

Situation d'Apprentissage et d'Evaluation 3.1:

Répondre à un besoin de nature industrielle

Implantation d'un HMI sur la station 2 et mise en sécurité des stations 4 et 7



SOMMAIRE :

INTRODUCTION : PROBLEMATIQUE

PARTIE I : ORGANISATION

- 1. Prévisionnel**
- 2. Réel**

PARTIE II : ANALYSE FONCTIONNELLE

PARTIE III : RECHERCHE DE SOLUTION ET CONCEPTION

- 1. Solution HMI Station 2**
- 2. Solution des rails**
- 3. Solution des fixations**
- 4. Optimisation de la solution finale**

PARTIE IV : Conclusions personnelles

INTRODUCTION : PROBLEMATIQUE

La question de la sécurité au travail est une problématique à prendre au sérieux. Cette remarque est d'autant plus pertinente à partir du moment où cet espace de travail est automatisé et requière une présence humaine.

Nous allons alors nous intéresser à la Cellule Flexible de Production, visible à l'entrée de la salle D006 de l'IUT de Troyes, qui n'est à l'heure actuelle pas correctement sécurisée. Celle-ci a pour but de conditionner des dragées pharmaceutiques dans des petits contenants en plastique avec couvercle, qui seront ensuite encaissées dans une petite boîte en carton.

Par exemple, les stations 4 et 7 sur lesquelles nous allons travailler, ont un accès non filtré aux câblages électriques. Bien que les utilisateurs à proximité de la machine soient consciencieux des risques, le risque zéro n'existe pas.

Nous allons ainsi nous intéresser à plusieurs solutions possibles afin de réduire les risques liés à la machine.

PARTIE I : ORGANISATION

1. Prévisionnel

Pour cette première partie, nous allons traiter de toutes les tâches prévisionnelles à répartir parmi les 4 membres du groupe.

Pour rappel, le travail est à rendre pour le 20 janvier, mais nous devons prendre en compte une longue période en entreprise durant le mois de novembre. De ce fait, il serait préférable d'évaluer en détail la problématique et de commencer à réfléchir aux potentielles solutions avant le retour en entreprise. Pour le retour à l'école, prévu le 25 novembre, chaque membre du groupe doit au minimum avoir une idée de comment réaliser les tâches demandées.

Julian se penchera sur le problème du support HMI.

Antony et Jules, quant à eux, travailleront tous les deux sur la sécurisation d'une station différente (respectivement la station 4 et 7).

Ozan complètera le travail si nécessaire, tout en travaillant en parallèle sur une autre solution. Il va également se charger de rédiger tous les documents écrits.

Voici un tableau récapitulatif des tâches prévisionnelles, avec une estimation du temps nécessaire à leur réalisation.

Membre du groupe	Tâche à effectuer	Date et durée estimée
THEVENARD Julian	Analyse du problème	Première séance / 2 jours maximum
	Prise de mesures / Analyse de l'environnement	Seconde séance / Une séance max
	Conception d'une ou plusieurs solutions	Quatrième séance / Plusieurs séances autorisées
	Autocritique et review de la solution	Une fois avancé / terminé
	Correction éventuelle	Si besoin
	Compte rendu personnel	Une semaine avant la date butoir
TRIFFAULT Jules	Analyse du problème	Première séance / 2 jours maximum
	Prise de mesures / Analyse de l'environnement	Seconde séance / 5 jours maximum
	Conception d'une ou plusieurs solutions	Autant de temps nécessaire
	Autocritique et review de la solution	Une fois avancé / terminé
	Correction éventuelle	Si besoin
	Compte rendu personnel	Une semaine avant la date butoir
DE BRITO Antony	Analyse du problème	Première séance / 2 jours maximum
	Prise de mesures / Analyse de l'environnement	Seconde séance / 5 jours maximum
	Conception d'une ou plusieurs solutions	Autant de temps nécessaire

	Autocritique et review de la solution	Une fois avancé / terminé
	Correction éventuelle	Si besoin
	Compte rendu personnel	Une semaine avant la date butoir
KARAKULAH Ozan	Analyse du problème	Première séance / 2 jours maximum
	Analyse fonctionnelle et rédaction	Première séance / 1 jour maximum
	Consultation des membres de l'équipe	Autant que nécessaire
	Rédaction du compte rendu	Une semaine avant la date butoir
	Conception de solutions parallèles	En parallèle des autres / Si besoin
Groupe	Choix de la/les solutions à adapter	Une fois le développement de solutions bien avancé

2. Réel

Nous allons brièvement décrire comment l'avancement du projet s'est déroulée en réalité. Bien que les tâches prévisionnelles n'étaient pas clairement définies, nous avons tout de même réussi à suivre le cheminement suggéré. Plus de détails dans les fiches de suivi personnelles.

Voici tout de même un bref descriptif de ce qui a été fait :

Date de la séance	Individu	Travail effectué
16/10/2024	Tout le groupe	Analyse du problème, prises de mesures, début de réflexion
	Ozan	Analyse fonctionnelle
17/10/2024	Tout le groupe	Analyse du problème, prises de mesures, début de réflexion

	Ozan	Analyse fonctionnelle
21/10/2024	Julian	Modélisation solution HMI
	Antony et Jules	Modélisation solutions Tool 4 et 7
	Ozan	Réflexion solution alternative, début de rédaction de documents
25/10/2024	Julian	Modélisation solution HMI
	Antony et Jules	Modélisation solutions Tool 4 et 7
	Ozan	Réflexion solution alternative, début de rédaction de documents
26/11/2024	Groupe	Retour de la période d'alternance, remise en contexte
	Julian	Correction de la solution, amélioration
	Antony	Discussion de la faisabilité de la solution
	Jules et Ozan	Rédaction de rapport et management
06/01/2025	Groupe	Remise en contexte. Projet presque finalisé
10/01/2025	Groupe	Finalisation
Du 10/01/2025 au 20/01/2025	Groupe	Rédaction des conclusions personnelles et finalisation

