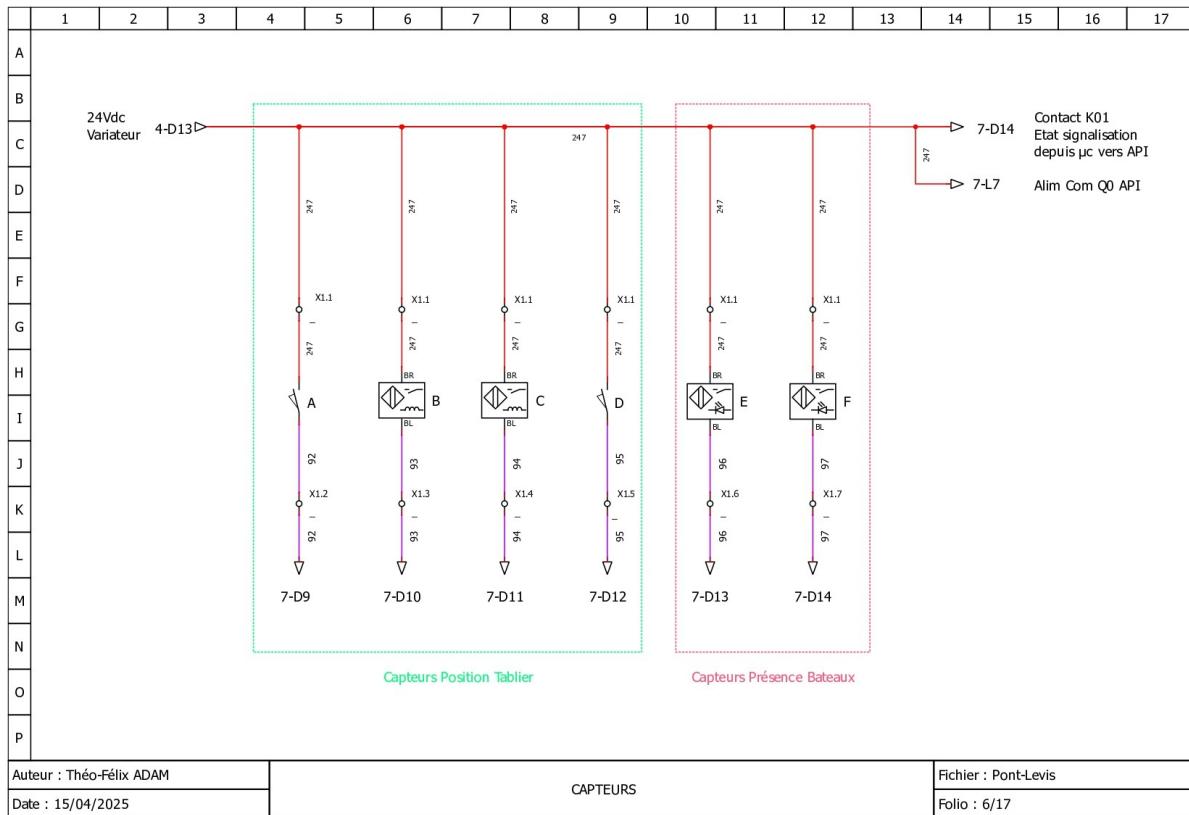
PUISSANCE

Fichier : Pont-Levis

