
Conception et programmation de ligne automatisée

Rapport Stage Assistant Ingénieur

Seconde Année

AB PROCESS, Mai - Août 2021

Hugo PIQUARD
FISE 2022
Spécialité Robotique Autonome
hugo.piquard@ensta-bretagne.org

Superviseur: Luc JAULIN
Tuteur: Frédéric GICQUEL



**ENSTA
BRETAGNE**



*Ne pas divulguer - Certains documents sont de la propriété de AB Process
Ingenierie*

Résumé

Ce rapport présente le stage effectué de mai à août 2021 dans l'entreprise AB Process à Landivisiau, France. Entreprise spécialisée dans l'intégration de chaîne de convoyage en France et à l'étranger.

Les thèmes du stage étaient la conception et l'intégration d'une ligne de convoyage de palette dans une chaîne de production et la mise en place d'un système de marquage laser sur une chaîne de convoyage existante.

Parmi les différentes missions réalisées sur le convoyage de palette, les plus importantes furent la programmation de l'automate maître de l'installation comprenant la réception de la palette, son banderolage, son étiquetage et son envoi vers une zone de transit. De plus, la programmation de ses éléments de sécurité, de l'interface et le test de la chaîne furent également effectués lors de ce stage.

Concernant l'intégration du système laser, l'enjeu était de mettre en place un marquage laser communiquant avec un automate et une base de données. Pour cela, la mission principale fut la programmation de l'automate et l'appréhension du marqueur laser.

Abstract

This report presents the internship carried out from May to August 2021 in the company AB Process in Landivisiau, France. The company is specialised in the integration of conveyor chains in France and abroad.

The topics of the internship are the design and integration of a pallet conveyor chain in a production line and the installation of a laser marking system on an existing conveyor chain.

Among the different tasks performed on the design of a pallet conveyor line, the most important ones were the programming of the master controller of the installation including the reception of the pallet, its banding, labelling and sending it to a transit area.

In addition, the programming of its safety elements, its interfaces and the overall testing of the chain were also carried out during this course.

With regard to the integration of the laser system, the challenge was to implement a laser marking system that communicates with a PLC and a database. The main task was to program the PLC and to become familiar with the laser marker.

Remerciements

Je tiens à remercier l'entreprise AB Process pour m'avoir accueilli durant ces quatre mois de stage et plus particulièrement mon tuteur de stage Frédéric Jicquel. Mais également Thomas Guyomard et Dominique Helary avec qui j'ai travaillé et dont l'aide me fut très précieuse pour appréhender le métier d'automaticien.

Sommaire

Résumé	2
Abstract	2
Remerciements	3
I. Contexte	5
I.1. Présentation de l'entreprise	5
I.2. L'organisation de l'entreprise	6
I.3. Conception d'une ligne chez AB Process	6
II- Problématisation du stage	7
III. Description des activités et résultats du stage	9
III.1. Description d'un automate programmable	9
III.2. Programmation d'automate sur une chaîne de convoyage de palette	10
III.2.a. Contexte	10
III.2.b. Banderoleuse	11
III.2.c. Interface homme-machine	13
III.2.d. Communication entre les automates	15
III.2.e. Configuration des variateurs	17
III.2.f. Tests et résultats	17
III.3. Intégration d'un marqueur laser	19
III.3.a. Architecture de l'intégration laser	19
III.3.a. Configuration du laser et communication avec l'automate	20
III.3.b. Programmation de l'automate	21
III.3.b. Configuration du lecteur code barre et de la communication avec la base de donnée client	23
III.4. Programmation automate sécurité	23
III.4.a. Exemple d'une partie de projet: encaisseuse	23
III.4.b. Exemple de texte de programme de sécurité: la navette	25
IV. Conclusion	27
V. Glossaire	28
VI. Annexes	29

I. Contexte

I.1. Présentation de l'entreprise

AB Process est une entreprise de conception de chaîne de convoyage et de production. Les cinquante employés participent à la conception, l'installation et la maintenance de ces chaînes dans le secteur de l'agroalimentaire et de la cosmétique en France et à l'étranger. Chaque étape est maîtrisée par l'entreprise. De ce fait, l'entreprise possède un nombre important de corps de métiers différents: de automatique à électricien en passant par mécanicien ou soudeur.

Fondée en 2008 et située à Landivisiau en Bretagne, elle connaît aujourd'hui un essor important accentué par l'arrivée d'un partenaire financier en 2020.

AB PROCESS travaille aujourd'hui avec de nombreuses entreprises et groupes français et récemment avec des partenaires étrangers.

Le savoir-faire de l'entreprise est varié afin de répondre aux exigences des clients: packaging, palettisation, dépalettisation, encaissage, préhenseur, empilage, intégration de machine sur mesure. L'expansion de l'entreprise est liée à la complexité et la taille des projets, de plus en plus importants, allant du simple convoyage à la chaîne complète de logistique et de production.

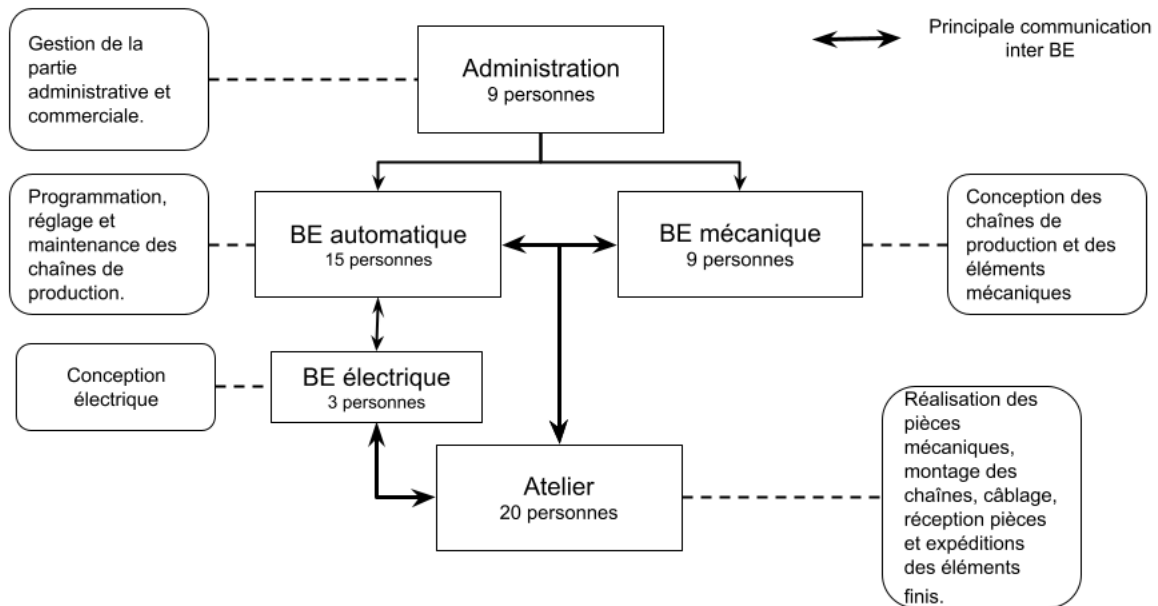


I.1.2 Savoir faire de l'entreprise

I.2. L'organisation de l'entreprise

Afin de réaliser toutes les tâches associées à ces installations, l'entreprise est séparée en plusieurs parties (BE): le BE mécanique, le BE automatique, le BE électrique, les ateliers de productions, de tests et l'administration. Un BE maintenance est en cours de création afin d'alléger le travail des automaticiens.

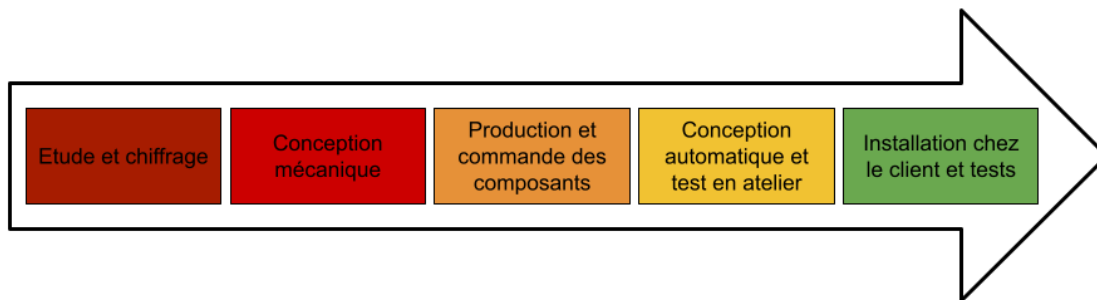
Chaque domaine est représenté et dirigé par un responsable.



I.2.1 Schéma d'organisation de l'entreprise

I.3. Conception d'une ligne chez AB Process

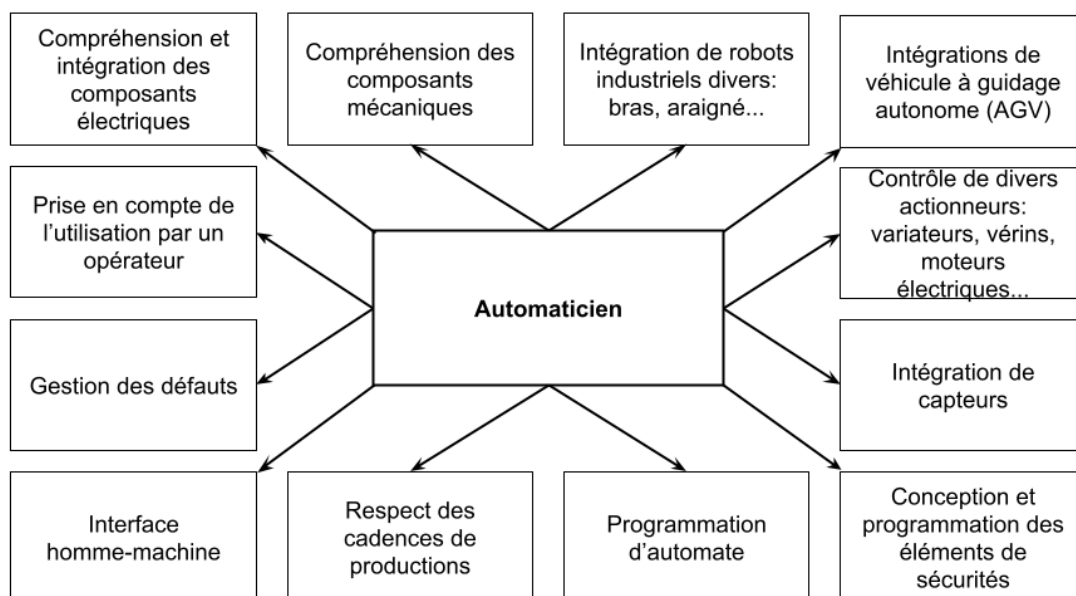
La conception et l'installation d'une chaîne suit le processus suivant: une étude et chiffrage du projet par l'administration et les trois autres BE puis la conception mécanique et structurelle de la chaîne par le BE mécanique. Une fois cette étape réalisée, la production et la commande des composants sont lancées. En parallèle, le BE automatique commence la programmation des automates. Une fois toutes les pièces achevées, la ligne est généralement montée et câblée dans l'atelier. Le BE automatique est alors chargé de tester l'installation avec l'aide du BE mécanique si des pièces doivent être modifiées. Une fois la ligne opérationnelle et le cahier des charges respecté (cadence, fonctionnement ...), la ligne est démontée et installée chez le client puis testée une seconde fois. Enfin, le bureau automatique procède à une surveillance en fonctionnement pour trouver d'éventuelles erreurs.