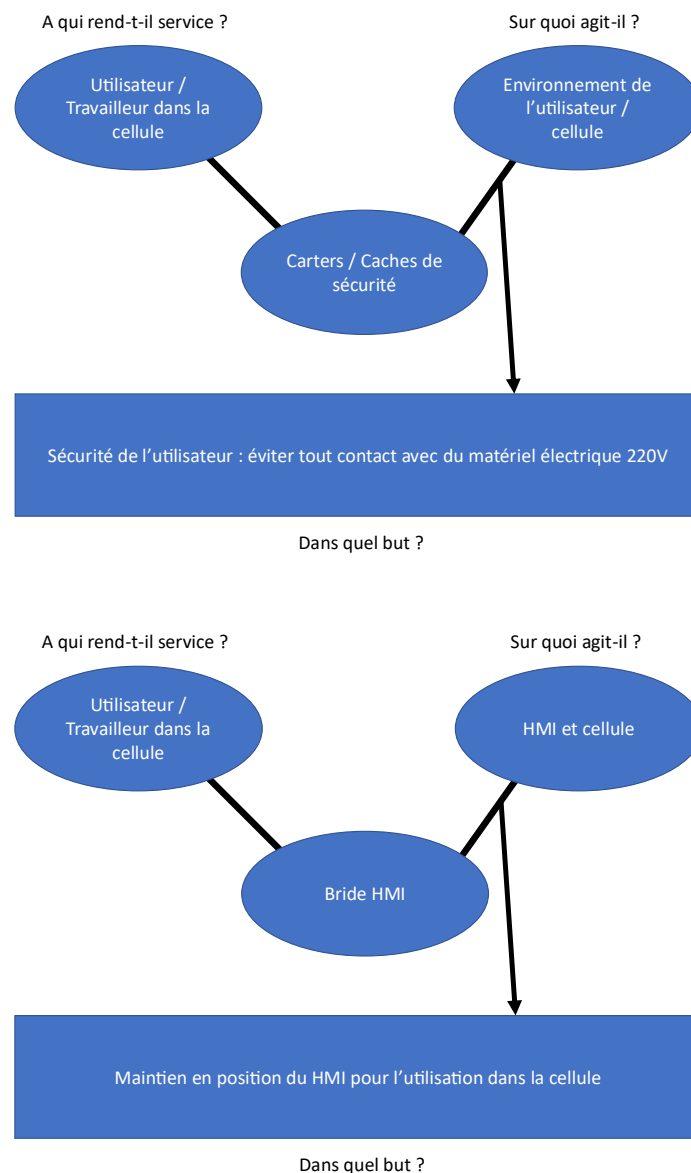
PARTIE II : ANALYSE FONCTIONNELLE

Cette analyse fonctionnelle vient en tandem avec un fichier complémentaire trouvable en annexe nommé « Analyse Fonctionnelle ».

Comme énoncé auparavant, il y a un besoin de sécuriser les stations de travail dans le but de minimiser au maximum tous les risques liés au contact avec le matériel électrique en 220V très possiblement mortel pour nous.

Nous nous proposerons de bloquer physiquement l'accès au matériel dangereux, par le moyen de caches. Il est également nécessaire de proposer une solution pour intégrer un HMI au sein de la station 2.

Dans une démarche de rendre le rapport plus léger, seule une partie de l'analyse sera retranscrite ici. Merci de se référer à l'annexe pour plus de détails.



Les caches ont quelques contraintes, plus ou moins arbitraires, à respecter.
 Notamment, ils ne doivent pas empêcher le bon fonctionnement de la machine.
 Accessoirement, nous pourrions essayer de les rendre les plus esthétiques possibles,
 mais ceci ne relève pas d'une contrainte réelle mais plutôt de « caprices ».

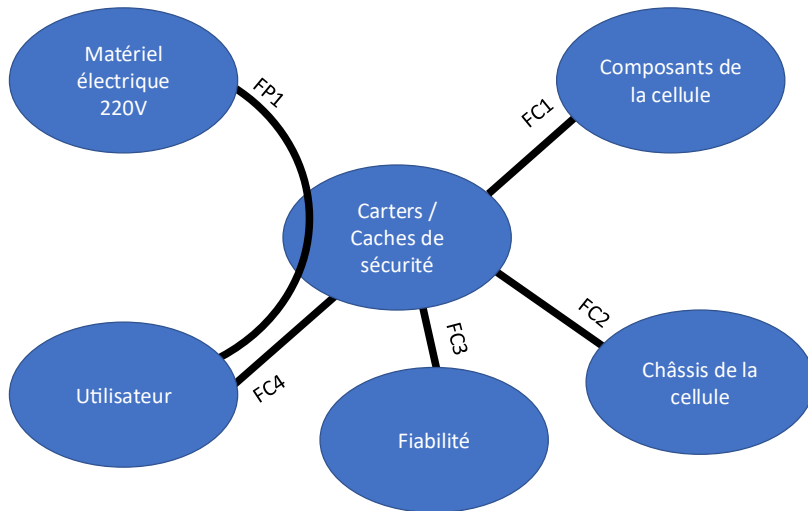
FP1 : Empêcher
l'utilisateur de
toucher au matériel
électrique durant
l'utilisation de la
machine

FC1 : Ne pas gêner le
fonctionnement de
la cellule

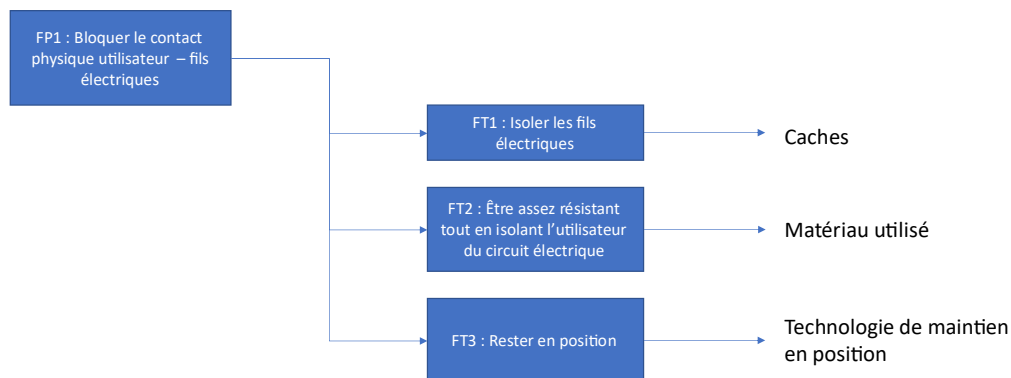
FC2 : Intégration
cohérente des
carters avec les
châssis

FC3 : Les carters ne
doivent pas être
conducteurs et être
durables dans le
temps

FC4 : Permettre tout
de même
l'intervention sur le
système en arrêt



Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité
FP1 : Empêcher le contact de l'utilisateur avec les fils électriques en fonctionnement	Contact physique	-	Aucune
FC1 : Ne pas gêner le fonctionnement de la cellule	Contact physique	-	Aucune
FC2 : Intégration du cache dans le châssis	Contact / Assemblage	-	-
FC3 : Les carters ne doivent pas être conducteurs et être durables dans le temps	Matériau utilisé	-	Aucune
FC4 : Permettre toute intervention en cas de besoin	Contact physique / Désassemblage possible	-	Aucune



PARTIE III : RECHERCHE DE SOLUTION ET CONCEPTION

Nous allons découper cette partie en plusieurs sections : en premier lieu, nous allons présenter à tour de rôle les différentes solutions proposées, ainsi que des différents ressentis dessus. Parmi la liste des solutions, nous allons discuter de ce qui a été adopté tout en expliquant le pourquoi.