Date : 14/04/2025

Folio : 3/17

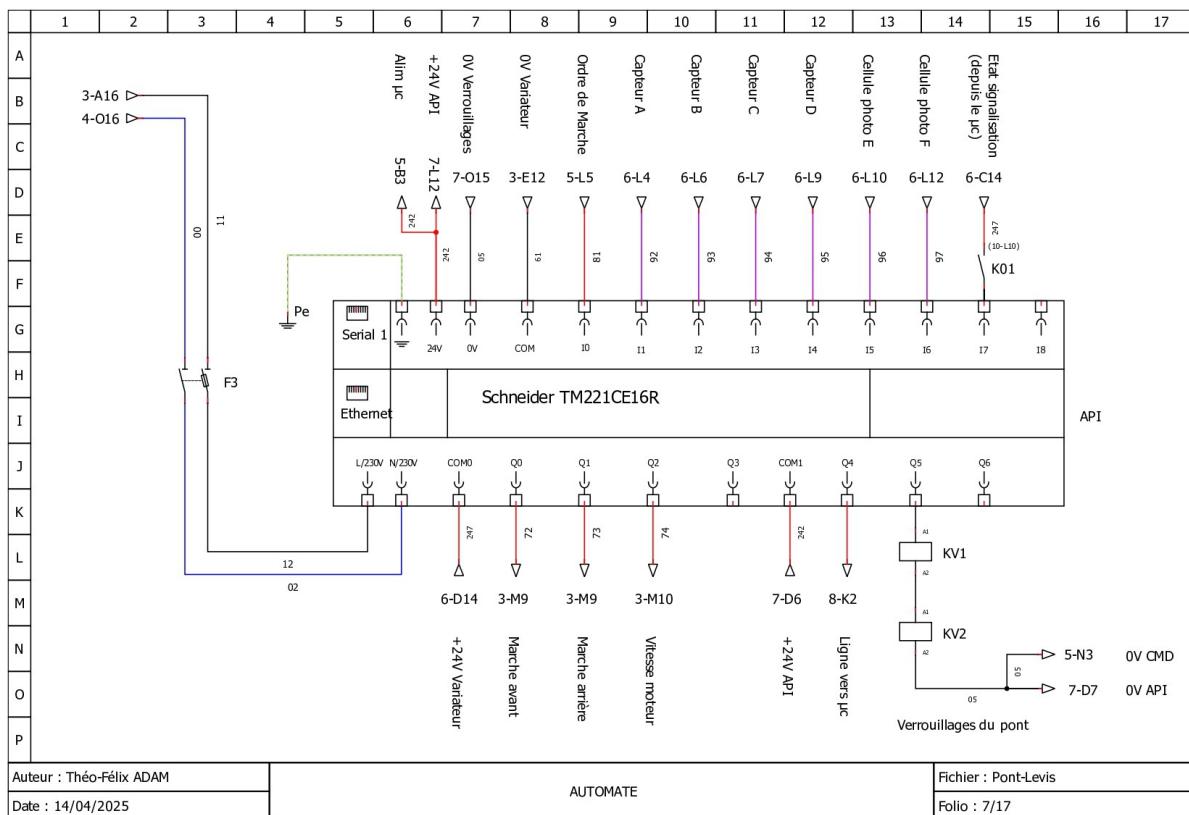