1.3.1 Schéma processus de conception d'une chaîne de production

II- Problématisation du stage

L'automatique existe maintenant depuis plusieurs années. Mais c'est un secteur qui est en pleine expansion. Les systèmes d'aujourd'hui mis en place sont de plus en plus complexes afin de remplacer et de faciliter davantage le travail de l'Homme. Mais cette complexité demande à l'automaticien davantage de connaissances et de maîtrise de son environnement. C'est pourquoi le métier d'automaticien est en train d'évoluer. Il y a quelques années, l'automatique était accessible à des techniciens supérieurs. Aujourd'hui le métier tend vers de l'ingénierie. L'intégration de robot, des différents actionneurs ou encore l'interface homme-machine doivent être mis en place par l'automaticien. De plus, l'automaticien doit avoir également des connaissances techniques car c'est à lui de tester l'intégralité de la chaîne, de la partie électrique à mécanique.



II.1 Schéma des tâches d'un automaticien

La problématique générale de ce stage est comment intégrer et concevoir une chaîne de convoyage dans une chaîne de production existante?

Pour ce faire, j'ai été amené à participer à la conception et modification d'une chaîne de convoyage tout en appréhendant les outils nécessaires. L'objectif du stage était de suivre et intervenir dans chaque étape afin d'avoir une vue globale du processus de conception.

L'enjeu principal était la découverte d'un secteur innovant en lien avec la robotique. Mais également, de changer d'échelle: ayant principalement vu la partie conception de robot en seconde année, un des enjeux de ce stage était de voir leur intégration dans une chaîne et comment ils communiquent avec des éléments extérieurs. Enfin, ayant beaucoup d'interventions sur le terrain, un autre enjeu fut d'acquérir des connaissances techniques et pratiques comme le branchement et l'asservissement de moteur.

Pour l'entreprise, l'objectif était que j'appréhende et maîtrise rapidement les outils et connaissances associés au métier afin que je puisse intervenir sur la conception d'une ligne de convoyage.

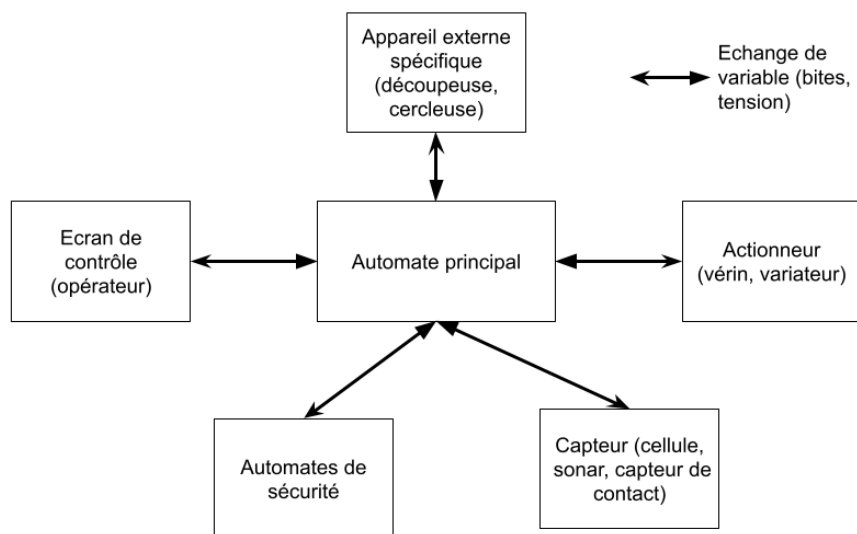
III. Description des activités et résultats du stage

III.1. Description d'un automate programmable

Au cours de ce stage j'ai été amené à manipuler des automates programmables. Un automate programmable industriel est un dispositif électrique qui pilote tous les éléments mécaniques et électriques d'une chaîne automatisée. Il possède des entrées et des sorties. Chaque automate possède un temps de cycle, c'est-à-dire le temps entre chaque itération, traitement et calculs. Par exemple, pour l'automate Siemens S7-1200 utilisé lors du stage, le temps de cycle minimum est de 1 ms.

La partie principale du métier d'automaticien/ingénieur automaticien est la programmation d'automate de la chaîne dans son ensemble. Au cours de mon stage j'ai réalisé la programmation de certaines parties de ces chaînes. Ces automates sont programmables par le biais d'interfaces et de logiciels. Il est ainsi possible de programmer en structuré (langage proche du c) ou en Lader/Graph7 (interface proche des machines à états).

L'automate principal maîtrise toutes les variables d'environnements et tous les systèmes présents sur la chaîne. Il permet la communication entre tous les acteurs.



III.1.1 Schéma des acteurs communicants avec l'automate principal

En amont, avant de programmer, il faut prendre en compte les points suivants:

- Comprendre le fonctionnement de la chaîne et de tous les éléments mécaniques et électriques.
- Mettre en place la communication entre l'automate, les automates de sécurité et l'écran d'utilisation (pour l'opérateur). Pour ce fait, créer des variables associés qui vont être transférés entre chaque élément communiquant.
- Déterminer tous les scénarios possibles pour chaque objet (carton, palette, caisse,...) convoyé: une coupure d'énergie au moment d'un transfert de carton entre deux convoyeurs ou lors d'actionnement de vérin pour créer une palette, un carton qui se

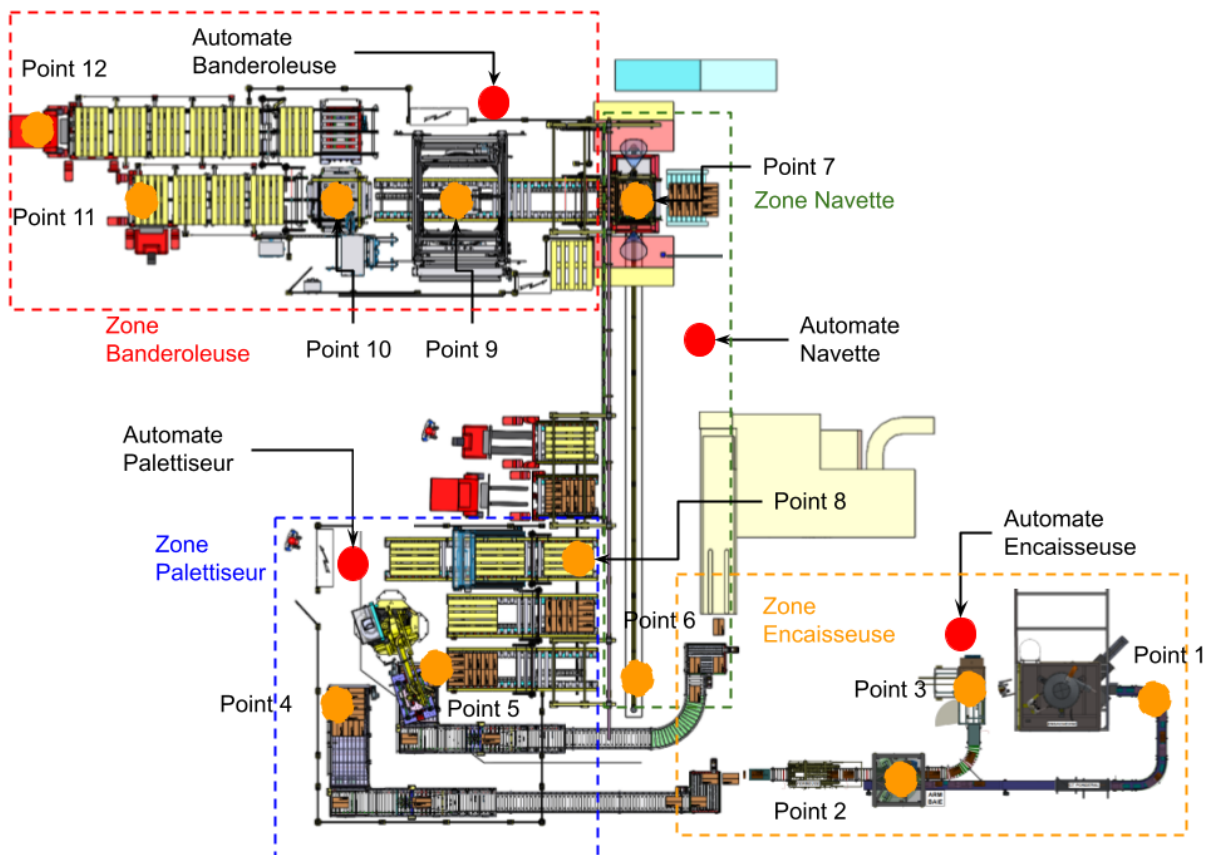
bloque entre deux préhenseur, une mauvaise utilisation de la ligne par un opérateur...

- Définir les différents GRAPH7 (Graphique fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions) associés à chaque composant.

III.2. Programmation d'automate sur une chaîne de convoyage de palette

III.2.a. Contexte

Le projet est la palettisation et le convoyage de sacs et cartons de croquettes. Les sacs de croquettes sont acheminés à l'entrée de la zone encaisseuse (Point 1) puis mis en carton par un robot préhenseur (Point 2). Les cartons sont préalablement formés par la formeuse (Point 3). Les cartons sont acheminés jusqu'au robot (Point 4) par un convoyeur. Ils sont ensuite rangés sur une palette (Point 5). La navette récupère la palette (Point 6) et l'achemine à l'entrée de la zone banderoleuse (Point 7). En repartant, la navette prend une palette vide (Point 8) pour la transférer au robot (Point 5). La palette pleine dans la zone banderoleuse est ensuite enroulée de plastique (Point 9) puis étiquetée (Point 10) et enfin soit transférée à droite (Point 11) ou à gauche (Point 12). Un opérateur récupère les palettes ainsi acheminées.



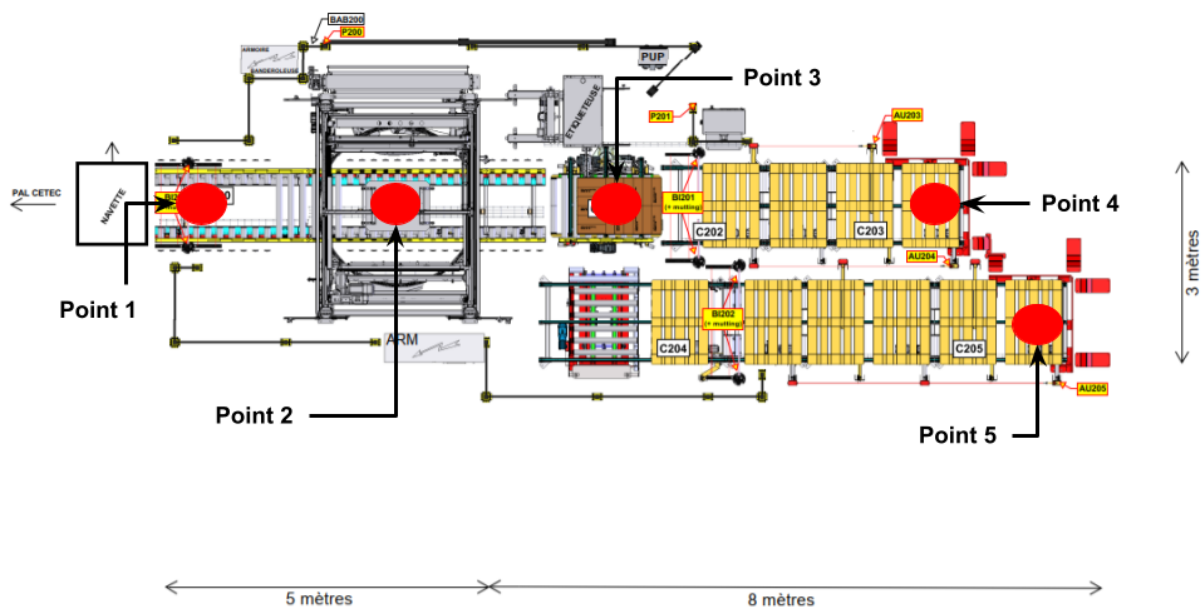
3.2.a.1 Schéma de l'implantation du projet

Chaque zone possède sa propre armoire électrique et son propre automate général et de sécurité. Sur ce projet, j'ai réalisé la programmation de la partie banderoleuse ainsi que les échanges entre les différents automates. J'ai également testé le câblage, les modes manuels et configuré les variateurs de toutes les zones. J'ai également configuré une partie de l'interface homme machine (IHM).