Toujours dans une optique d'alléger le rapport, toutes les mises en plan et achats potentiels seront retrouvables en annexe. Nous ne discuterons ici que des solutions en elles-mêmes.

1. Solution HMI Station 2

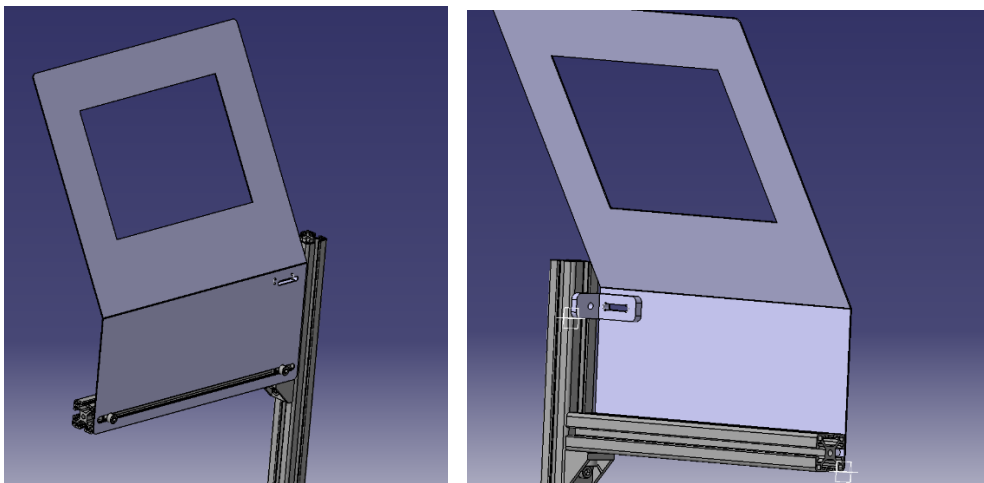
La solution ici n'a rien d'innovant, celle-ci est reprise de ce qui a déjà été fait auparavant dans la salle, avec cependant une amélioration grâce à la présence d'une petite équerre qui peut être imprimée en 3D ou usinée.

Nous avons orienté notre choix vers cette solution car une installation des profilés était déjà présente sur la station. Il serait alors très inutile et contreproductif de tenter un

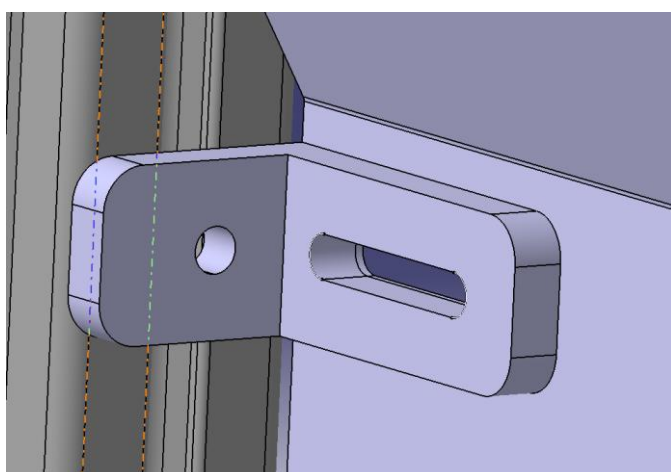
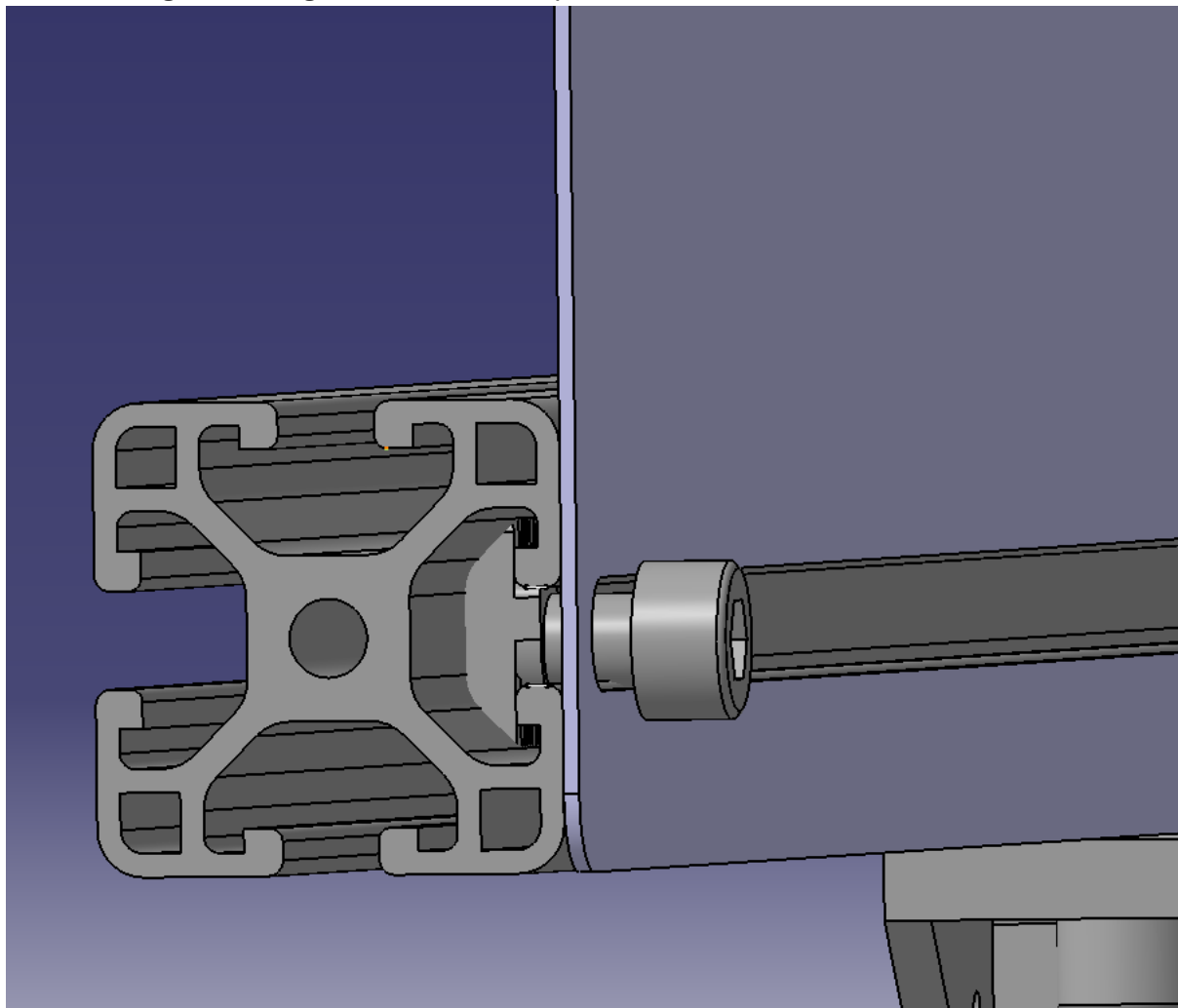
quelconque remplacement. Nous relevons d'autant plus que d'autres composants de la machine sont directement attachés au profilé qui sert de pilier. La preuve ci-dessous :