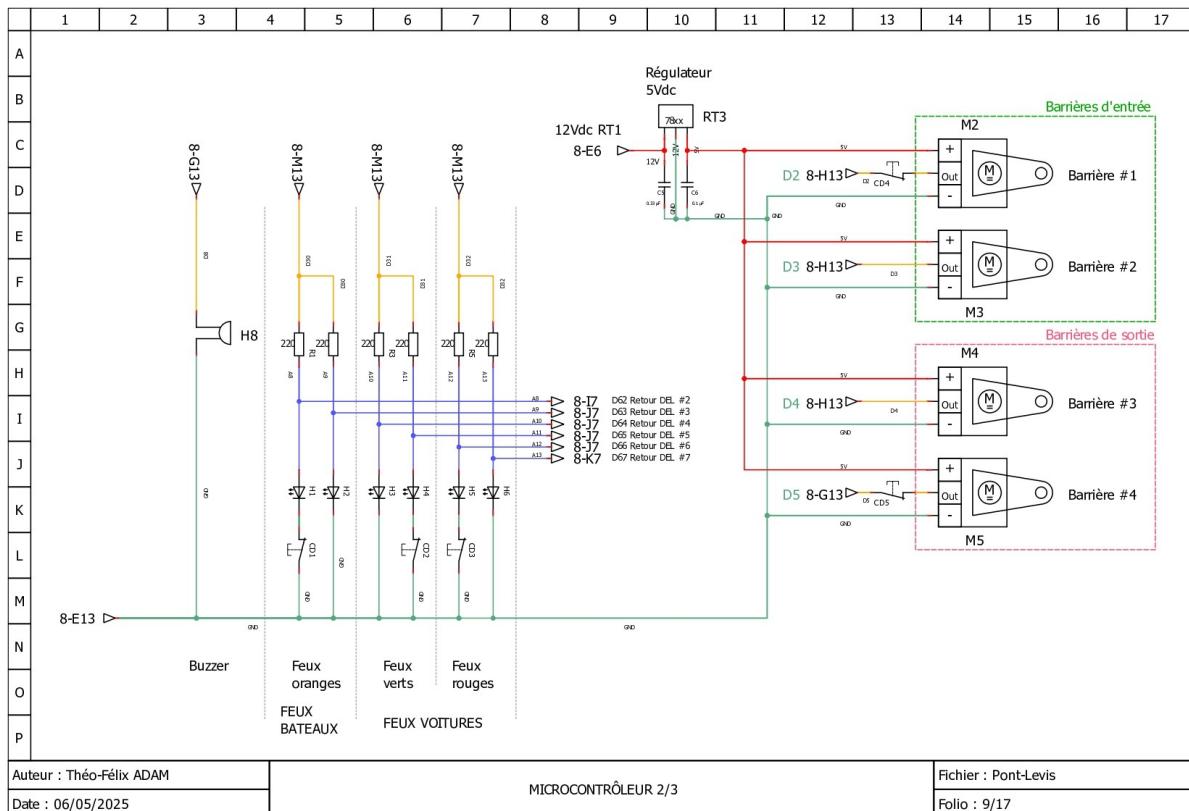
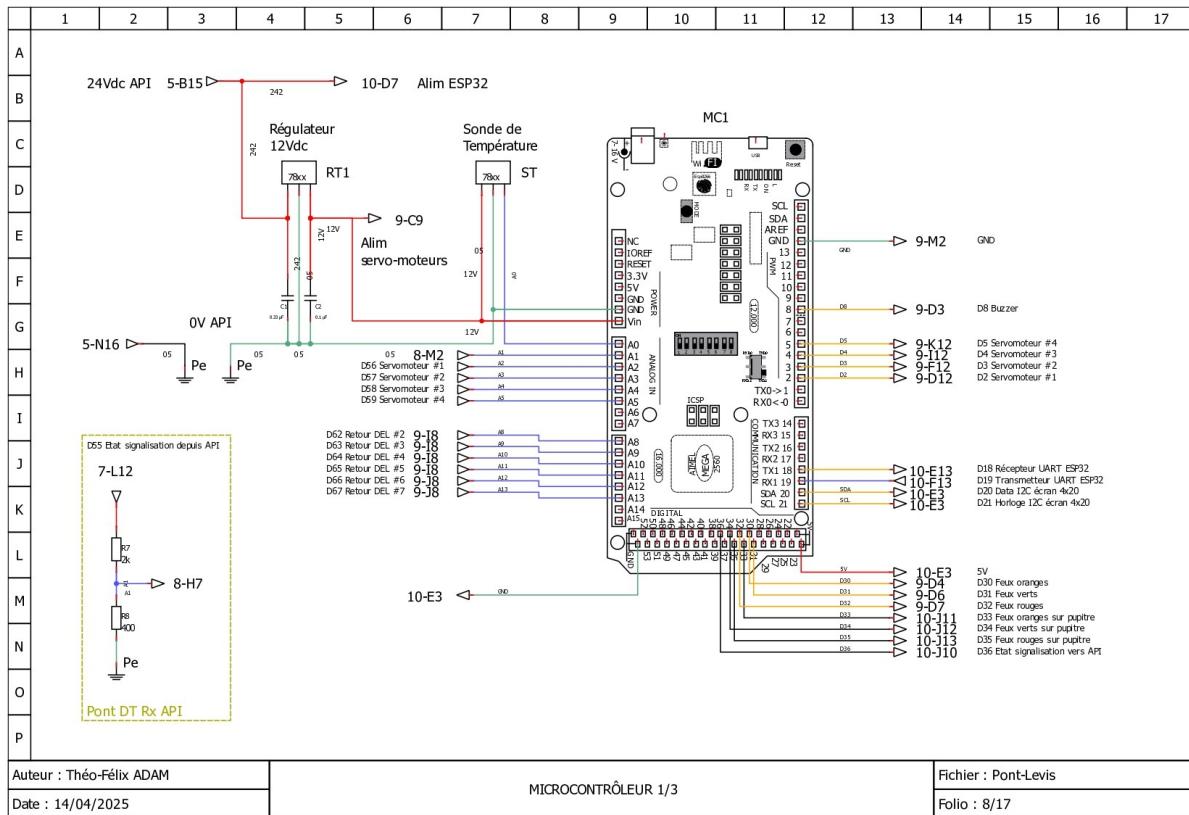