III.2.b. Banderoleuse

Le projet utilisant des automates Schneider, j'ai utilisé le logiciel UNITY PRO, spécifique à ces derniers. J'ai reçu le plan électrique de l'installation où sont détaillées les entrées et sorties de chaque composant (voir exemple Figure 3.3.b.4) et le dessin d'implantation Figure 3.2.a.1.

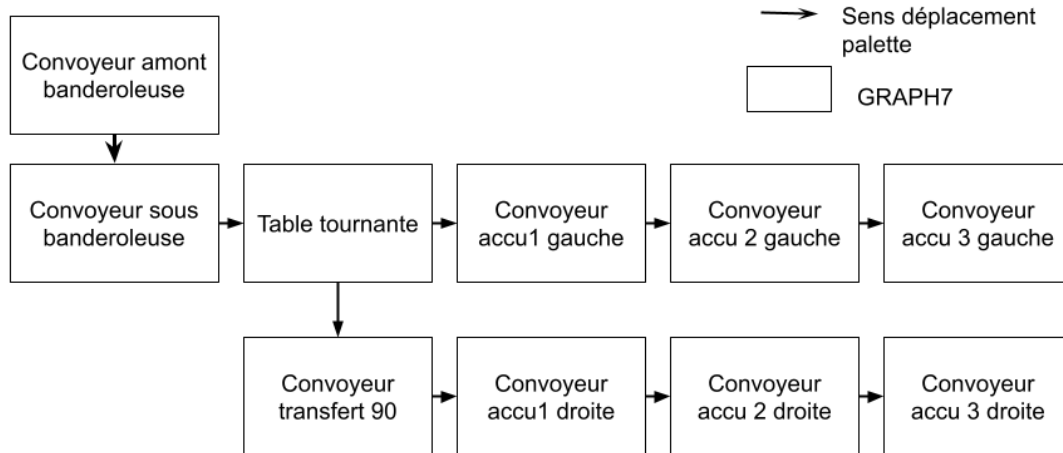
Le fonctionnement est le suivant: une palette entre par le convoyeur amont banderoleuse Point 1. Elle est acheminée jusqu'à la banderoleuse où elle est emballée. Ensuite, selon son code barre lu en entrée de la banderoleuse, elle est étiquetée (Point 3) puis transférée en face jusqu'au convoyeur accu 3 gauche (point 4) ou transférée à droite jusqu'au convoyeur accu 3 droite (Point 5). Un opérateur vient enfin récupérer à ces endroits (Point 4 et 5). La détection des palettes se fait par des cellules photoréceptrices ou des cellules à contact. Elles sont placées au point stratégiques soit en entrée et sortie de chaque convoyeur et des de la banderoleuse et étiqueteuse. Le transfert des palettes sur les convoyeurs se fait par des rouleaux jusqu'à l'étiqueteuse (Point 3) puis par des chaînes. Le transfert d'une palette à droite (Point 3) se fait par une table tournante. L'étiqueteuse et la banderoleuse sont installées et pilotées par le client. Seules des entrées standards sont pilotées par l'automate comme la sélection de programme d'emballage ou la mise en route de la machine.



3.2.b.2 Dessin d'implantation banderoleuse

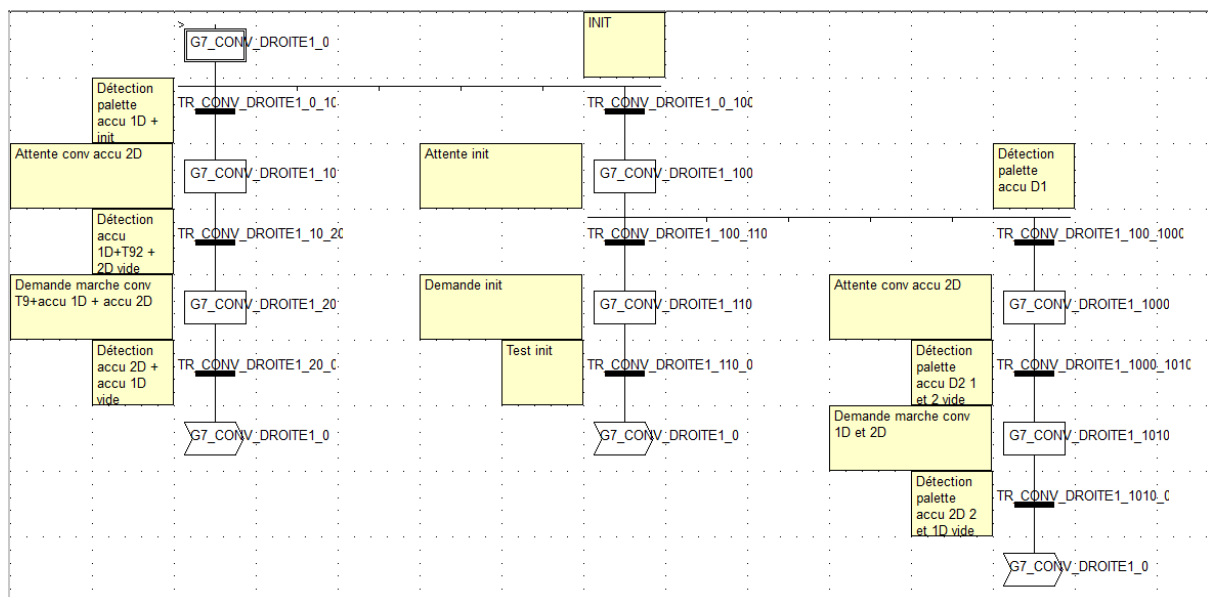
La première étape dans la programmation d'automate consiste à renseigner la configuration matériel (port de sortie, types de sortie, configuration ethernet) puis rassembler et entrer toutes les variables (entrées et sorties) dans l'automate. Ensuite il faut utiliser ces variables

pour construire les différents GRAPH7. Chaque GRAPH7 correspond à un élément. Pour ce projet, j'ai réalisés les GRAPH7 suivants:



3.2.b.3 GRAPH7 réalisés pour la banderoleuse

Chaque GRAPH7 possède un état initial, des états intermédiaires et des liaisons. Les liaisons permettent de passer d'un état à un autre. Chaque état correspond à une action, plus souvent utiliser un actionneur. Chaque liaison interroge une ou plusieurs variables, le plus souvent des capteurs. Dès qu'une trame se termine, le GRAPH7 recommence à l'état initial.

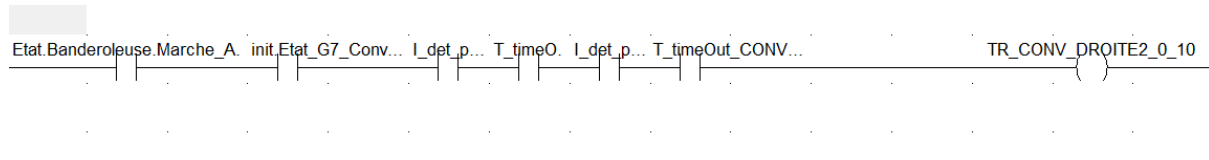


3.3.a.4 GRAPH7 du convoyeur accu 2 droite

Pour la banderole, des cellules détectent la présence de palettes. Ces informations permettent le changement d'état. Par exemple, à fin de passer de l'état G7_CONV_DROITE_0 à G7_CONV_DROITE_10 il faut que la banderoleuse soit en mode

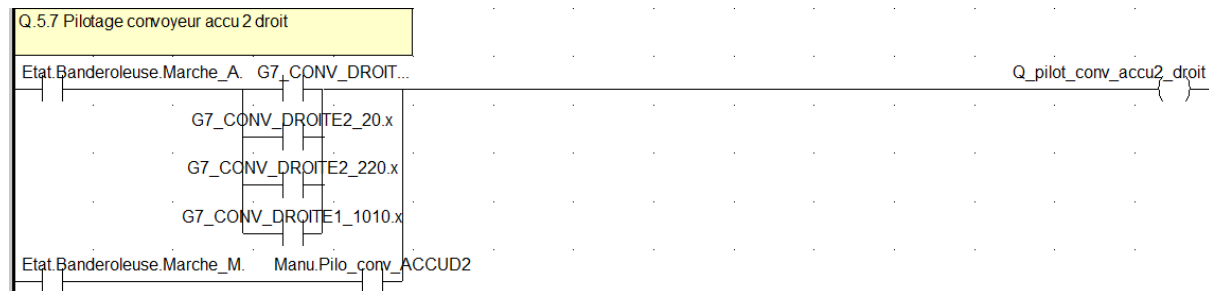
marche automatique, que le GRAPH7 soit initialisé, qu'il y ai deux palettes détectées sur le convoyeur. Si ces conditions sont vraies, la variable TR_CONV_DROITE2_0_10 est mise à 1 et l'état du GRAPH7 passe à G7_CONV_DROITE_10.

Chaque capteur envoie un signal électrique (tout ou rien) si un élément est détecté. A ce signal, j'ai ajouté une temporisation pour prévenir la présence de parasites.



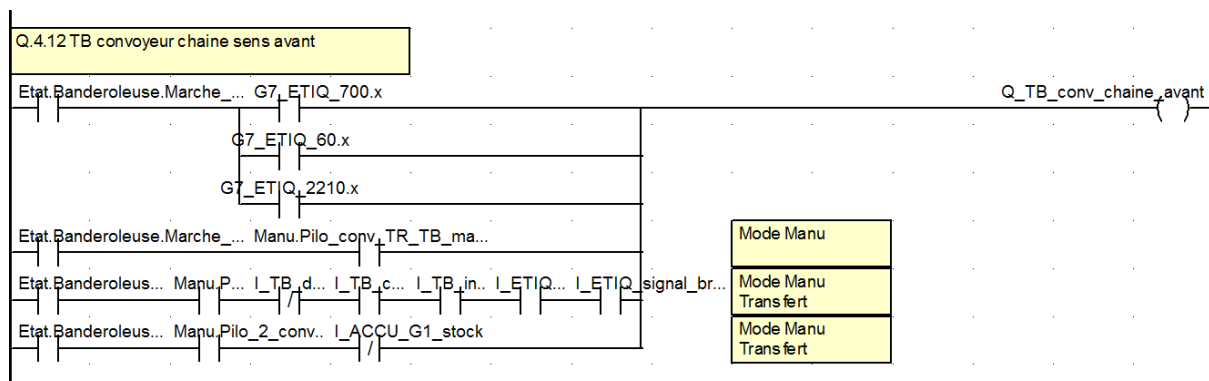
3.2.b.5 Transition état 0 à 10 GRAPH7 convoyeur accu 2 droite

Le pilotage des actionneurs se fait par la mise à 0 ou 1 des sorties de l'automate lorsqu'un état est atteint. Dans l'exemple ci-dessous un des moyens de mettre en marche le convoyeur banderoleuse est: d'être dans l'état 20 du GRAPH7 convoyeur accu 2 droite et d'être en marche automatique. Ces conditions remplies, la sortie correspondante sera mise à 1. Cette information sera envoyée au variateur qui va piloter le moteur du convoyeur.



3.2.b.6 Extrait GRAPH7 pilotage convoyeur accu 2 droite

A la programmation générale, il faut ajouter toutes les autres utilisations possibles. Le mode manuel permet d'actionner indépendamment les sorties de l'automate et donc les actionneurs. Il faut donc ajouter cette utilisation à chaque sortie de l'automate. Dans la figure 3.2.b.7, si l'opérateur sélection le mode Manu ou Manu transfère, et qu'il actionne le bouton relié à Manu.Pilo_conv_TR_TB_manuel, il pourra mettre en marche le convoyeur chaîne de la table tournante.



3.2.b.7 Extrait GRAPH7 pilotage convoyeur chaîne table de transfert

III.2.c. Interface homme-machine

L'Interface homme-machine est un écran tactile présent sur l'armoire électrique de la banderoleuse. L'écran est relié en ethernet à l'automate. Les données à transférer à l'automate sont: le mode marche actuel, les défauts potentiels de l'installation, les étapes du GRAPH7 actuels, le suivi de palette (informations sur la provenance de la palette), l'état des différents capteurs et sorties. L'IHM renvoie les différents ordres de l'opérateur.

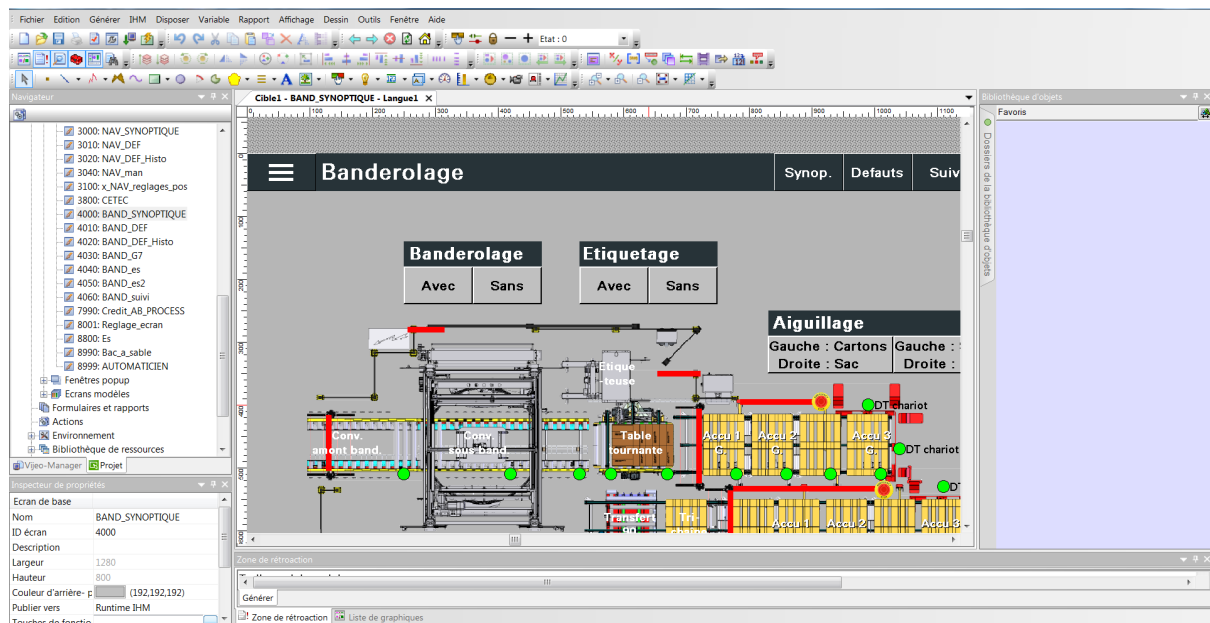
Pour ce faire, une structure contenant ces informations est échangée entre les différents acteurs.

```
ELSIF G7_CONV_DROITE3_210.X THEN G7_CONV_ACCU_DROITE3_SUP := 210;
ELSIF G7_CONV_DROITE3_310.X THEN G7_CONV_ACCU_DROITE3_SUP := 310;
ELSIF G7_CONV_DROITE3_410.X THEN G7_CONV_ACCU_DROITE3_SUP := 410;
END_IF ;

(* ----- IHM états et infos zone banderoleuse ----- *)
(* Etat *)
IF Etat.Info_Secu.Secu_banderoleuse THEN
    IHM_etat_zone_banderoleuse:= 3;
ELSIF Default.Default1 >0 AND Default.Default2 >0 AND Default.Default3 >0 AND Default.Default4>0 THEN
    IHM_etat_zone_banderoleuse:= 2;
ELSIF Etat.Banderoleuse.Demarrage_auto = 1 THEN
    IHM_etat_zone_banderoleuse:= 1;
ELSE
    IHM_etat_zone_banderoleuse := 0;
END_IF ;
(* Infos *)
(* Defaults VAR *)
IF Default.Default_VAR_200 OR Default.Default_VAR_201 OR Default.Default_VAR_202 OR
    Default.Default_VAR_203 OR Default.Default_VAR_204 OR Default.Default_VAR_205 OR
    Default.Default_VAR_206 OR Default.Default_VAR_207 OR Default.Default_VAR_208 OR
    Default.Default_VAR_209 OR Default.Default_VAR_210 OR Default.Default_VAR_211 OR
    Default.Default_VAR_212 THEN
    IHM_info_banderoleuse := 1;
(* Defaults Barrieres *)
ELSIF Default.Default_Barriere_BI200_entree_palet OR Default.Default_Barriere_BI201_sortie_TB OR
    Default.Default_Barriere_BI202_sortie_T9 THEN
    IHM_info_banderoleuse := 2;
(* Defaults AU *)
ELSIF Default.Default_AU_perim_BAND OR Default.Default_AU_facade_armoire OR
    Default.Default_AU_pupitre OR Default.Default_AU_BAB200 OR Default.Default_AU_cable1_cote_TB OR
    Default.Default_AU_cable2_cote_TB OR Default.Default_AU_cable_cote_T9 OR
    Default.Default_AU_facade_armoire_BAND THEN
```

3.2.c.1 Extrait du code de supervision et transfère de données

La programmation de l'écran se fait par le logiciel Vijeo Designer, distribué par Schneider Electric. Son utilisation est simple, chaque bouton est associé à une variable transmise de l'automate. Cette variable modifie l'état de bouton. De plus, l'opérateur envoie des modifications à l'automate comme ici l'utilisation de l'étiqueteuse, qui va forcer l'étape correspondante dans le GRAPH7.



3.2.c.2 Capture d'écran du logiciel Vjeo Designer pour la configuration de l'IHM

III.2.d. Communication entre les automates

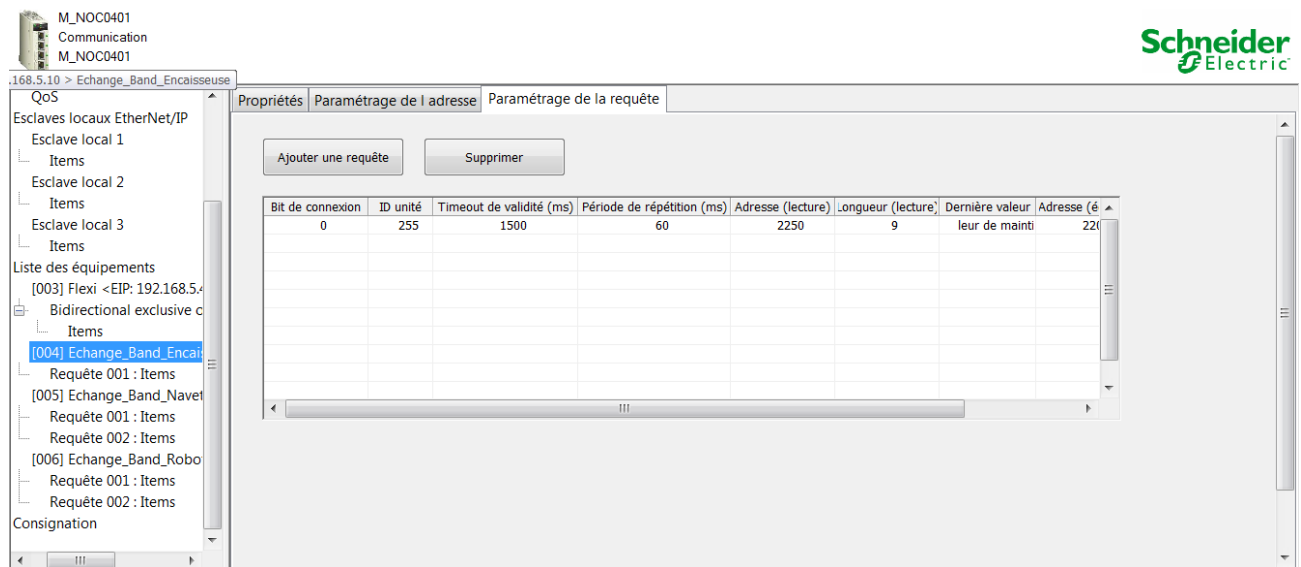
Dans un installation de ce type, il est indispensable de communiquer entre les automates afin notamment de permettre le suivi de la palette (carton ou sac, palette gerbée ou non, complète ou incomplète). En fonction de ces données, l'aiguillage de la palette est différent. Ma première idée fut de faire un automate central qui récupère toutes les données et les envoie aux intéressés.

Tous les automates communiquent avec l'automate de la banderoleuse. C'est donc ce dernier qui transmet les informations aux uns et aux autres. Les informations sont de l'ordre de la transmission d'une palette entre zones ou du déplacement de la navette.

Echange_Band_Encaisseuse	<Struct>
Encaisseuse_Vers_Robot	Encasseus...
Rob_Vers_Encaisseuse	Robot_Ver...
Echange_Band_Navette	<Struct>
Band_Vers_Nav	Banderoleu...
Nav_Vers_Band	Navette_V...
Nav_Vers_Robot	Navette_V...
Robot_Vers_Navette	Robot_Ver...
Echange_Band_Robot	<Struct>
Navette_Vers_Robot	Navette_V...
Robot_Vers_Navette	Robot_Ver...
Encaisseuse_Vers_Robot	Encasseus...
Robot_Vers_Encaisseuse	Robot_Ver...
Encaisseuse_Vers_Robot	<Struct>
INT_1	INT
INT_1_b0	BOOL
INT_1_b1	BOOL

3.2.d.1 Variables et structures échangées entre les automates

J'ai donc mis en place une communication pour transmettre ces informations. Le plus simple était de configurer une communication ModBus. Ce dernier est un protocole de communication libre de droit utilisé ici par ethernet.



3.2.d.2 Descriptif communication ModBus

Les données transmises sont stockées dans des structures (voir figure 3.2.d.1). L'adresse de cette structure est renseignée dans le canal de communication Modbus ainsi que sa taille.

```
(* Détection palette amont Banderoleuse *)
IF I_AMONT_BAND_detec THEN
    Echange_Band_Navette.Band_Vers_Nav.Palette_Recu := TRUE;
ELSE
    Echange_Band_Navette.Band_Vers_Nav.Palette_Recu := FALSE;
END_IF;

(* Modbus sorties*)
Echange_Band_Navette_OUT.Q0 := Echange_Band_Navette.Band_Vers_Nav.INT_1;

(* ----- Echange Navette vers Banderoleuse pour Robot PAL ----- *)
(* Modbus entrées*)
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Ligne_1 := Echange_Band_Navette_IN.I_ROB0;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Ligne_2 := Echange_Band_Navette_IN.I_ROB1;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Ligne_3 := Echange_Band_Navette_IN.I_ROB2;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Reintro := Echange_Band_Navette_IN.I_ROB3;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Depose_Palette_Vide := Echange_Band_Navette_IN.I_ROB4;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Pile_Palette_Vide := Echange_Band_Navette_IN.I_ROB5;
(* Echanges *)
Echange_Band_Robot.Navette_Vers_Robot := Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot;
(* Modbus sorties*)
Echange_Band_Robot_OUT.Q_NAVETTE0 := Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Ligne_1;
Echange_Band_Robot_OUT.Q_NAVETTE1 := Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Ligne_2;
Echange_Band_Robot_OUT.Q_NAVETTE2 := Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Ligne_3;
Echange_Band_Robot_OUT.Q_NAVETTE3 := Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Reintro;
Echange_Band_Robot_OUT.Q_NAVETTE4 := Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Depose_Palette_Vide;
Echange_Band_Robot_OUT.Q_NAVETTE5 := Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Robot.Pile_Palette_Vide;
```

3.2.d.3 Extrait code communication Modbus

Cette idée fut rejetée de par la complexité des échanges et les problèmes de débogages lors de la phase de test en atelier. Une idée plus simple est que chaque automate communique avec les autres automates indépendamment. Pour ce faire, j'ai utilisé le même protocole Modbus pour la communication. De plus, j'ai ajouté un 'bit de vie' afin de vérifier que les données reçues sont bien conformes et qu'il n'y a pas de problème entre les données échangées.

```

(* ----- Echange Banderoleuse vers Navette ----- *)
(* Bit de Vie *)
Echange_Band_Navette.Band_Vers_Nav.Bit_De_Vie := %S6;
(* ----- Echange Navette vers Banderoleuse ----- *)
(* Variables*)
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.Suivi_Palette_Navette.INT_1 := Depuis_NAVETTE_IN.I_0;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.Suivi_Palette_Navette.Provenance_de_la_ligne := Depuis_NAVETTE_IN.I_1;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.Suivi_Palette_Navette.Mode_Filage := Depuis_NAVETTE_IN.I_2;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.Suivi_Palette_Navette.INT_Dispo_1 := Depuis_NAVETTE_IN.I_3;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.Suivi_Palette_Navette.INT_Dispo_2 := Depuis_NAVETTE_IN.I_4;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.Suivi_Palette_Navette.INT_Dispo_3 := Depuis_NAVETTE_IN.I_5;
Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.INT_1 := Depuis_NAVETTE_IN.I_6;

(* Bit de Vie *)
TON_1 (IN := Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.Bit_De_Vie,
      PT := T#2S);
TON_2 (IN := NOT Echange_Band_Navette.Nav_Vers_Band.Bit_De_Vie,
      PT := T#2S);

IF TON_1.Q OR TON_2.Q THEN
    Lecture_Nav_OK := FALSE;
ELSE
    Lecture_Nav_OK := TRUE;
END_IF;

```

Bit de vie envoyé aux autres automates

Bit de vie reçu par les autres automates

Si le bit de vie est identique pendant plus de 2s, c'est que l'on a perdu la connection avec l'autre automate

3.2.d.4 Capture écran bit de vie

III.2.e. Configuration des variateurs

Les variateurs font la liaison entre la sortie de l'automate et les moteurs. Ils permettent de faire varier la tension et le courant pour modifier le comportement des moteurs. Chaque moteur possède un variateur. Lors de la mise en service, il faut les configurer avec des valeurs initiales. J'ai modifié le temps d'accélération, de décélération, la fréquence de rotation en vitesse basse et haute et l'intensité de protection. Ces valeurs dépendent de l'installation, de la cadence, du moteur et de son câblage.



3.2.e.1 Photo de variateur allumé affichant la configuration de la fréquence de rotation maximale

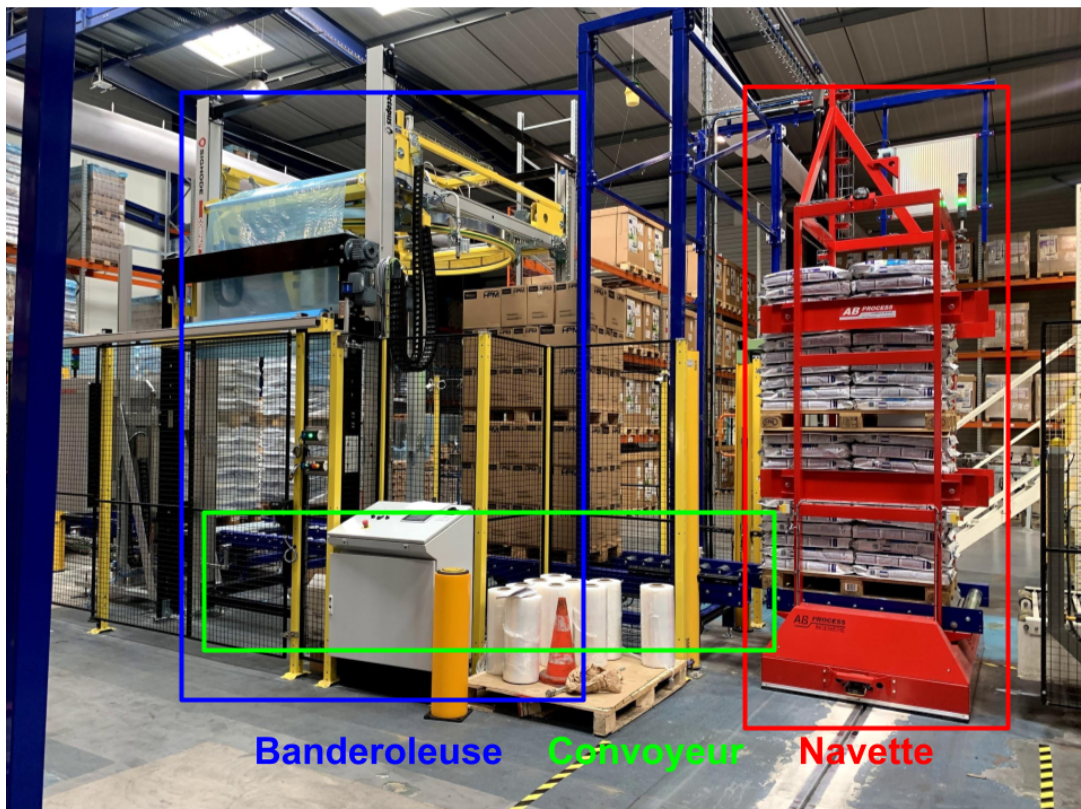
III.2.f. Tests et résultats

Une grande partie du travail de l'automaticien est la phase de test de la ligne. Au cours de mon stage j'ai passé un mois sur place à Vauvert dans le sud de la France pour tester la partie que j'ai réalisée et aider les autres automaticiens.

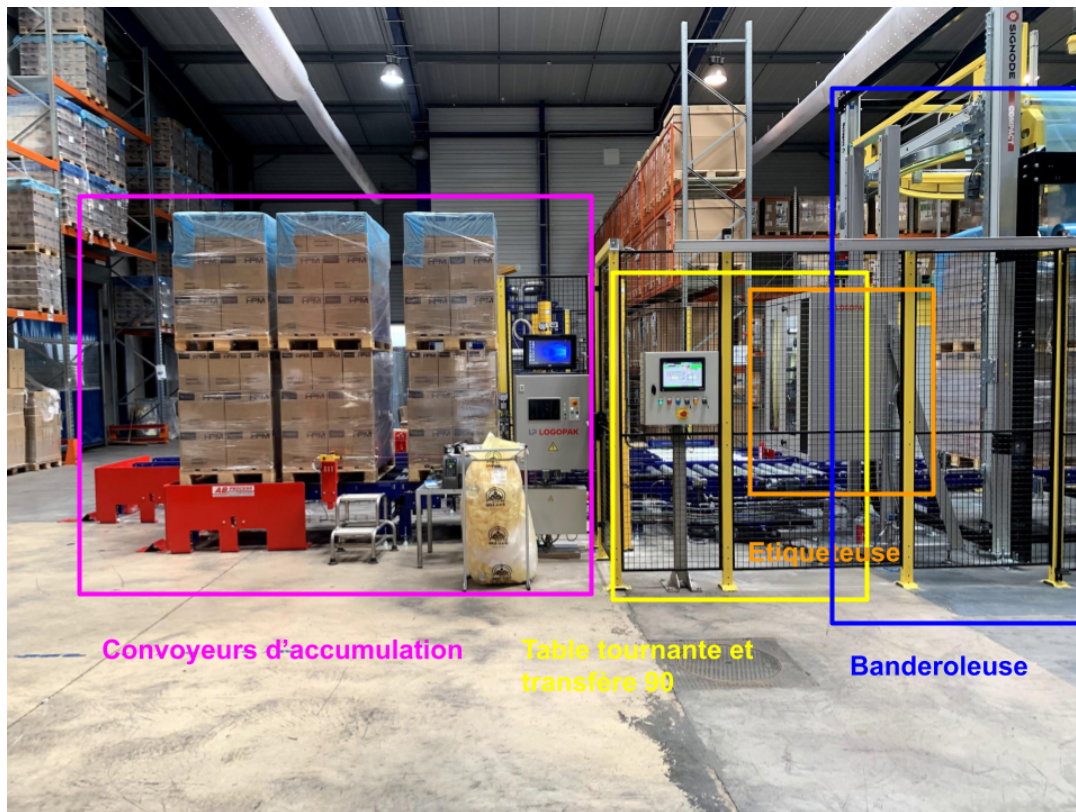
Les premiers tests consistent à vérifier le fonctionnement de chaque capteur et de chaque actionneur. Puis de déterminer la vitesse des convoyeurs et des temporisations nécessaires au bon fonctionnement de la chaîne.

Grâce à une table d'animation sur le logiciel de configuration de l'automate, j'ai pu vérifier le bon fonctionnement de chaque sortie et entrée et également forcé des sorties à 1 ou 0 pour vérifier certaines étapes de ma programmation.

Parmi ces tests, le respect de la cadence définie en amont est une tâche complexe. Il y a plusieurs moyens d'améliorer une cadence: augmenter la vitesse des convoyeurs, leurs accélérations, la position des capteurs ou dans la programmation de l'automate.



3.2.f.1 Photo de la partie banderoleuse, amont banderoleuse



3.2.f.1 Photo de la partie banderoleuse, aval banderoleuse

III.3. Intégration d'un marqueur laser

Une de mes premières missions fut d'ajouter un marqueur laser dans une chaîne d'emballage de produit cosmétique. L'architecture globale du montage était déjà en partie conçue à mon arrivée: un lecteur code barre devait lire le code barre de chaque carton se présentant. Étant en communication avec l'informatique client, le laser marque les cartons avec le logo spécifié et un message personnalisé associé.

Les objectifs de cette mission étaient:

- Éclaircir l'architecture de l'intégration du laser.
- Mettre en route et comprendre l'utilisation du laser. C'était la première fois que l'entreprise utilisait ce laser.
- Programmer, configurer l'automate et le lecteur code barre.
- Configurer la communication entre l'automate et la base de données client.

Au cours de cette mission, j'ai pu tester mon avancement sur le laser dans l'atelier de l'entreprise. Néanmoins, je n'ai pas pu tester le système complet chez le client du fait de la fin de mon stage.

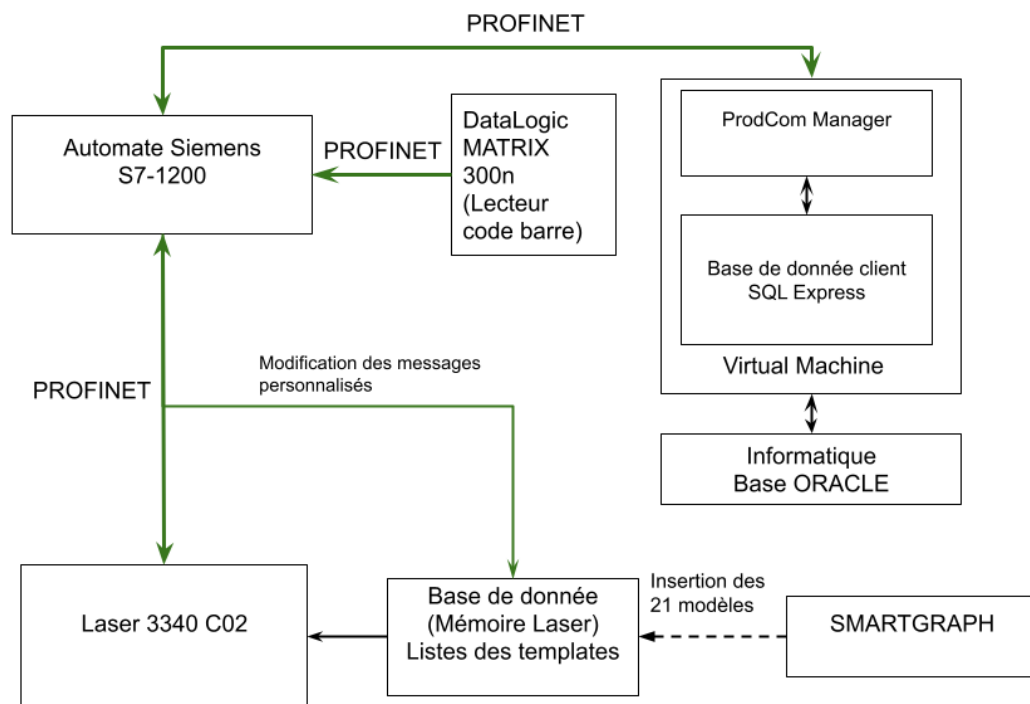
III.3.a. Architecture de l'intégration laser

Afin de faire communiquer les différents acteurs, il était nécessaire d'utiliser un automate. Le responsable du BE automatique a décidé d'ajouter un nouvel automate à celui

existant pour faciliter le développement et parer à la vétusté du premier automate installé. Cet automate SIEMENS est donc relié au marqueur laser, au lecteur code barre et à l'informatique client par le biais d'un câble ethernet et avec le protocole de communication PROFINET (protocole très utilisé dans l'industrie et développé par SIEMENS). L'automate déjà installé maîtrise le déplacement des cartons et envoie les signaux de positions des cartons. C'est lui qui envoie les signaux de début de l'identification des cartons.

Afin de communiquer entre l'automate et la base de donnée client, pour obtenir les logos à marquer associés à chaque code barre, j'ai utilisé et configuré le logiciel ProdCom Manager par le biais d'une machine virtuelle.

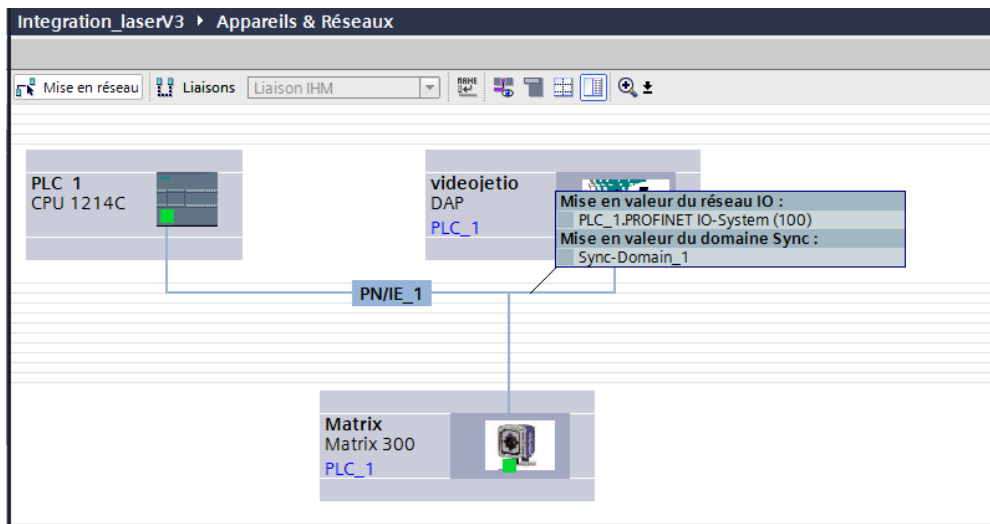
Enfin, il était impossible d'envoyer directement un masque (logo + nom personnalisé) directement au marqueur laser. Afin de résoudre ce problème, j'ai inséré les 21 masques préconfigurés dans la mémoire interne du laser avec le logiciel SMARTGRAPH. Ces masques possèdent des champs variables, qui peuvent être modifiés par l'automate à l'aide de la liaison PROFINET.



3.3.a Schéma de l'intégration du laser

III.3.a. Configuration du laser et communication avec l'automate

Le laser, l'automate et le lecteur code barre sont reliés en ethernet (protocole Profinet). J'ai donc branché chaque élément sur un switch. Afin qu'il communique entre eux, j'ai adressé (donné un nom et une adresse) à chaque composant. Pour ce faire, j'ai utilisé l'interface de TIA SIEMENS.



3.3.b.1 Capture d'écran TIA SIEMENS configuration du réseau

Chaque variable de l'automate possède une adresse, un type (INT, String, ...) mais également un type d'utilisation: soit la variable est une variable d'entrée, elle est lue, soit c'est variable de sortie, elle peut être assigné ou alors c'est une variables interne (un mot). Afin que l'automate reçoive les informations du laser, il faut déclarer les variables sur les mêmes adresses que celles du laser.

Module	Châssis	Empla.	Adresse I	Adresse Q	Type
videojetio	0	0			DAP
Interface	0	0 X1			videojetio
108-bytes DEV2PLC_1	1	1	68...175	64...155	108-bytes DEV2PLC
PLC2DEV - Payload 1/2_1	2	2		156...351	PLC2DEV - Payload ..
PLC2DEV - Payload 2/2_1	3	3			PLC2DEV - Payload ..
	4	4			
	5	5			
	6	6			

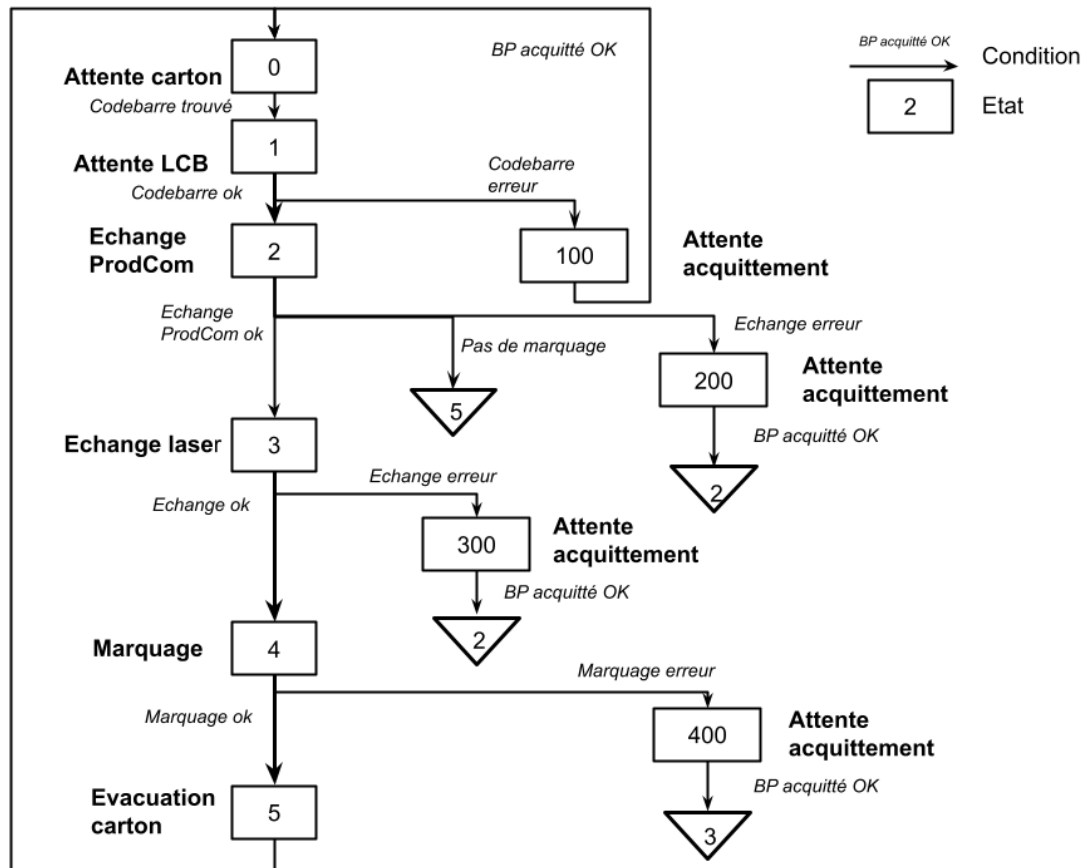
Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Écritu...	Visibl...
1 Laser Status	Byte	%IB68		☒	☒	☒
2 Marking Complete (1-255 cycl..	Byte	%IB69		☒	☒	☒
3 .	Byte	%IB70		☒	☒	☒
4 Command In Progress	Byte	%IB71		☒	☒	☒
5 Command Executed	Byte	%IB72		☒	☒	☒
6 Command Response	Byte	%IB73		☒	☒	☒
7 ...	Byte	%IB74		☒	☒	☒
8 ...	Byte	%IB75		☒	☒	☒
9 Active job NAME Length	DInt	%ID76		☒	☒	☒
10 Active job NAME Char[0]	SInt	%IB80		☒	☒	☒
11 Active job NAME Char[1]	SInt	%IB81		☒	☒	☒
12 Active job NAME Char[2]	SInt	%IB82		☒	☒	☒
13 Active job NAME Char[3]	SInt	%IB83		☒	☒	☒
14 Active job NAME Char[4]	SInt	%IB84		☒	☒	☒
15 Active job NAME Char[5]	SInt	%IB85		☒	☒	☒
16 Active job NAME Char[6]	SInt	%IB86		☒	☒	☒

3.3.b.2 Capture d'écran TIA SIEMENS échanges de variables

III.3.b. Programmation de l'automate

Afin de communiquer les différents composants entre eux, j'ai programmé l'automate SIEMENS S7-1200 à l'aide du logiciel TIA PORTAL. Ce logiciel utilise un langage structuré qui ressemble à du C. Les variables sont stockées sous forme de bloc de données.

Pour chaque itération de l'automate, les fonctions suivantes sont appelées:



3.3.c.1 Schéma de chaque itération de fonction

Les échanges avec le laser et le lecteur de code barre se font par la liaison PROFINET (Ethernet). Pour cela, j'ai assigné à des adresses sorties et entrées de l'automates des variables d'échanges.

1	//SEND JOB SELECTED TO LASER and START MARKING		
2			
3	IF "ON" AND "_auto_mode" = FALSE AND "_system_ok" AND "_receive_laser_status" = 3		
4	AND "_barcode_found" THEN //3:laser ready		
5	//INIT VARIABLES		
6	"_ajustement_ready" := FALSE;		
7	"_job_ready" := FALSE;		
8	"_ajustement_ready" := FALSE;		
9			
10	// Transfer Acknowledge Alarm to Profinet		
11	// "ID of Alarm Clearing" := "Transmitted Alarm Clearing"."ID of		
12	REGION LOAD GLOBAL AJUSTMENTS		
27	REGION LOAD JOB COMMAND		
73	REGION LOAD FIELD COMMAND		
74	// 1st field LANGUAGE TEXT		
75	// Divide the long string into several separate characters		
76	Strg_TO_Chars(Strg := "#1_name_field",		
77	pChars := 0,		
78	Cnt => #cnt,		
79	Chars := "#txt_name_char");		
80			
81	// Transfer individual characters to Profinet		
82	"1st field NAME Char{0}" := CHAR_TO_SINT(#txt_name_char[0]);		
83	"1st field NAME Char{1}" := CHAR_TO_SINT(#txt_name_char[1]);		
84	"1st field NAME Char{2}" := CHAR_TO_SINT(#txt_name_char[2]);		
85	"1st field NAME Char{3}" := CHAR_TO_SINT(#txt_name_char[3]);		

ON	Bool	%I0.0
_receive_marking_complete	DInt	%ID0
_receive_cmd_in_progress	SInt	%IB21
_receive_cmd_executed	SInt	%IB22
_receive_cmd_response	SInt	%IB23
_receive_cmd_job_length	DInt	%ID18
_receive_nb_of_error	DInt	%ID19
_receive_current_id_erros	DInt	%ID20
_receive_current_warning_id	DInt	%ID21
_receive_nb_of_warning	DInt	%ID22
marking_complete	Byte	%IB16
number_of_warning	USInt	%IB17
_barcode_found	Bool	%I0.1
_ajustement_ready	Bool	%I6.0
_job_ready	Bool	%I6.1
_marking_done	Bool	%I6.3
_in_fron_laser	Bool	%I7.1

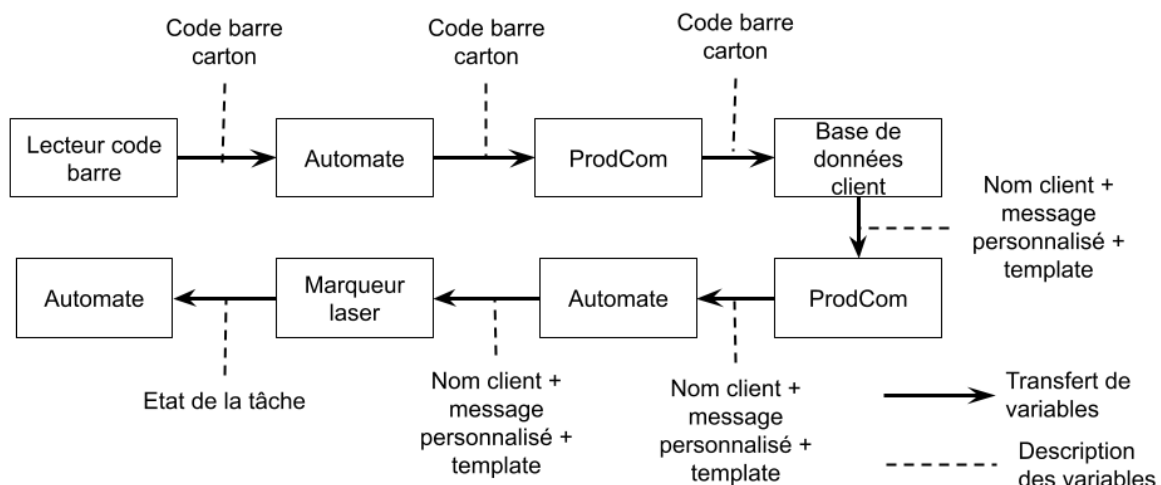
3.3.c.2 Partie de code de la fonction SELECT_JOB LASER et variables

III.3.b. Configuration du lecteur code barre et de la communication avec la base de donnée client

Concernant la partie lecteur code barre, j'ai utilisé le logiciel associé. Le lecteur relié en par un câble ethernet, renvoie le code du code barre par une trame réseau.

Pour la communication entre la base de données du client, le logiciel vient directement lire les variables de l'automate et échanger avec la base de données du client.

Le fonctionnement global est le suivant: le code barre identifie le carton, envoie cette donnée a l'automate qui interroge la base de donnée client par le logiciel ProdCom. Cette dernière renvoie les messages personnalisés ainsi qu'un masque. Ces informations sont transmises au laser qui renvoie son état lors que le gravage est terminé.



3.3.d.1 Schéma de l'échange de données entre les composants

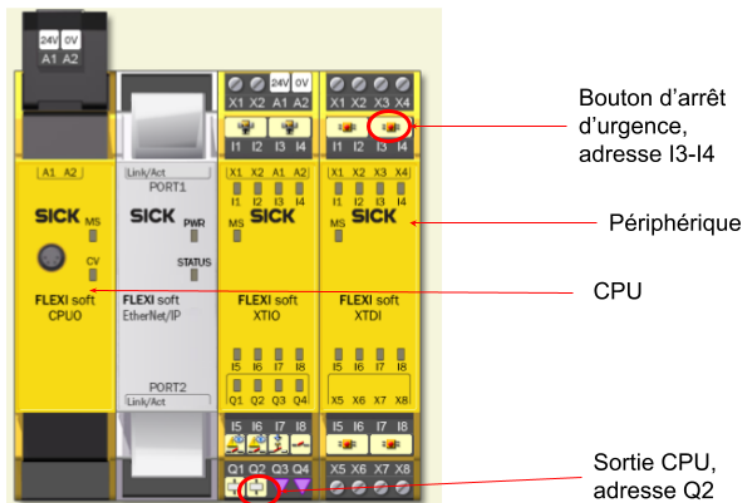
III.4. Programmation automate sécurité

Une des contraintes de la conception de chaîne automatique est la gestion de la sécurité. Pour cela, lors de la conception, il est courant d'ajouter un automate dédié. Cet automate va gérer tous les éléments de sécurité comme les boutons d'arrêt d'urgence, les portes, les barrières, etc... Durant ce stage, j'ai eu à plusieurs reprises, à programmer ces automates. Pour cela, j'ai utilisé le logiciel FLEXI SOFT DESIGNER, logiciel fourni avec l'automate.

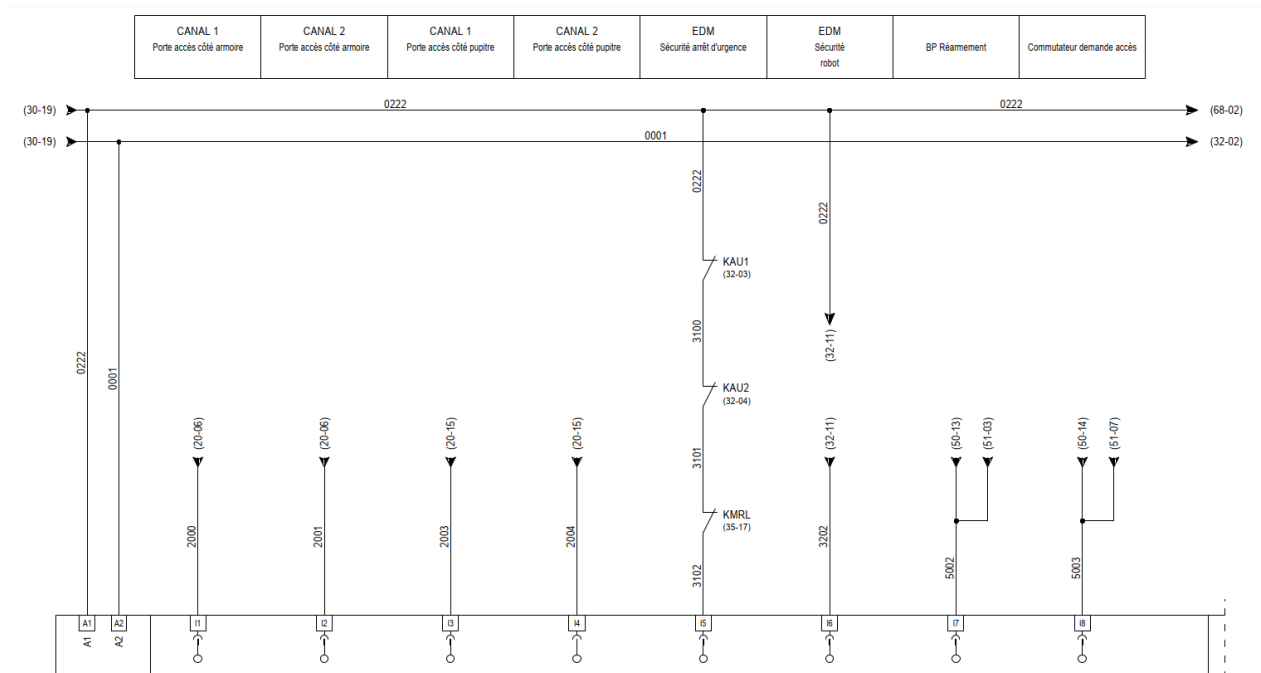
III.4.a. Exemple d'une partie de projet: encaisseuse

Une partie du projet est une chaîne de convoyage de sacs, voir figure 3.2.b.1. Des sacs sont formés dans l'ensacheuse, entrent sur la chaîne par le Point 1. Ils sont ensuite transportés par le premier convoyeur jusqu'au robot encaisseur (Point 2). Des cartons sont formés de la formeuse carton. Les sacs sont alors insérés dans ces derniers par le robot et envoyés vers la sortie (Point 3).

La programmation de l'automate débute par l'ajout de la configuration matériel est de chaque variable utilisée. Le logiciel est assez simple d'utilisation à ce niveau, les variables d'entrées et sorties sont associées à des modules (bouton d'arrêt d'urgence, barrière, demande d'accès...). Les entrées et sorties sont déjà précisées dans le schéma électrique ainsi que leur utilisation.

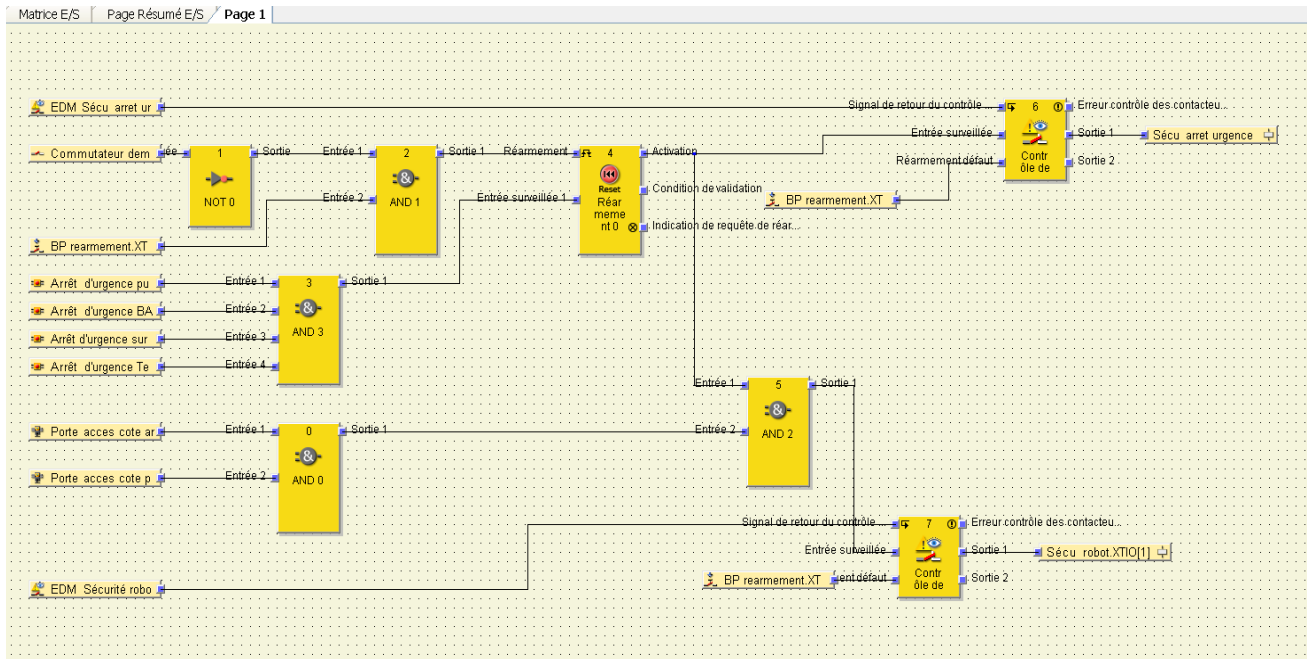


3.4.a.1 Configuration matérielle de l'automate



3.4.a.2 Extrait du schéma électrique de l'installation

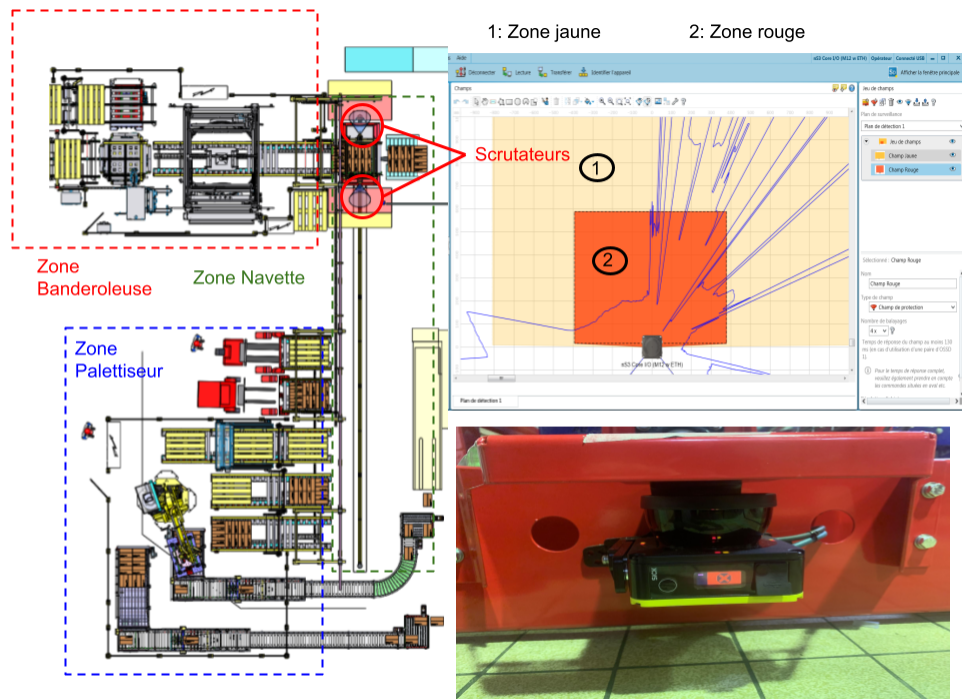
Le fonctionnement global est le suivant: si un des boutons d'arrêt d'urgence est activé, le système se met en défaut et arrête tous les processus. Si une des portes autour du robot s'ouvre, seulement les processus du robot s'arrêtent. Afin de pouvoir relancer la chaîne, il faut que toutes les portes soient fermées et les boutons d'arrêt d'urgence non déclenchés. Ensuite, il faut réarmer la sécurité avec le bouton associé. Puis lancer la chaîne avec le bouton marche .La subtilité de ce projet réside dans le fait que si un opérateur est dans la zone (cf il a ouvert une porte pour accéder à la zone), personne ne peut réarmer la sécurité tant qu'il n'est pas sorti de la zone (cf fermer la porte). La programmation des automates de sécurité se fait par l'insertion de bloc et de logique booléen. La partie complexe réside dans la gestion de tous les blocs qui peuvent être très nombreux selon la taille de l'installation voir annexes.



3.4.a.4 Vue logique programmation automate de sécurité

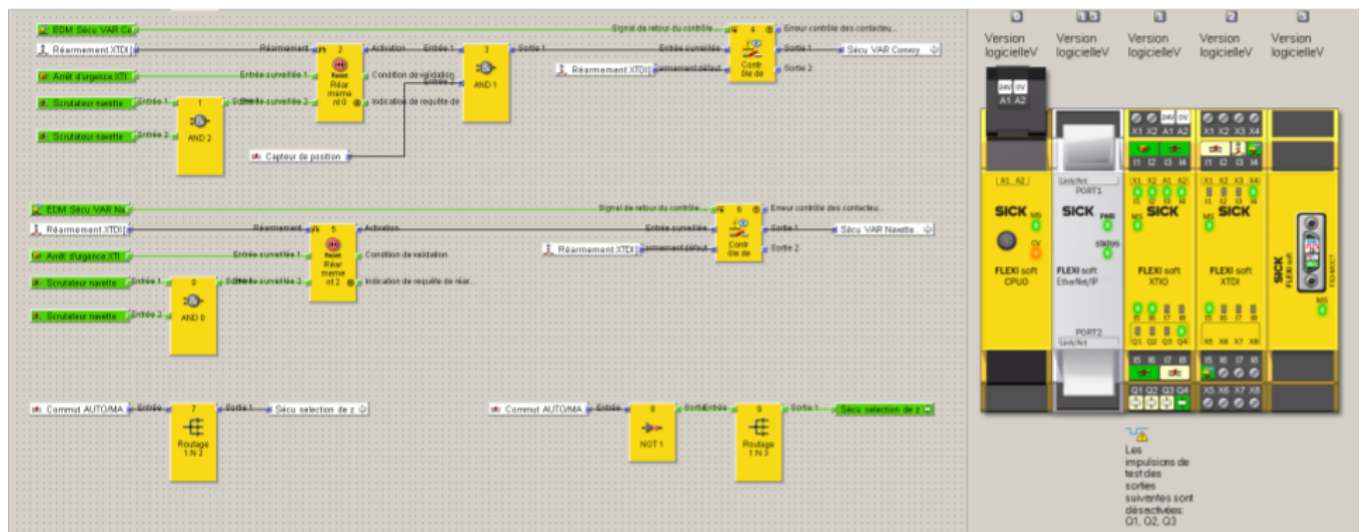
III.4.b. Exemple de texte de programme de sécurité: la navette

En plus de faire ces programmes de sécurité, j'ai pu tester certains de ces programmes, comme celui de la navette. La navette permet de récupérer une palette vide, de l'emmener au palettiseur pour qu'il la remplisse puis d'emmener la palette dans la zone banderolage. Dans un premier temps j'ai paramétré les scrutateurs infrarouges qui sont positionnés devant et derrière la navette. Ils assurent la sécurité de la navette lorsqu'elle se déplace: si les scrutateurs repèrent un obstacle proche de moins d'un mètre autour de la navette (zone rouge), elle se met en sécurité (équivalent à un arrêt d'urgence). Par contre, s'ils repèrent un obstacle entre 1 et 2 mètre autour de la navette (zone jaune), l'information est envoyée à l'automate pour que la navette ralentisse, voir Figure 3.4.c.1.



3.4.b.1 Paramétrage des scrutateurs sur la navette

Ensuite j'ai testé le programme de sécurité de la navette:



3.4.b.2 Capture d'écran et photo du test automate de sécurité navette

La partie sécurité est composée de deux parties, le déplacement de la navette et la mise en marche du convoyeur sur la navette pour déplacer une palette. La position de la palette est déterminée par un codeur incrémental sur son moteur et d'un télémètre. Pour mettre en marche le convoyeur il faut que la navette soit en face d'un convoyeur (convoyeur palettiseur ou banderoleuse). Pour ce faire, un capteur électromagnétique sous la navette détecte des éléments métalliques placés au niveau des convoyeurs.

Pour tester les éléments de sécurité, il faut vérifier le bon fonctionnement de chaque entrée sortie sur le logiciel et l'automate de sécurité. Lorsqu'une entrée ou sortie est activée, elle s'éclaire en vert sur le logiciel. Puis il faut tester le fonctionnement global. Sur la navette, un télémètre et un codeur de sécurité (si la vitesse de la navette dépasse une vitesse limite, elle ralentit) ont été ajoutés. Leur configuration est faite directement sur le variateur pilotant le moteur de déplacement.

IV. Conclusion

Ce stage chez AB Process m'a permis de participer à un vrai projet mettant en œuvre de nouvelles compétences et outils. En plus de découvrir le secteur industriel, j'ai pu mettre en œuvre certaines connaissances vu en cours.

De plus, les compétences développées durant ce stage, étant assez éloignées de celles perfectionnées à l'école, m'ont permis d'ajouter une nouvelle dimension à ma formation initiale. A savoir, des compétences liées à l'automatisme, à la programmation d'automates, aux raccordements électriques et électroniques et à l'intégration de robots dans une chaîne.

V. Glossaire

Convoyage: Acheminement, transport d'éléments sur un convoyeur.

Convoyeur: Élément mécanique et électrique le plus souvent équipé de rouleaux ou de tapis glissants permettant le transport d'éléments.

Banderolage: Action d'entourer une palette de film plastique à l'aide d'une banderoleuse.

Automate:

Transfert 90: Convoyeur permettant d'acheminer un élément sur un autre convoyeur situé à 90 degrés du premier convoyeur.

VI. Annexes

Rapport d'évaluation

 **RAPPORT D'EVALUATION**
ASSESSMENT REPORT

Merci de retourner ce rapport par courrier ou par voie électronique en fin du stage à :
At the end of the internship, please return this report via mail or email to:

ENSTA Bretagne – Bureau des stages - 2 rue François Verny - 29806 BREST cedex 9 – FRANCE
■ 00.33 (0) 2.98.34.87.70 / stages@ensta-bretagne.fr

I - ORGANISME / HOST ORGANISATION

NOM / Name GICQUEL / ABPROCESS

Adresse / Address ZI du Vin 89400 Landivision

Tél / Phone (including country and area code) 02 98 68 23 29

Nom du superviseur / Name of internship supervisor BRIAN BOULANGER

Fonction / Function PDG

Adresse e-mail / E-mail address Brian.Boulanger@ab-process.com

Nom du stagiaire accueilli / Name of intern Hugo Piquard

II - EVALUATION / ASSESSMENT

Veuillez attribuer une note, en encerclant la lettre appropriée, pour chacune des caractéristiques suivantes. Cette note devra se situer entre A (très bien) et F (très faible)
Please attribute a mark from A (excellent) to F (very weak).

MISSION / TASK

❖ La mission de départ a-t-elle été remplie ? A B C D E F
Was the initial contract carried out to your satisfaction?

❖ Manquait-il au stagiaire des connaissances ? ☒ oui/yes ☐ non/no
Was the intern lacking skills?

Si oui, lesquelles ? / If so, which skills? _____

ESPRIT D'EQUIPE / TEAM SPIRIT

❖ Le stagiaire s'est-il bien intégré dans l'organisme d'accueil (disponible, sérieux, s'est adapté au travail en groupe) / Did the intern easily integrate the host organisation? (flexible, conscientious, adapted to team work) A B C D E F

Souhaitez-vous nous faire part d'observations ou suggestions ? / If you wish to comment or make a suggestion, please do so here _____

7

Version du 05/04/2019

30

COMPORTEMENT AU TRAVAIL / BEHAVIOUR TOWARDS WORK

Le comportement du stagiaire était-il conforme à vos attentes (Ponctuel, ordonné, respectueux, soucieux de participer et d'acquérir de nouvelles connaissances) ?

Did the intern live up to expectations? (Punctual, methodical, responsive to management instructions, attentive to quality, concerned with acquiring new skills)?

☒ A B C D E F

Souhaitez-vous nous faire part d'observations ou suggestions ? / *If you wish to comment or make a suggestion, please do so here* _____

INITIATIVE – AUTONOMIE / INITIATIVE – AUTONOMY

Le stagiaire s'est-il rapidement adapté à de nouvelles situations ?
(Proposition de solutions aux problèmes rencontrés, autonomie dans le travail, etc.)

☒ A B C D E F

Did the intern adapt well to new situations?

(eg. suggested solutions to problems encountered, demonstrated autonomy in his/her job, etc.)

☒ A B C D E F

Souhaitez-vous nous faire part d'observations ou suggestions ? / *If you wish to comment or make a suggestion, please do so here* _____

CULTUREL – COMMUNICATION / CULTURAL – COMMUNICATION

Le stagiaire était-il ouvert, d'une manière générale, à la communication ?
Was the intern open to listening and expressing himself / herself?

☒ A B C D E F

Souhaitez-vous nous faire part d'observations ou suggestions ? / *If you wish to comment or make a suggestion, please do so here* _____

OPINION GLOBALE / OVERALL ASSESSMENT

❖ La valeur technique du stagiaire était :
Please evaluate the technical skills of the intern:

☒ A B C D E F

III - PARTENARIAT FUTUR / FUTURE PARTNERSHIP

❖ Etes-vous prêt à accueillir un autre stagiaire l'an prochain ?

Would you be willing to host another intern next year?

☒ oui/yes

☐ non/no

Fait à Landivisiau, le 01/09/2014
In _____, on _____

Signature Entreprise
Company stamp

Signature stagiaire
Intern's signature

Merci pour votre coopération
We thank you very much for your cooperation