La solution se présente comme tel, avec un modèle numérique sur CATIA. Sans avoir besoin de pousser les analyses très longtemps, nous pouvons constater sur les modèles présents dans la salle D006 que les solutions en acier et celles en plexi offrent des rigidités complètement différentes. Afin que l'écran ne se débâte pas trop sous les pressions des doigts de l'utilisateur, nous allons ainsi nous diriger vers des tôles d'acier que l'on découpera au laser puis que l'on pliera.



En dehors de la tôle et de la petite équerre, tous les autres composants sont standards et trouvables chez des commerçants comme Norelem. Les profilés peuvent être achetés en grande longueur et être sciés par la suite.

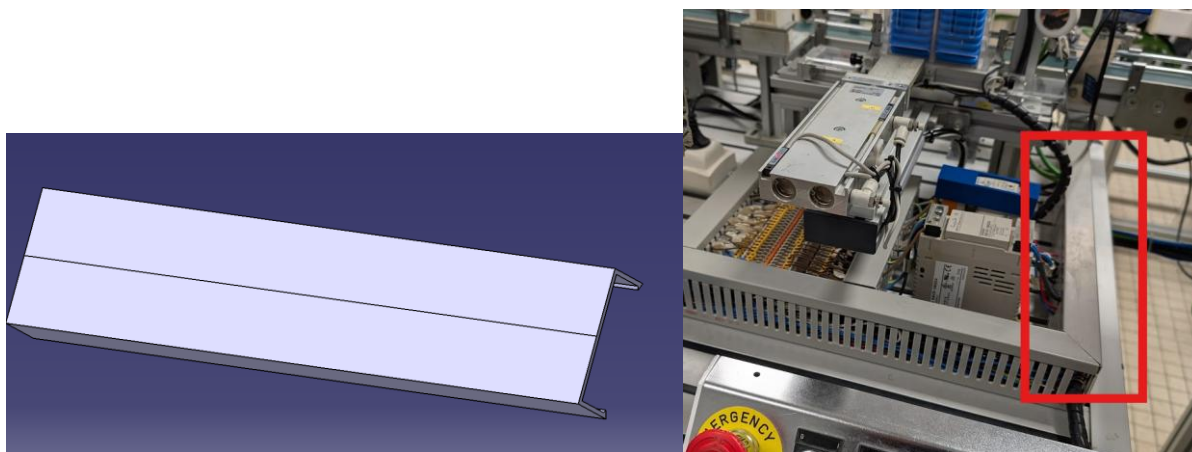


Pour des raisons de lisibilité, la visserie n'est pas représentée pour l'équerre. Elle est la même qu'au-dessus.

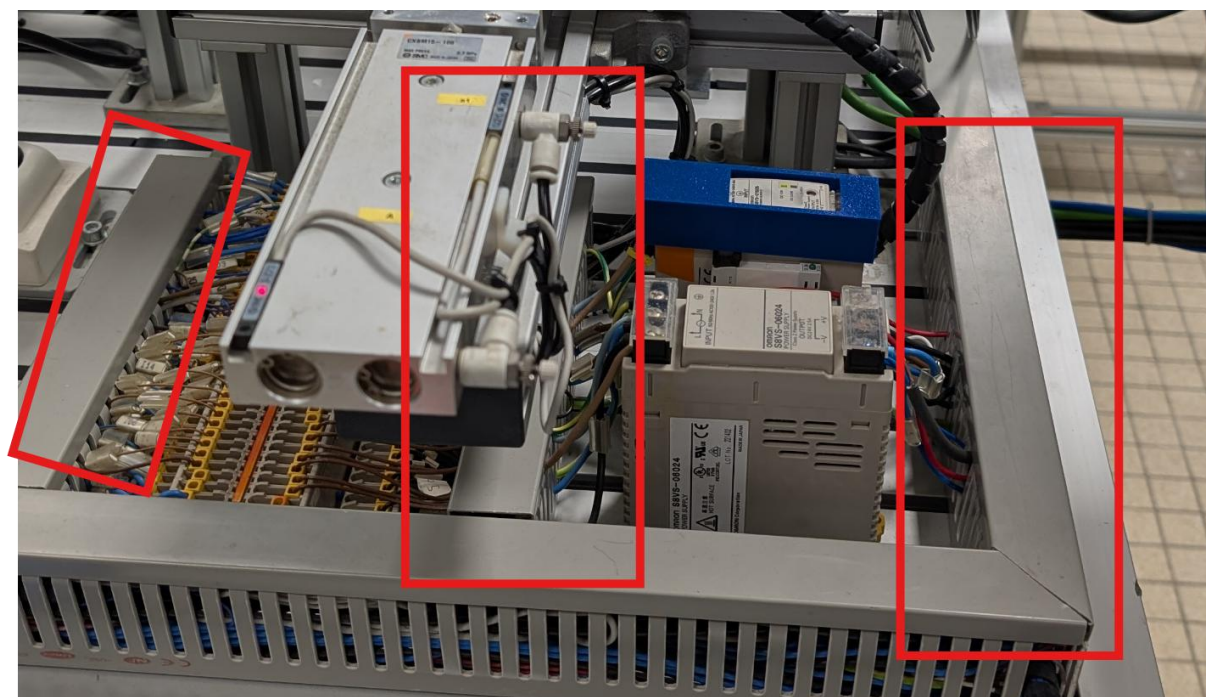
2. Solution des rails

L'objectif avec cette solution est d'utiliser le moins possible de nouvelles pièces, et si possible de n'en avoir qu'une seule. Nous allons tenter d'utiliser l'environnement existant afin de s'en servir comme d'un rail sur lequel nous pourrions soit clipser nos pièces, soit les visser dessus.