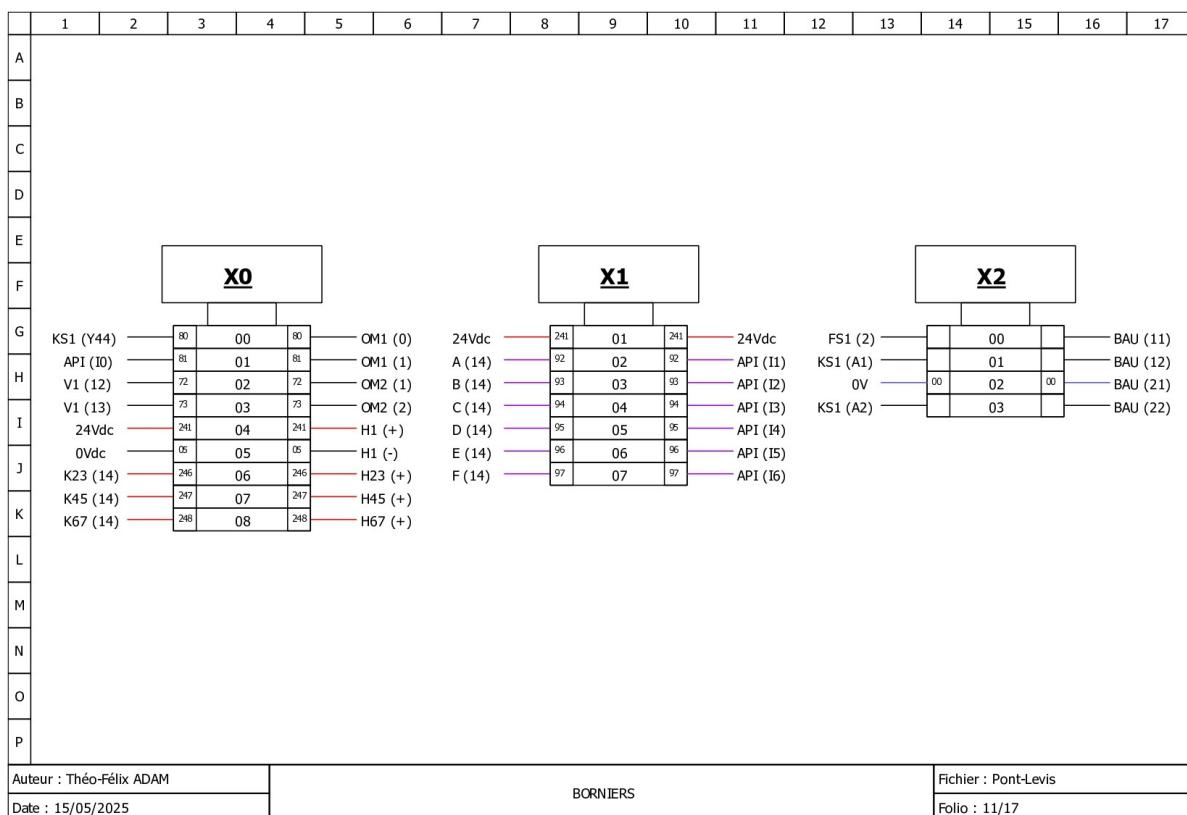
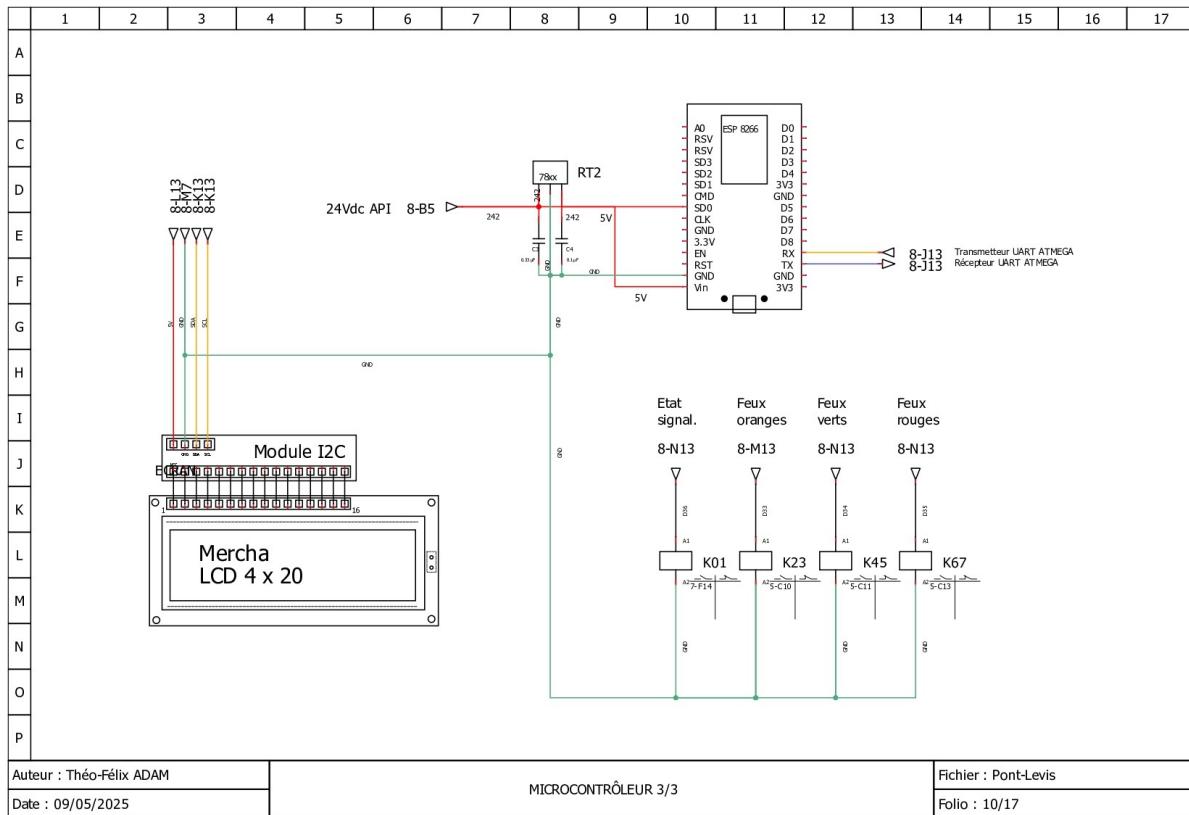
Auteur : Théo-Félix ADAM
Date : 15/04/2025