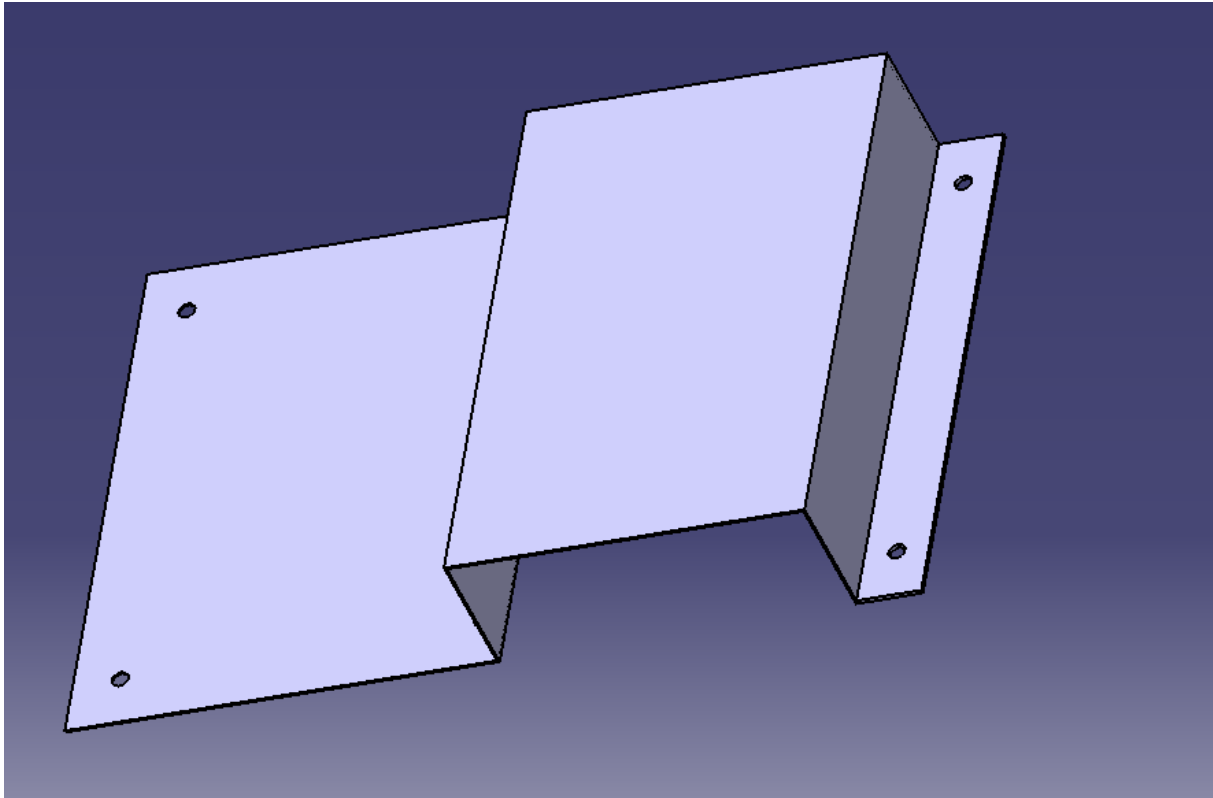
Voici à quoi ressemblerait un rail dans ce cas de figure. Il viendrait se clipser sur un des éléments encadrés en rouge sur la photo ci-dessous.



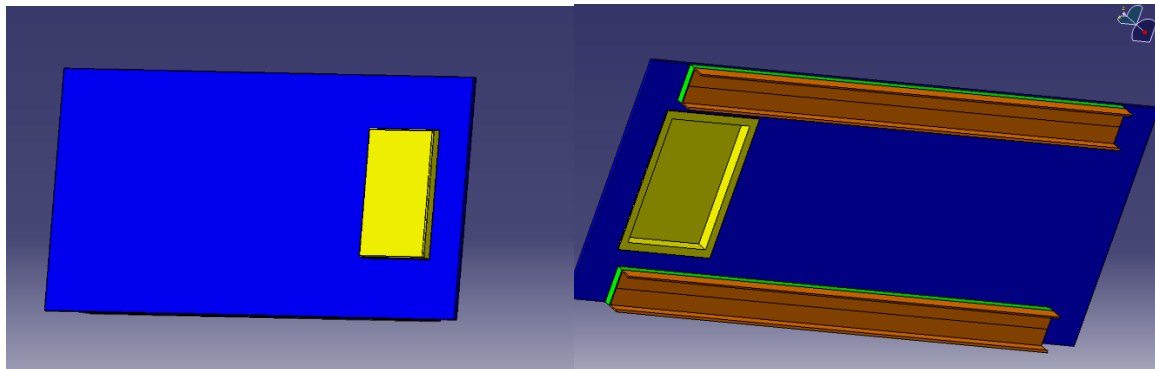
Au-delà de rajouter par clipsage des rails, l'idée était également d'utiliser directement la structure en plastique comme point d'attache pour des caches qui viendraient recouvrir tout l'ensemble de fils électriques et également les transformateurs 220V.



Dans cette configuration, couvrir la station 7 se ferait simplement en glissant la pièce ci-dessous et en vissant sur quatre points.



Sur la station 4, la solution ressemblerait à ceci :



La solution accommoderait le transformateur par une petite découpe dans laquelle il faudrait placer un autre cache plastique imprimé en 3D.

Ce type de solution serait de loin le plus discret et modulaire. Cependant, nous ne retiendrons aucune de ces solutions pour la raison qu'elles ne sont en réalité pas praticables dans notre cas de figure. L'idée est intéressante sur le papier, mais nous sommes confrontés à de potentiels soucis vis-à-vis de la résistance du tout. En effet, il n'est que très peu probable que les structures en plastique présentes puissent accueillir de nouvelles pièces sans au moins se déformer. Ceci est d'autant plus vrai sur la station

4 pour des raisons évidentes.

Nous pourrions bien entendu complètement modifier l'espace de travail afin de rendre cette solution compatible, mais il ne s'agit pas du sujet du devoir. De plus nous perdrons tout l'intérêt du concept s'il fallait tout changer.