CAPTEURS

Fichier : Pont-Levis
Folio : 6/17







ANNEXE C

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Nom du projet: Pont Levis

Date du fichier: 12/06/2025 20:52:59 Date du rapport: 12/06/2025 Checksum: ad2c90d50a2b45c373a59076b914813e

PR Nom du projet: Pont Levis

Nom du fichier projet:	E:\POI\Projet Pont Levis\sistema\pont_levis.ssm
Date de création:	22/04/2025 08:48:48
Statut du projet:	En cours
Numéro projet:	
Version projet:	01_1725
Auteurs:	tfadam
Responsable projet:	
Vérificateur:	mrallec
Machine/point dangereux:	Pont Levis
Documentation:	
Documents:	
Version du logiciel:	2.0.7 build 2
Version de la norme:	ISO 13849-1:2015, ISO 13849-2:2012
Checksum:	ad2c90d50a2b45c373a59076b914813e
Options:	<input checked="" type="checkbox"/> Utiliser des niveaux intermédiaires de DC pour le calcul de PFHD (plus précis) <input type="checkbox"/> Passage pour le MTTFD de 2500 à 100 ans pour la catégorie 4.
Statut:	vert
Notes:	Il n'y a pas d'avertissement listé dans ce projet (ou dans les éléments le composant).

Options d'impression

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Afficher les détails du dispositif | <input checked="" type="checkbox"/> Afficher les recommandations du PL et de la Catégorie |
| <input checked="" type="checkbox"/> Afficher la documentation pour FS, SS, BL and EL | <input checked="" type="checkbox"/> Afficher la documentation pour les paramètres réalistes au PL, PL, Catégorie, CCF, MTTFD and DC |
| <input checked="" type="checkbox"/> Afficher le détail des mesures pour le CCF et DC | <input checked="" type="checkbox"/> Afficher les messages |

Fonction de sécurité contenue

SF Nom: AU - Arrêt du moteur principal - Contacteur de ligne

Requis: PLr d

Atteint: PL e

PFHD [1/h]: 3,8E-8

Statut: vert

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Nom du projet: Pont Levis

Date du fichier: 12/06/2025 20:52:59 Date du rapport: 12/06/2025 Checksum: ad2c90d50a2b45c373a59076b914813e

SF Fonction de sécurité: AU - Arrêt du moteur principal - Contacteur de ligne

Type de fonction de sécurité: Fonction d'arrêt d'urgence

Événement déclencheur: Bouton d'arrêt d'urgence pressé

Reaction and

Behaviour on power failure:

Etat sûre: Arrêt des mouvements

Mode opératoire:

Fréquence de demande:

Temps de réponse:

Priorité:

Documentation:

Documents:

Niveau de Performance Requis Fonction de sécurité

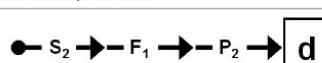
PLr (par le graphe de risque): d

Gravité de la blessure (S): False Blessure grave (normalement irréversible, y compris le décès)

Fréquence/durée d'exposition au phénomène Rare à assez fréquente / courte durée d'exposition

Possibilité d'évitement (P): Rarement possible

Graphe de risque:



Documentation:

Documents:

Niveau de Performance Fonction de sécurité

PL atteint: e

PFHD [1/h]: 3,8E-8

Statut / Messages Fonction de sécurité

Statut: vert

Sous-systèmes (1 / 3)

SB Nom: BAU - 2 contacts

Référence du concepteur: Numéro d'inventaire:

Détails du dispositif Sous-système

Fournisseur du dispositif:

Identification du dispositif:

Groupe du dispositif:

Numéro de série: Révision:

Fonction: Entrée Logique
 Sortie inconnu

Cas d'utilisation:

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Nom du projet: Pont Levis

Date du fichier: 12/06/2025 20:52:59 Date du rapport: 12/06/2025 Checksum: ad2c90d50a2b45c373a59076b914813e

SF Fonction de sécurité: AU - Arrêt du moteur principal - Contacteur de ligne

Description du cas d'utilisation:

Documentation Sous-système

Documentation:

La fonction d'arrêt d'urgence est une mesure de protection qui complète les fonctions de sécurité pour la protection des zones dangereuses conformément à la norme EN ISO 12100.