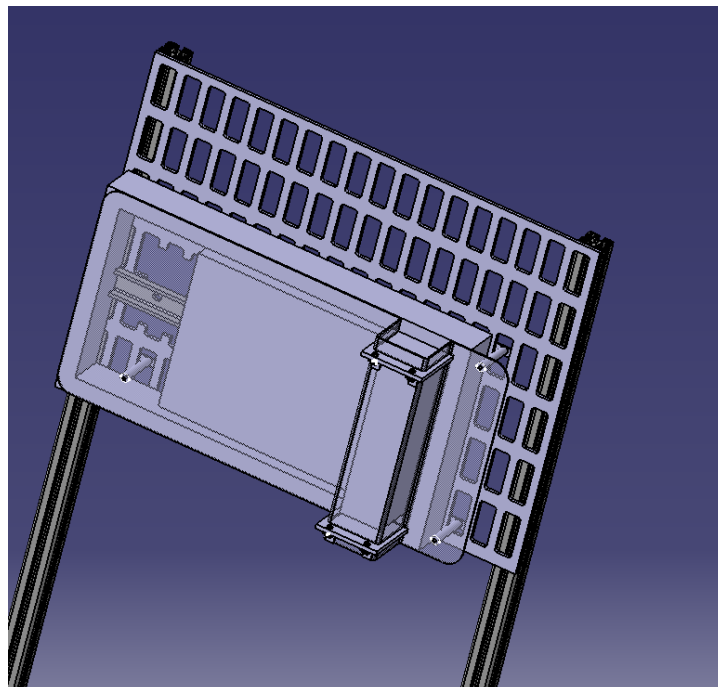
Avantages	Inconvénients
Moins de pièces à implémenter. Peu cher. Simple d'utilisation.	Possibilité que la solution tende à se décoller d'elle-même. Doute quant à la durabilité/résistance.

A noter que la solution adoptée pour la station 7 se rapproche de ce qui a été présenté, nous en parlerons brièvement plus tard.

3. Solution des fixations

Une autre solution à ce problème va consister à plutôt se fixer sur la grille ou les barres latérales au lieu d'utiliser l'environnement existant en tant que rail. La solution reste démontable, mais n'est pas aussi « plug and play » que celle des rails qui ne demande sur le papier aucun outil.

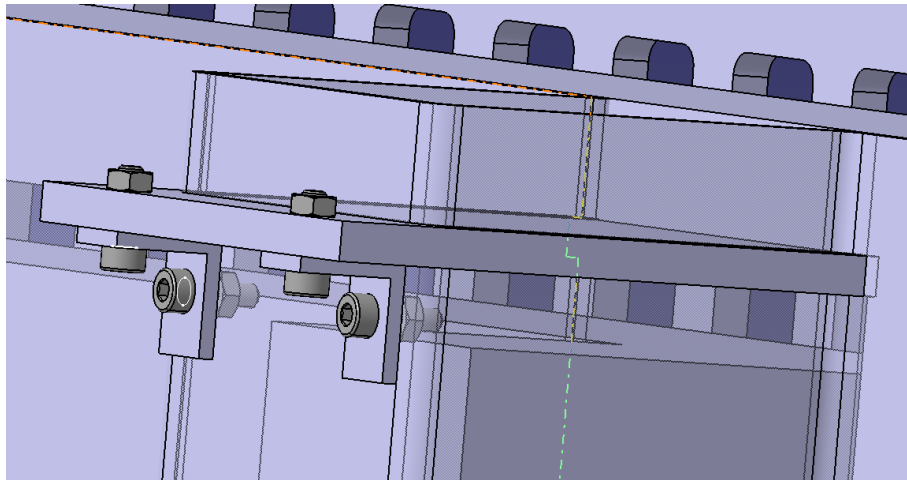
Une version initiale de ce concept ressemblerait à ceci :



Pour des raisons de compréhension, nous avons décidé de modéliser tous les éléments de la station à sécuriser. Les câblages et transformateurs n'ont pas besoin d'être modélisés à l'identique. Ils représentent dans notre cas de figure uniquement un

encombrement général à prendre en considération. Nous pouvons donc modéliser cette partie avec des formes simples.

En bref, cette solution consiste en une plaque couvrant tous les éléments potentiellement dangereux de façon « semi définitive » (dans le sens où il reste toujours possible de dévisser l'ensemble pour la maintenance, mais il n'y a aucun moyen de retirer rapidement la plaque). Des plaques complémentaires viennent couvrir les zones que la plaque initiale ne peut pas couvrir.



La fixation se fait sur la grille par le biais de petites pièces cylindriques qui servent d'entretoises, et de vis+ rondelles/équerres

Avantages	Inconvénients
Solution plus rigide/résistante Pièces simples uniquement « Accidents » impossibles	Solution plus coûteuse que l'autre « Dénature » l'implémentation Demande beaucoup plus de pièces Ne se démonte pas rapidement

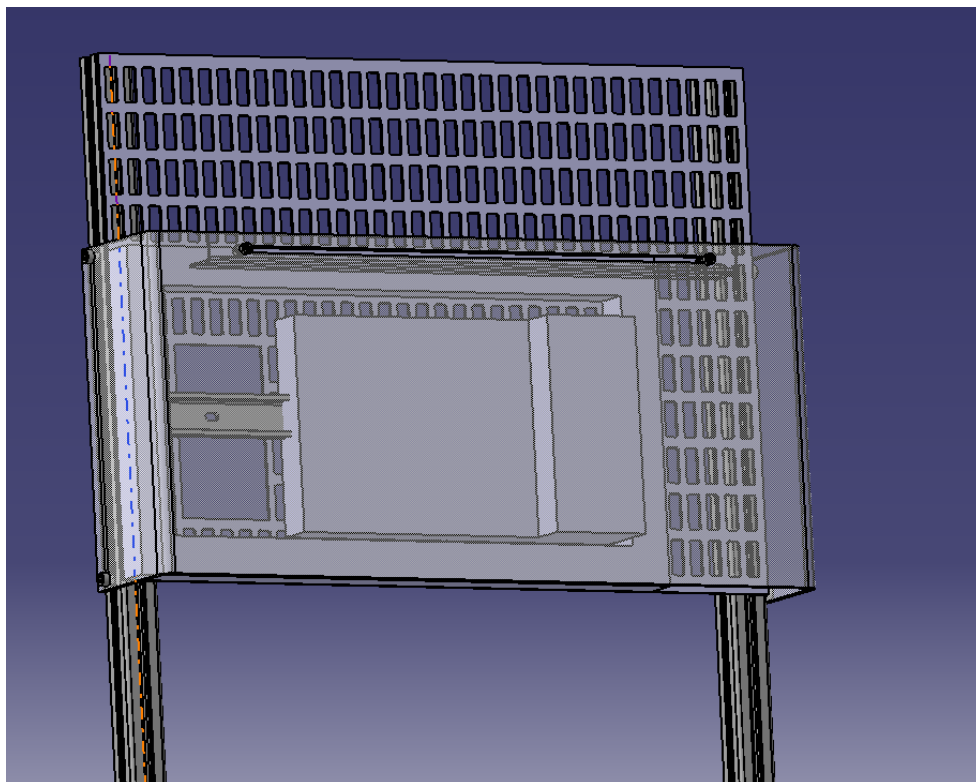
Bien que les désavantages sur le tableau soient plus nombreux, les avantages ici sont beaucoup plus importants. La solution est quant à elle réalisable. Nous allons donc nous diriger vers des solutions qui ressemblent à ceci. Une seconde itération d'optimisation s'impose alors.

Bien que nous ayons listé plus d'inconvénients sur le tableau, il faut non pas se concentrer sur la quantité mais sur leur importance. Ici, aucun inconvénient n'est fatal à notre mission. Cette solution est tout à fait réalisable mais demande tout de même des révisions.

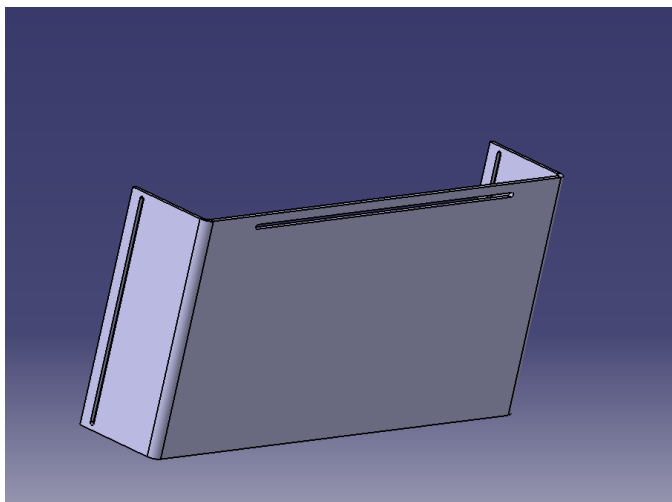
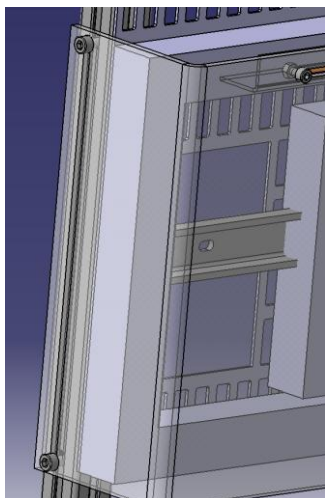
En effet, bien que le système de fixation puisse fonctionner, il reste un peu bancal dans le meilleur des cas. Il est également possible d'optimiser les formes pour les rendre beaucoup plus simple. Ce serait à la fois plus esthétique mais aussi plus simple de réalisation.

4. Optimisation de la solution finale

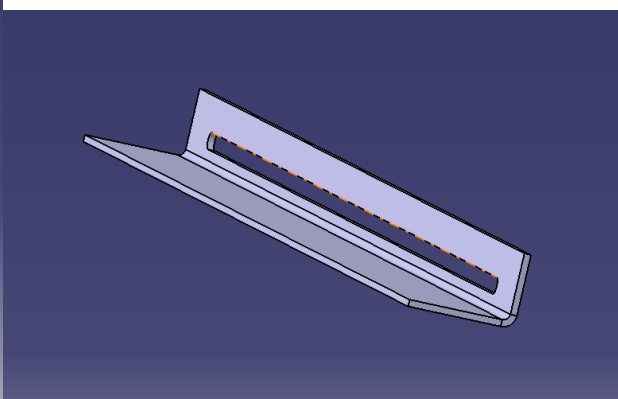
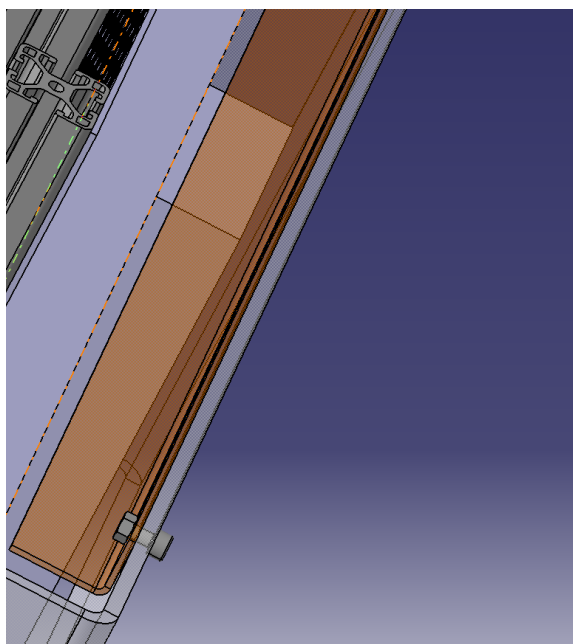
Pour cette seconde itération, il est question d'optimiser et de simplifier la solution ci-dessus. Nous en sommes arrivés à cette conclusion :



Cette fois-ci nous nous attachons directement sur les profilés avec une « vitre » en plexi avec 2 plis à 90°. La pièce ne demande donc que deux étapes en découpe laser et en pliage, elle est donc très simple à réaliser.



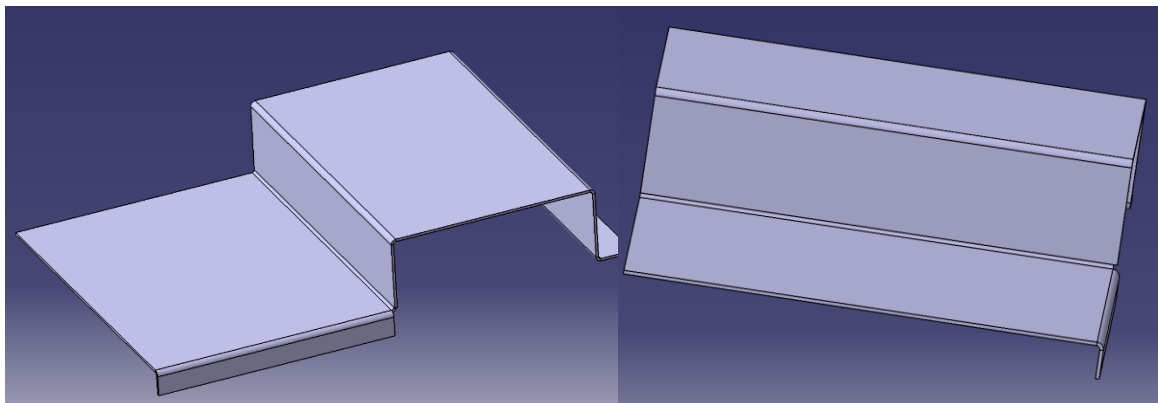
Afin de compléter la couverture sur le dessus, le rajout d'un cache secondaire est possible. Celui-ci viendrait se visser tout simplement à l'aide d'une vis et d'un écrou au cache principal.



Nous allons donc adopter cette solution concernant la station 4. Elle présente tous les avantages de la solution précédente, et en retire même beaucoup d'inconvénients.

Avantages	Inconvénients
Solution rigide/résistante Pièces simples uniquement « Accidents » impossibles Solution moins coûteuse qu'avant	Toujours pas de démontage rapide et sans outil Dénature toujours l'implémentation

Très rapidement, nous allons traiter de ce qui a été décidé pour la station 7. Comme annoncé précédemment, une solution vraiment similaire est adoptée. En réalité, les éléments que nous devons couvrir ne demandent aucune forme de fixation. Nous allons donc juste poser le capot directement sur les éléments à risque. Nous incluons un petit repli sur la pièce afin de pouvoir la mettre en place correctement. Celle-ci ne devrait pas bouger sans contact humain.



Partie IV : Conclusions personnelles

1. Julian Thevenard

J'ai été chargé, tout au long de ce devoir, de concevoir un support HMI adapté à l'environnement préexistant.

Après discussion auprès de mes pairs, il a été décidé de reprendre une solution déjà existante dans l'atelier. Il serait inutile de faire autre chose au vu des circonstances.

Ma première difficulté a été de retrouver les différents points de fixation disponibles sur les différentes stations sans impacter le reste du système.

Pour cette raison, j'ai décidé de me servir des profilés en aluminium déjà présents sur la station de travail.

Nous avons décidé d'utiliser une tôle en acier d'épaisseur 1mm (au maximum). Ce choix assurera la résistance de ce support du HMI tout au long de son utilisation. Nous ferons

usage de découpe laser puis de pliage pour ce faire. Tous les autres composants sont standards et trouvables sur Norelem pour relativement peu cher.

Si je devais recommencer ce travail, je modifierais très probablement la hauteur du support HMI afin que l'opérateur aie une meilleure visibilité.

J'ai appris tout au long de ce projet à manipuler plus efficacement le logiciel CATIA, notamment dans l'atelier Assembly Design.

2. Antony De Brito

Je me suis concentré sur la sécurisation des stations avec mon pair Jules pour ce devoir. Quelques contraintes plus ou moins arbitraires doivent être respectées.

Principalement, il est absolument nécessaire de ne pas gêner l'utilisation des machines d'une quelconque forme.

Nous nous sommes concentrés sur une solution utilisant l'armature déjà présente en tant que « rail ». Cela veut dire que cette solution viendrait se glisser directement pour s'installer discrètement dans son environnement.

Malheureusement, après seconde analyse, cette solution n'est pas viable pour différentes raisons décrites lors du compte rendu.

La principale « difficulté » aura été de trop se focaliser sur cette solution et de ne pas penser à une alternative. Fort heureusement d'autres solutions étaient en développement en parallèle pendant ce temps.

Si je devais recommencer ce travail, je pense qu'il aurait fallu que tout le monde s'inspire collectivement du travail des autres membres de l'équipe, pour arriver à une solution unanimement acceptée par tout le monde.

Jusque-là nous travaillions souvent sur du « 100% théorique », dans le sens où toutes les cotes étaient données sur papier avec un cahier des charges déjà existant. Cette fois-ci, toutes les contraintes proviennent de déductions venant de nos observations. Nous avons donc appris une autre façon de concevoir des produits.

3. Jules Triffault

Nous nous sommes occupés de la sécurisation des accès aux systèmes électriques des tools avec Antony. Pour cela, nous avons d'abord pensé à fixer nos supports sur le matériel préexistant, en s'en servant comme de rails.

Nous avons pensé qu'il s'agissait d'une idée juste, qui sur le papier, propose un encombrement des plus moindres. En pratique, cette solution possède des défauts dont nous avons parlé plus tôt dans le rapport. De ce fait, nous ne pouvons pas adapter cette idée à notre système.

En pensant que nous avons trouvé une solution juste, nous nous sommes entêtés sur l'idée initiale. Nous n'avons donc pas songé à développer une solution alternative avec Antony.

Nous aurions pu palier à ce problème plus rapidement si nous avions mieux communiqué au sein de l'équipe.

Si l'on devait recommencer, nous prendrions plus de temps pour prototyper et réfléchir aux différentes solutions, améliorer la communication entre les différentes personnes impliquées dans le projet, et surtout de réfléchir non pas seuls mais en commun.

Je pense également qu'il n'y avait aucun besoin d'avoir 4 personnes dans le projet, une personne était clairement de trop.

4. Ozan Karakulah

Par un concours de circonstances, j'ai finalement agi comme « manager » de l'équipe. J'ai donc passé la plupart de mon temps à gérer ce que les autres membres de l'équipe ont fait et devaient faire. J'ai également travaillé sur des solutions parallèles qui ont fini par être adoptées.

Etant plutôt de nature solitaire, et n'ayant que très peu la fibre de manager, je n'ai pas su donner une direction claire au tout début du projet. De ce fait, l'équipe a considérablement manqué de cohésion. Chacun faisait donc un peu à sa guise, avec comme seules directives le planning prévisionnel échangé à l'oral seulement. Il m'a fallu, un peu tardivement, remettre de l'ordre dans notre organisation et donner des directives plus claires. Je me suis également imposé un suivi personnel du travail de chaque personne impliquée.

Dans le but de laisser de la flexibilité et de ne pas être trop oppressant, je n'ai pas tenté d'imposer de dates butoirs ni même de calendrier très précis à suivre. Bien entendu ceci s'est relativement vite transformé en procrastination pour tout le monde, moi y compris. Une grossière erreur à ne pas réitérer.

Si je devais recommencer, je m'engagerais personnellement beaucoup plus sur l'organisation et la cohérence d'équipe, dans le but d'avancer le plus efficacement possible. J'ai beaucoup trop sous-estimé l'aspect « communication » du travail d'équipe. Ce devoir aura donc été une bonne leçon.