Les informations fournies dans cette documentation contiennent des descriptions générales et / ou des caractéristiques techniques des performances des produits qu'il contient. Cette documentation n'est pas destinée à remplacer et ne doit pas être utilisée pour déterminer la pertinence ou la fiabilité de ces produits pour des applications utilisateur spécifiques.

Il est du devoir de tout utilisateur ou intégrateur d'effectuer l'analyse du risque, l'évaluation et les tests complets et appropriés des produits en ce qui concerne l'application ou l'utilisation spécifique correspondante. Ni Schneider Electric Industries SAS ni aucune de ses filiales ou sociétés affiliées ne peuvent être tenus pour responsables d'une utilisation abusive des informations contenues dans ce document.

Documents:

Niveau de Performance Sous-système

Détermination du PL: Déterminez PL/PFHD à partir de la Catégorie, du MTTFD et du DCavg

Logiciel compatible pour atteindre le PL: n.a.

Exigences pour le PL: Pleinement rempli

Le PL doit être déterminé par l'estimation des éléments suivants:

- Comportement de la fonction de sécurité lors d'une défaillance (voir paragraphe 6) [Pleinement rempli]
- Logiciel de sécurité développé selon le paragraphe 4.6 ou aucun logiciel de sécurité inclus [Pleinement rempli]
- défaillance systématique (voir Annexe G) [Pleinement rempli]
- Capacité à exécuter une fonction de sécurité suivant les conditions environnementales prévisibles [Pleinement rempli]

PL atteint: e

PFHD [1/h]: 3,3E-8

Documentation:

Catégorie Sous-système

Cat.: 3

Exigences de la catégorie: Pleinement rempli

Exigences des catégories:

- En accord avec les normes pertinentes pour résister aux influences prévisibles. [Pleinement rempli]
- Les principes de base de sécurité ont été utilisés. [Pleinement rempli]
- Les principes de sécurité éprouvés ont été utilisés. [Pleinement rempli]
- Un défaut unique et la détection raisonnable de ce défaut sont pris en considération. [Pleinement rempli]
- Le MTTFD est au moins Faible ou Moyen ou Élevé. [Pleinement rempli]

SISTEMA - Safety Integrity Software Tool for the Evaluation of Machine



Nom du projet: Pont Levis

Date du fichier: 12/06/2025 20:52:59 Date du rapport: 12/06/2025 Checksum: ad2c90d50a2b45c373a59076b914813e

SF Fonction de sécurité: AU - Arrêt du moteur principal - Contacteur de ligne

Exigences des catégories:

rempli]

- Le DCavg est au moins Faible ou Moyenne; [Pleinement rempli]
- Le score obtenu concernant les CCF est au moins 65. [Pleinement rempli]

Documentation:

Source (ex : norme) Catégorie:

Fichier:

MTTFD et Temps de mission Sous-système

MTTFD [ans]: 100 (Élevé)

Temps de mission [ans]: 20

Temps de mission minimum [ans]: 20

Couverture du diagnostic Sous-système

DCavg [%]: 95 (Moyenne)

Défaillances de cause commune Sous-système

CCF Points: 65 (Pleinement rempli)

Documentation:

Documents:

Statut / Messages Sous-système

Statut: vert

Canal / Canal d'essai (1 / 2)

CH Nom: Canal 1

MTTFD [ans]: 150

Blocs (1 / 1)

BL Nom: BAU HARMONY

Référence du concepteur:

Numéro d'inventaire:

Détails du dispositif Bloc

Fournisseur du dispositif:

Identification du dispositif:

Groupe du dispositif:

Numéro de série:

Révision:

Fonction:

Entrée

Logique

Sortie

inconnu

Technologie:

électro-mécanique

Catégorie:

4

Cas d'utilisation: