



HAL
open science

Projet CNH : manutention et stockage automatisés

Thomas Guichard

► **To cite this version:**

Thomas Guichard. Projet CNH : manutention et stockage automatisés. Automatique / Robotique. 2011. dumas-01066321

HAL Id: dumas-01066321

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01066321v1>

Submitted on 19 Sep 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

CENTRE D'ENSEIGNEMENT D'AIX-EN-PROVENCE

MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir

le DIPLOME D'INGENIEUR CNAM

SPECIALITE : Automatismes Industriels

par

Thomas GUICHARD

Projet CNH : Manutention et stockage automatisés

Soutenu le 12 Juillet 2011

JURY

PRESIDENT : Henri BOURLES

**MEMBRES : Jean-Sébastien CHANTÔME
Alain CAFFARD
Jean-Claude CARMONA
Frédéric VILLECROZE**

INDUSTRIEL : Olivier KIRIAKOS

Remerciements

Avant tout, il me semble important de remercier toutes les personnes qui ont contribuées à la rédaction du présent mémoire.

Tout d'abord, je tiens à remercier la société Newtec Handling Systems de m'avoir engagé au sein de son bureau d'études en électricité, automatisme et informatique car cela m'a permis de travailler sur plusieurs projets intéressants.

Ensuite, mes remerciements vont vers mon responsable, M. HERTEAUX Frédéric, pour son soutien tout au long du projet et pour sa présence lorsque cela était nécessaire.

Puis, je remercie l'ensemble du personnel et tout particulièrement les techniciens du bureau d'études pour leur accueil, leur aide ainsi que leurs nombreux conseils.

Je n'oublie pas de remercier également, le Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) d'Aix-en-Provence ainsi que le Centre de Formation des Apprentis de l'Industrie (CFAI84) d'Avignon pour m'avoir permis de suivre une formation en alternance qui fut très intéressante et enrichissante.

Et enfin, je ne peux débiter ce document sans remercier mes proches, pour m'avoir soutenu durant la rédaction de ce mémoire.

Liste des abréviations

AF	Analyse Fonctionnelle
API	Automate Programmable Industriel
BE	Bureau d'études
BP	Bouton Poussoir
BPL	Bouton Poussoir Lumineux
BT	Butée
CA	Chiffre d'Affaire
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CD	Cellule Dépassement
CFAI	Centre de Formation des Apprentis de l'Industrie
CI	Capteur d'Identification
CNAM	Conservatoire National des Arts et Métiers
CNH	Case New Holland
CP	Cellule Présence
CPU	Central Processing Unit (Unité Centrale de Traitement)
CZ	Cellule Zone
DAS	Domaine d'Activité Stratégique
EAI	Electricité Automatismes Informatique
E/S	Entrées / Sorties
GMAO	Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur
H	Hauteur
IHM	Interface Homme/Machine
ILS	Interrupteur à Lame Souple
LCB	Lecteur code-barres
MECA	Mécanique
MR	MotoRéducteur
NF	Normalement Fermé
NHS	Newtec Handling Systems
NO	Normalement Ouvert
OPEX	OPérations EXtérieures
PC	Personnal Computer (Ordinateur personnel)
R & D	Recherche et Développement
RM	Rouleau Moteur
SAV	Service Après Vente
SQ	Capteur mécanique de position
TK	Transstockeur
TOR	Tout Ou Rien
VP	Vérin Poussoir
XC110	Coffret électrique secondaire
XG1	Armoire électrique générale
XTK	Armoire électrique embarquée sur le transstockeur
ZS	Zone Sécurité

Table des matières

Remerciements	2
Liste des abréviations	3
Table des matières	4
Introduction	6
I PRESENTATION	8
I.1 L'ENTREPRISE	8
I.1.1 L'historique.....	8
I.1.2 Le groupe NEWTEC	10
I.1.2.1 Situation sociale et géographique.....	10
I.1.2.2 Situation économique et commerciale.....	11
I.1.2.3 Les filiales	12
I.1.3 Newtec Handling Systems	13
I.1.3.1 Généralités.....	13
I.1.3.2 Situation géographique.....	14
I.1.3.3 Activités	15
I.1.3.4 Principaux clients	16
I.1.3.5 Concurrents	16
I.1.3.6 Fournisseurs	16
I.1.3.7 Résultats et objectifs.....	17
I.1.3.8 Organisation	18
I.2 LE PROJET	20
I.2.1 Généralités	20
I.2.2 Origines.....	22
I.2.2.1 Situation actuelle	22
I.2.2.2 Situation souhaitée	25
I.2.3 Description fonctionnelle.....	27
II DEVELOPPEMENT DU PROJET	31
II.1 GESTION.....	31
II.1.1 Objectifs.....	31
II.1.1.1 Aspect fonctionnel et technique	31
II.1.1.2 Aspect organisationnel	33
II.1.1.3 Délais.....	34
II.1.1.4 Coût.....	35
II.1.2 Enjeux	36
II.1.2.1 Economique.....	36
II.1.2.2 Commercial	36
II.1.2.3 Technique.....	36
II.1.3 Moyens	37
II.1.3.1 Ressources humaines.....	37
II.1.3.2 Les moyens financiers	40
II.2 ETUDES	41
II.2.1 Mécanique.....	42
II.2.1.1 Magasin de stockage	42
II.2.1.2 Transstockeur	43
II.2.1.3 Ligne de manutention	46
II.2.1.4 Poste opérateur	49

II.2.2	Instrumentation	51
II.2.2.1	Types de capteurs	51
II.2.2.2	Implantation des capteurs	53
II.2.2.3	Choix du matériel	56
II.2.2.4	Documentation	57
II.2.3	Electricité	57
II.2.3.1	Architecture électrique	58
II.2.3.2	Les dispositifs d'arrêt d'urgence	60
II.2.3.3	Composition des armoires et coffret	61
II.2.3.4	Choix du matériel	64
II.2.4	Automatisme	65
II.2.4.1	Descriptif général du pilotage	65
II.2.4.2	Choix du matériel	67
II.2.4.3	Modes de marche et d'arrêt	68
II.2.4.4	Fonctionnement détaillé	70
II.2.4.5	Traitement des sécurités	74
II.2.4.6	Documentation	75
II.3	REALISATION	76
II.3.1	Electricité	76
II.3.2	Automatismes	79
II.3.3	Essais en atelier	83
II.3.4	Documentation	87
II.3.5	Mise en service	89
III	ANALYSES	93
III.1	RESULTATS	93
III.2	COUTS/DELAIS	96
III.3	DIFFICULTES RENCONTREES	97
Conclusion		98
Bibliographie		100
Liste des figures		101

Introduction

Le présent document constitue mon mémoire venant clôturer ma formation d'ingénieur CNAM en automatisme industriel, réalisée au CNAM d'Aix-en-Provence en partenariat avec le CFAI84 d'Avignon.

Cette formation s'est étalée sur trois ans (du 01/09/2005 au 31/08/2008) et a été réalisée en alternance dans la société SPEC à Morières-Lès-Avignon. Cette entreprise est spécialisée dans les études en électricité, automatisme et informatique industrielle, ainsi que dans la réalisation et l'installation d'armoires électriques.

Durant cette période d'alternance je n'ai pas eu l'occasion de travailler sur un projet suffisamment conséquent me permettant de présenter mon mémoire d'ingénieur. A la fin de mon contrat d'apprentissage, j'ai donc quitté la société SPEC à la recherche d'une entreprise pouvant me permettre d'accéder à mon diplôme final.

En janvier 2009, j'ai été engagé dans une des filiale du groupe Newtec, la société Newtec Handling Systems (notée NHS par la suite) spécialisée dans la conception et la réalisation de lignes de manutentions, tris et stockages automatisés. J'ai alors été intégré au sein du bureau d'études électricité, automatisme et informatique, de cette entreprise.

En juin 2009, j'ai commencé à travailler sur le projet faisant l'objet du présent mémoire : « *Projet CNH : Manutention et stockage automatisés* ». Celui-ci consiste à la réalisation d'une installation de manutention et de stockage automatisés pour la société Case New Holland (CNH) situé à Tracy-le-Mont et dont l'activité principale est la conception et la fabrication de vérins hydrauliques pour des engins de chantiers.

Pour ma part, je suis intervenu sur la partie électrique et automatisme de ce projet. En effet, à partir de la demande du client et suite à la conception mécanique, j'ai tout d'abord réalisé les études, en électricité puis en automatisme. Ensuite, j'ai travaillé sur la programmation des automatismes pour finir par les essais et la mise en service de l'installation.

Cependant, ce projet a été mené dans un contexte difficile, sur fond de crise économique. En effet, la société NHS étant en proie à de grosses difficultés financières, la direction générale du groupe a décidé la mise en place d'un plan social important en licenciant 26 personnes, dont je faisais parti, sur 54 employés.

Ces licenciements ont été effectifs après plusieurs mois d'attentes et d'incertitudes suivis d'une semaine de grève. A l'heure de la rédaction de ce rapport, je ne fais donc plus parti de la société NHS mais il est évident que les éléments rapportés dans ce document tiennent compte de l'état dans lequel était l'entreprise pendant la réalisation du projet, c'est-à-dire avant le départ des employés licenciés.

Les six mois passés à travailler sur ce projet font donc l'objet du présent mémoire qui s'articule autour de trois parties principales construites de la façon suivante :

- La première partie consacrée à la présentation générale du projet comprenant une description détaillée de l'entreprise suivie d'une définition du projet, de son origine au fonctionnement final de l'installation.
- La deuxième partie relative au développement technique du projet décrivant la gestion, les études et les différents travaux réalisés sur ce projet.
- La troisième et dernière partie présentant une analyse comparative entre les résultats désirés et ceux obtenus.

I Présentation

I.1 L'entreprise

Cette partie du mémoire est consacrée à la présentation générale du groupe « Newtec », suivie d'une description plus détaillée de la société dans laquelle j'ai travaillé « Newtec Handling Systems » (NHS).

I.1.1 L'historique

Newtec Handling Systems (NHS) est une filiale du groupe français *Newtec*. Celui-ci est né, en 2001, de l'association entre *Newtec international* et le groupe *Hermier*. Les différentes entreprises du groupe ont alors mis en commun leurs expériences et leurs compétences pour se développer. *Newtec* compte aujourd'hui cinq filiales (*Newtec bag palletizing*, *Newtec case palletizing*, *Newtec filling systems*, *Newtec Handling Systems* et *Newtec Alvey*) chacune spécialisée dans son domaine d'activité :

- palettisation de sacs et houssages,
- palettisation robotisée,
- remplissage de vins, alcools et spiritueux,
- manutention continue, tri, stockage automatique,
- préparation de commande, convoyage et palettisation.

A la création du groupe *Newtec*, la société NHS est née, elle est issue de la fusion de la société *SOMEFI Fabrications* (Rousset) et de la société *Samovie Logistique* (Lorient). Bénéficiant des 40 ans d'expériences de ces deux sociétés, NHS est aujourd'hui le principal constructeur français à la fois spécialisé dans la manutention continue, le tri et le stockage automatique.

Avec ses établissements de Rousset (Bouches du Rhône) et de Lorient (Morbihan), ce sont plus de 50 personnes qui chaque jour travaillent sur des systèmes automatisés toujours plus performants.

NHS est structuré sur deux départements :

- Le département Systèmes Automatisés, qui propose des circuits automatisés clé en main.
- Le département Vente à Distance (SOMEFI) qui propose une large gamme d'éléments modulaires de manutention.

Voici quelques dates importantes permettant de détailler l'évolution du groupe Newtec :

1964 : Création de la société *Samovie Logistique* à Lorient. La société est spécialisée dans les systèmes de tri, et de stockage.

1971 : Création de *SOMEFI Fabrications* spécialisé dans la fabrication de convoyeurs.

Fin 1972: la société *FTH Hambourg* (Fördertechnik Hamburg) installe une filiale *FTH France* pour la commercialisation de sa gamme de palettiseurs.

Décembre 1983: *FTH France* se sépare de *FTH Hambourg* et rejoint le *Groupe Bongrain*. Sous la nouvelle appellation *Newtec FTH*, la société se développe à l'export.

1984: Création de la *SA Michel Hermier* par Michel Hermier et Daniel Barbanceix, avec comme activité principale les machines d'emballage et de conditionnement.

1986 : Création de la société *MAPCO* constituée par le regroupement de plusieurs sociétés françaises spécialisées dans le domaine du conditionnement des liquides alimentaires. Dans la même année, la société *Monte Vite* entre dans le *Groupe Bongrain* et devient *Newtec Palettisation* en regroupant les différentes activités de palettisation dont il prend le contrôle.

1992 : *SOMEFI Fabrications* intègre la *S.A Michel Hermier (Groupe Hermier)* et déménage dans la zone industrielle de Rousset où elle est toujours implantée.

1995: Le groupe ITW (U.S.A.) prend le contrôle de *Newtec Palettisation* et de *Newtec FTH*, afin de former le groupe *Newtec international* et développer ses activités dans le domaine du suremballage et augmenter ses ventes de film en Europe.

1997 : Le *Groupe Hermier* intègre la société *MAPCO* pour renforcer le pôle conditionnement des liquides.

Dans la même année, un rachat d'entreprise par les dirigeants, assistés de partenaires financiers, permet au groupe *Newtec international* de quitter ITW et de devenir indépendant.

1999 : *Samovie Logistique* rejoint le *Groupe Hermier*.

Décembre 2001: *Newtec international* s'associe au *Groupe HERMIER* pour former le groupe *Newtec*. *Newtec FHT*, *Newtec palettisation* et *MAPCO* changent d'appellation pour devenir respectivement *Newtec bag palletizing*, *Newtec case palletizing*, *Newtec filling systems*. Dans le même temps, *SOMEFI fabrications* fusionne avec *Samovie logistique* pour former *NHS*.

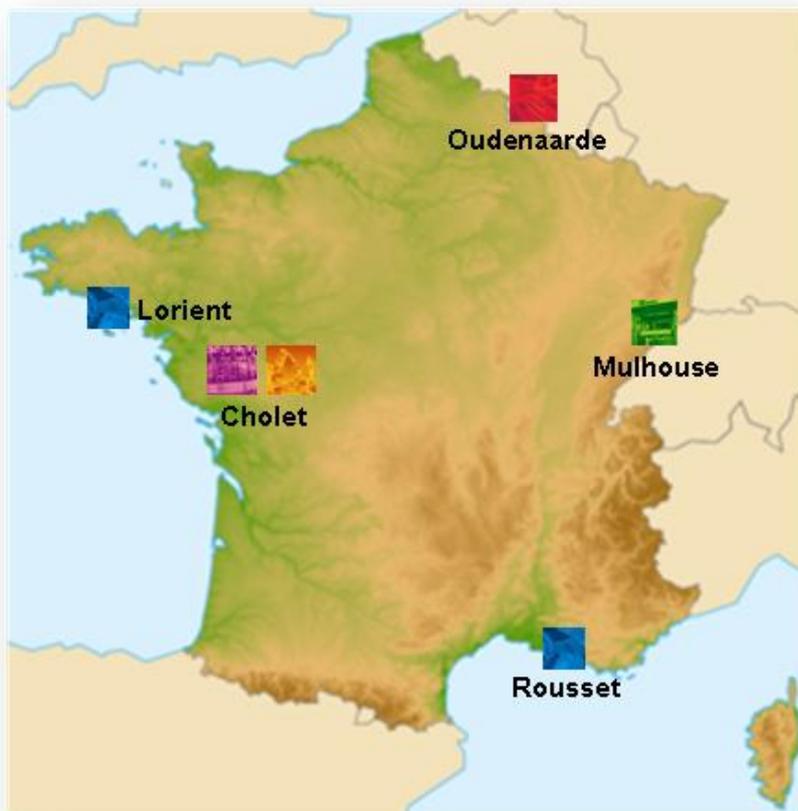
2008: Acquisition de *FLSystems* qui devient *Newtec Alvey*, spécialisé dans les systèmes de palettisation et systèmes de distribution situé en Belgique.

I.1.2 Le groupe NEWTEC

I.1.2.1 Situation sociale et géographique

Le groupe français Newtec est donc aujourd'hui composé de cinq filiales réparties sur cinq sites en France et en Belgique et compte près de 400 salariés (*Figure 1*).

La maison mère du groupe est située à Rousset dans les Bouches du Rhône entre Aix-en-Provence, Marseille et Aubagne et emploie 10 personnes.



- **Figure 1:** Implantation géographique de Newtec -

Légende :



Newtec Handling Systems → 54 personnes sur les sites de Lorient (56) et Rousset (13).



Newtec Case Palletizing → 140 personnes sur le site de Cholet (85).



Newtec Filling Systems → 5 personnes sur le site de Cholet (85).



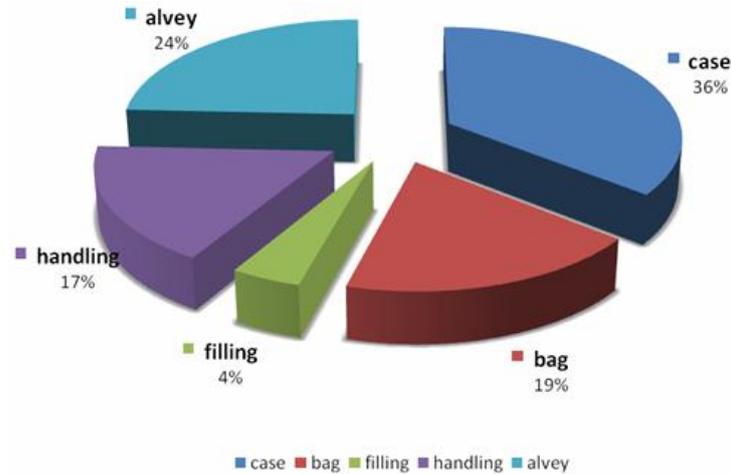
Newtec Bag Palletizing → 70 personnes sur le site de Mulhouse (68).



Newtec Alvey → 105 personnes sur le site de Oudenaarde Belgique.

I.1.2.2 Situation économique et commerciale

L'ensemble du groupe Newtec réalise près de 73 millions d'euros de chiffre d'affaires (CA) répartis de la façon suivante (*Figure 2*) :



- **Figure 2:** Graphique de répartition du CA de Newtec -

Newtec a mis en place près de 10 000 installations dans plus de 50 pays à travers le monde (*Figure 3*).

Grâce à l'exportation, le Groupe réalise une part importante de son chiffre d'affaires auprès de clients renommés tels que Nestlé, Danone, Unilever, Altadis, Lafarge, Holcim, Basf, Roche, Basell, AtoFina, Coca Cola, qui se situent partout dans le monde.

On retrouve les produits de Newtec principalement dans la partie Sud du globe. Cependant, il reste le leader en France dans la palettisation de sacs et de charges unitaires.



- **Figure 3:** Implantation mondiale de Newtec -

I.1.2.3 Les filiales

Chaque filiale est experte dans un domaine d'activité spécifique et met son expérience moyenne de 40 ans au service de ses clients.

De plus en plus, Newtec utilise les pôles de compétences de ses filiales pour offrir à ses clients des réponses clés en mains pour des installations de fins de lignes complètes.

A travers ses cinq filiales, le groupe Newtec propose des produits complémentaires ou spécifiques.

Chaque filiale Newtec dispose de son propre département de recherche et développement ainsi que de son bureau d'études afin d'être en mesure d'apporter une réponse personnalisée à ses clients.



Newtec handling systems à Rousset (13) et Lorient (56).
Systèmes automatisés de manutention continue, de tri et de stockage.



Newtec filling systems à Cholet (85) en Vendée.
L'embouteillage intelligent, pour le remplissage d'eaux, de vins, alcools...



Newtec case palletizing à Cholet (85) en Vendée.
L'expert en systèmes de palettisation robotisée de charges unitaires.



Newtec bag palletizing à Mulhouse (68) en Alsace.
La référence en systèmes de palettisation de sacs.



Newtec alvey à Oudenaarde en Belgique.
Solutions de palettisation hautes cadences de charges unitaires, de convoyage et de préparation de commandes.

I.1.3 Newtec Handling Systems

I.1.3.1 Généralités

Nom: Newtec Handling Systems (NHS).



- **Figure 4:** Photos locaux NHS à Rousset et Lorient -

Site de Rousset :

Adresse : ZI de Rousset – Av Olivier Perroy
13 106 Rousset Cedex

Téléphone : 04.42.29.89.00

Fax : 04.42.29.89.01

E-Mail : info@newtec-group.com

Site Internet: www.newtec-group.com

Date de création : 2001

Forme juridique : Société par actions simplifiée (SAS).

Capital : 325 392 Euros

Chiffre d'affaire 2009: 8 464 K €

Effectifs : 54 employés

Code NAF : 292D

Secteur d'activité : Fabrication d'équipements de levage et de manutention.

Responsable dirigeant : Jean-Claude NAUDON

Fonction : Directeur exécutif

Site de Lorient :

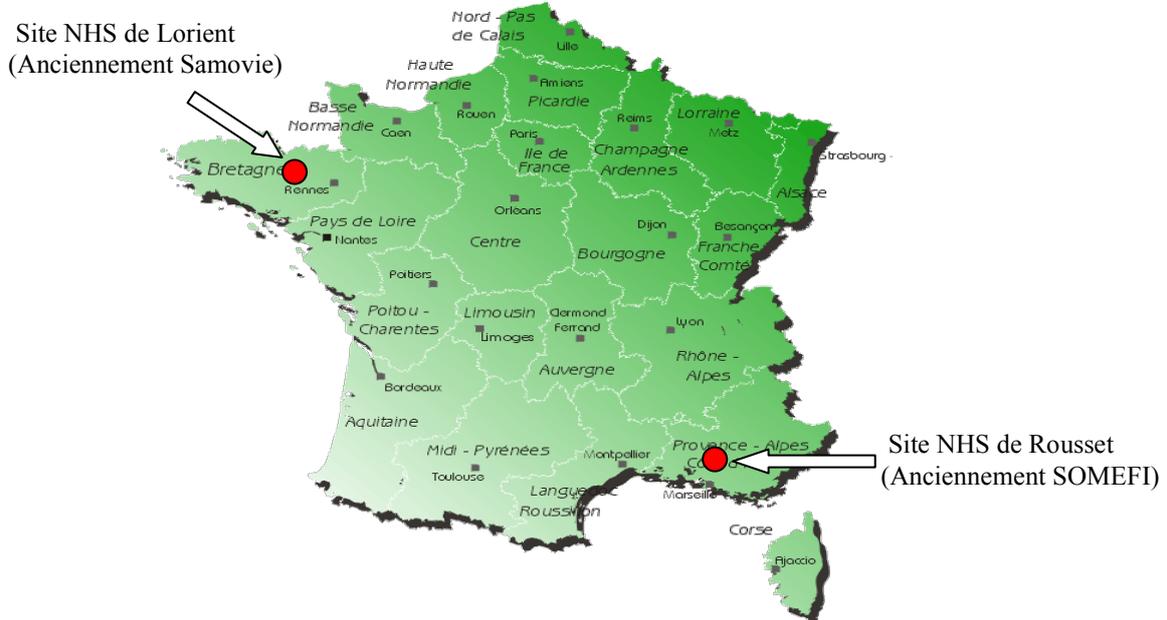
Adresse : ZI de Keryado
56100 Lorient

Téléphone : 02.97.88.22.60

Fax : 02.97.88.22.77

I.1.3.2 Situation géographique

Avec ses deux sites, l'implantation géographique de la société a favorisé le positionnement de NHS comme un leader français dans le domaine des systèmes automatisés de manutention continue et de stockage.



- **Figure 5:** Implantation géographique NHS -

La filiale Newtec Handling Systems dans laquelle j'ai travaillé est située en plein cœur de la zone industrielle de Rousset, à côté du siège du groupe, non loin d'Aix-en-Provence dans les Bouches du Rhône (*Figure 5*).

Son implantation à proximité de grandes villes comme Marseille, Aix-en-Provence ou encore Avignon lui permet d'être un site privilégié.

I.1.3.3 Activités

NHS conçoit et réalise des installations automatisées de manutention, de tri et de stockage dans tous les secteurs de l'industrie et de la distribution.

Cette entreprise est une spécialiste capable de prendre en compte les objectifs de ses clients et de définir une réponse pertinente et évolutive.

La société NHS est structurée autour des départements « vente à distance » et « système automatisé », avec pour spécialités :

- systèmes automatisés de manutention continue,
- systèmes de tri, routage, préparation de commandes, expédition,
- systèmes de stockage automatique,
- supervision de lignes automatisées,
- systèmes de manutention aéroportuaire,
- applications spécifiques de manutention,
- vente à distance d'éléments modulaires de manutention.

Les équipes intégrées, de mécanique, automatisme, informatique, conseillent et apportent à leurs clients des solutions « sur-mesure » ou « prêt-à-porter » réalisées à partir d'une large gamme de produits :

- convoyeurs à rouleaux,
- convoyeurs à bandes,
- convoyeurs à bande modulaire,
- élévateurs charges légères,
- convoyeurs et systèmes de manutention charges lourdes,
- transstockeurs automatique,
- progiciel de supervision.

Pour satisfaire ses clients, NHS garantit service, qualité et réactivité.

I.1.3.4 Principaux clients

La Société NHS réalise des installations industrielles pour tous les secteurs d'activités (automobile, électroménager, pharmaceutique, agroalimentaire, textile, aéroport...) dont voici quelques références :

- Michelin,
- Phillips,
- Sanofi,
- Lactel,
- Décathlon,
- Alstom,
- ...

I.1.3.5 Concurrents

Toutes les entreprises fabriquant des transporteurs, des convoyeurs ou des appareils de manutention semblables sont considérées comme des concurrents directs de NHS. Les principales sociétés concurrentes sont :

- Matrex, société française qui propose des prix intéressants sur les transporteurs à rouleaux car elle fabrique elle-même les rouleaux. Cette société est la principale concurrente de NHS,
- Soco, société française spécialisée dans les machines pour l'automatisation et le transport,
- Arnaud, société espagnole spécialisée dans la manutention industrielle.

I.1.3.6 Fournisseurs

NHS dépend énormément de ses fournisseurs car, depuis peu, elle sous-traite entièrement la fabrication mécanique, actuellement sa production se limite au montage des pièces.

La société est en relation avec un grand nombre d'entreprises (environ 600) qui lui fournissent tous les éléments dont elle a besoin.

Principaux fournisseurs :

- Métal 13 : principal fournisseur pour la fabrication des pièces dans le domaine de la tôlerie et le soudage,
- SEW Usocome : pour les moto-réducteurs,
- Recol et Dornberger : pour les pièces usinées,
- Habasit : pour les bandes spéciales (anti-coupure, anti-gras...),
- Bosch : pour les vérins électriques,
- SMC : pour les éléments pneumatiques,
- SICK : pour les cellules photoélectriques.
- ...

I.1.3.7 Résultats et objectifs

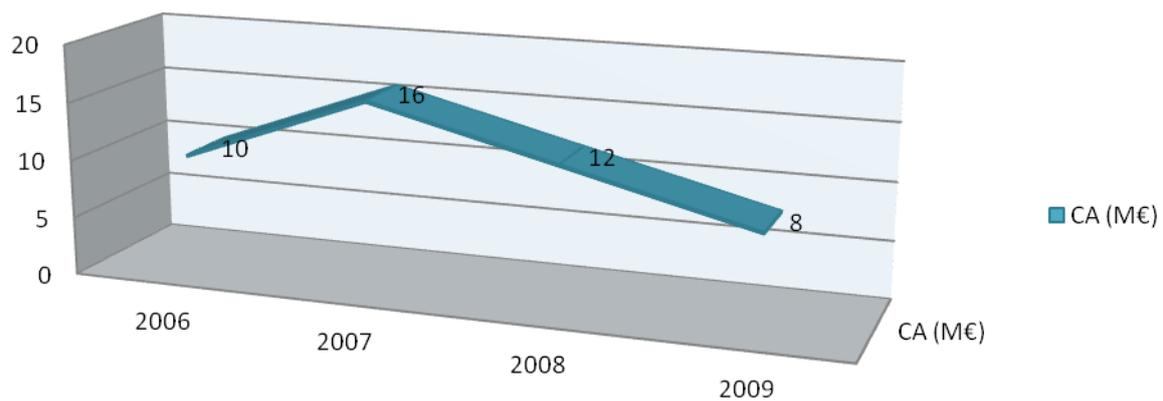
Comme le montre le graphique ci-dessous (*Figure 6*), le chiffre d'affaires (CA) de NHS n'a cessé de baisser depuis 2007. En effet, durant les deux dernières années le CA réalisé par la société NHS a chuté de 50%.

Cette chute est principalement due à une mauvaise gestion de la part de la direction associée à une période de crise économique nationale.

De ce fait, l'objectif principal de NHS est donc de remonter son CA, et d'améliorer la rentabilité de ses affaires.

D'autre part, NHS souhaite améliorer son organisation interne, dans le but de garantir la fiabilité de ses produits.

Un autre objectif de NHS est d'être à l'écoute du client, d'améliorer sans cesse sa prestation et le niveau de satisfaction.



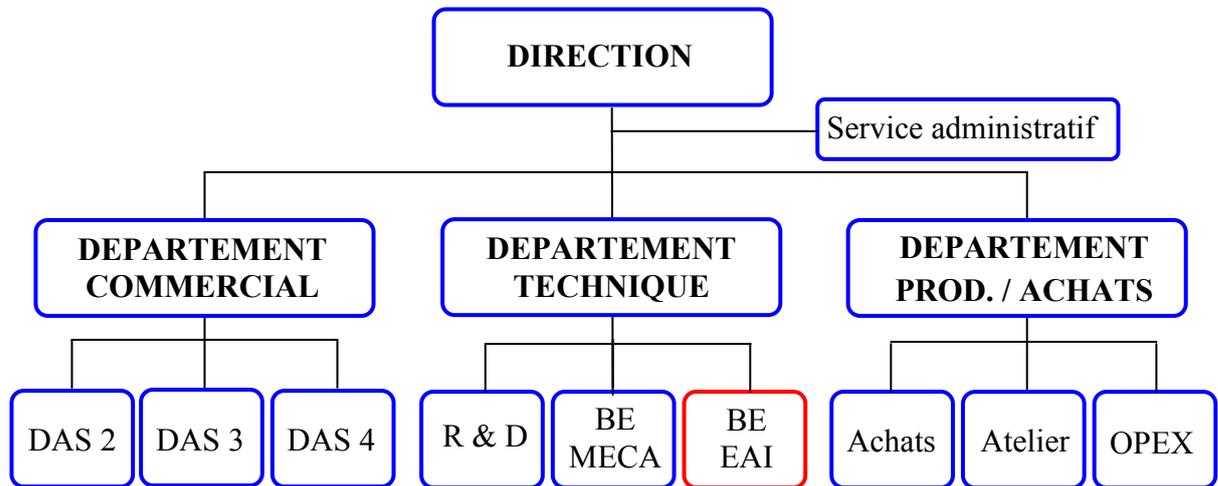
	2006	2007	2008	2009
CA (M€)	10	16	12	8

- **Figure 6:** Graphique d'évolution du CA de NHS -

I.1.3.8 Organisation

La société NHS s'organise de la façon suivante (*Figure 7*), autour de trois Domaines d'Activités Stratégiques (DAS) :

- DAS 2 : vente à distance,
- DAS 3 : systèmes automatisés,
- DAS 4 : SAV.



- **Figure 7:** Schéma d'organisation de NHS -

La société NHS emploie 54 personnes (9 femmes et 45 hommes), dont 42 travaillent sur le site de Rousset et 12 sur le site de Lorient.

Le site de Lorient n'a qu'une fonction commerciale et SAV, le reste de l'activité est réalisé sur le site de Rousset.

Ma position

A la fin de ma formation d'ingénieur CNAM en section automatisme industriel, j'ai été embauché par la société NHS en tant qu'ingénieur en électricité et automatisme industriel.

Le département « systèmes automatisés », basé à l'origine à Lorient, a été rapatrié à Rousset en 2003, mais peu d'employés ont voulu faire le déplacement ; j'ai donc intégré un Bureau d'Etudes Electricité/Automatisme/Informatique (BE EAI) en pleine reconstruction, qui se compose actuellement de cinq personnes (*Figure 7*).

Mes fonctions

J'ai été engagé par la société NHS, grâce aux compétences que j'ai pu développer durant toute ma formation, aussi bien en automatisme qu'en électricité.

En effet, avant mon arrivée, toute la partie électrique des projets était sous-traitée car personne n'était capable d'en assurer la réalisation.

Ma venue a donc eu pour but de limiter la sous-traitance en me confiant à partir des directives générales, la réalisation de l'étude, la conception et la mise en exploitation des matériels électriques et des systèmes d'automatisme faisant partie de l'affaire.

J'ai également eu pour mission la gestion des bases de données techniques et la participation au développement des nouvelles technologies dans le cadre de la R&D.

Dans le cadre de la réalisation des différents projets, et notamment le projet faisant l'objet du présent mémoire, j'ai eu pour fonctions, à partir du cahier des charges fonctionnel du client ou de tout autre document technique (programmes, spécifications, analyses fonctionnelles...) :

- étude et conception des schémas électriques de l'installation : choix et dimensionnement du matériel, réalisation des schémas électriques sur logiciel CAO,
- étude et conception des programmes d'automatisme après sélection des matériels (automate, terminaux de dialogues, réseaux de communication), ainsi que la partie supervision conformément aux analyses fonctionnelles,
- élaboration des analyses fonctionnelles détaillées,
- aide à la conception des nomenclatures mécaniques à partir des synoptiques détaillés de l'affaire,
- définition des spécifications techniques des produits achetés,
- rédaction des cahiers des charges dans le cadre de la sous-traitance d'une partie ou de la totalité de la prestation,
- mise en exploitation des systèmes développés chez les clients en assistance au service OPEX,
- rédaction des manuels opérateurs,
- participation à l'amélioration des produits existants et au développement de nouvelles technologies en étant force de proposition,
- gestion et mise à jour de la documentation technique de bureau d'études ainsi que de la base de données informatiques,
- réalisation des déplacements nécessaires pour le déroulement de l'affaire,
- travail en collaboration sur différents projets,
- assistance à la demande des services commerciaux dans la conception et le chiffrage des projets.

I.2 Le projet

Cette partie a pour but de présenter le projet faisant l'objet du présent mémoire, avec une présentation succincte de l'entreprise « Case New Holland » (CNH), suivie d'une description du « *Projet CNH : Manutention et stockage automatisés* ».

I.2.1 Généralités

Le projet sur lequel j'ai travaillé consiste en la réalisation d'une installation de manutention et de stockage automatisés pour la filiale, à Tracy-le-Mont, de la société Case New Holland (CNH).

Le groupe CNH est un leader mondial dans le développement, la fabrication et la vente d'équipements agricoles et de travaux publics (tracteurs, cueilleurs, chargeuses pelleteuses...).

Créé en 1999 par le biais de la fusion de New Holland N.V. et de Case Corporation, CNH comprend aujourd'hui le patrimoine et l'expertise de trois marques agricoles (case IH, New Holland Ag, et Steyr) et de trois marques de matériels de construction (Case Construction Equipment, New Holland Construction, et Kobelco).

CNH emploie environ 28 450 personnes dans le monde et dispose d'un réseau de 11600 concessionnaires dans 170 pays. Ses 38 installations de fabrication sont situées dans toute l'Europe, en Amérique du Nord, Amérique latine et en Asie. Le groupe est présent sur cinq sites en France : le siège social basé à Etampe, trois sites de production dont celui de Tracy-le-Mont, et un dépôt de pièces détachées au Plessis Belleville.

L'usine de Tracy-le-Mont, tel que le mentionne le Bulletin Municipal de Tracy-le-Mont (Février 2009), comprend des ateliers de fabrication de vérins hydrauliques, des ateliers d'assemblages et de peintures ainsi que des bâtiments administratifs. Elle est spécialisée dans la conception et la fabrication de vérins hydrauliques destinées aux engins de chantiers (*Figure 8*) commercialisés sous les marques CASE et NEW HOLLAND.

La caractéristique de l'usine de Tracy est qu'elle offre à sa clientèle une grande maîtrise de technologie dans le domaine de l'hydraulique moyenne pression ainsi que ses performances en procédés spéciaux (usinage-galetage, soudure friction, sous flux) qui assurent une grande qualité à ses clients au sein du Groupe.



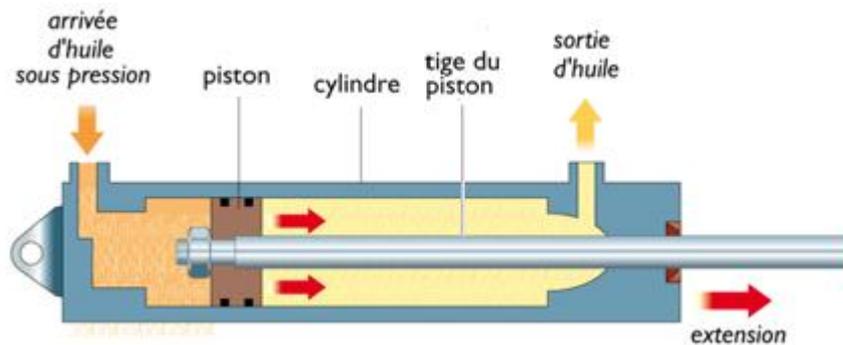
Vérins actionnant des pelles.

- **Figure 8:** Photo d'une pelle actionnée par un vérin CNH -

Un vérin hydraulique est un organe qui transforme l'énergie d'un fluide sous pression (généralement de l'huile) en travail mécanique.

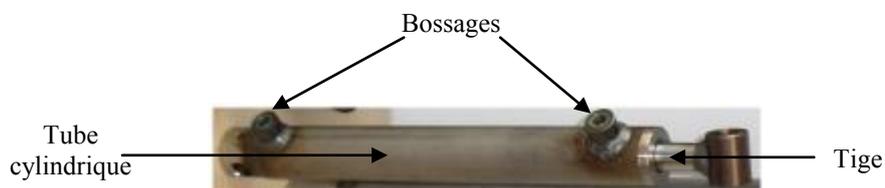
D'une manière générale, un vérin hydraulique est composé d'un tube cylindrique (cylindre), d'un piston, d'une tige et des orifices d'entrée et de sortie du fluide (Figure 9).

En fonctionnement, le fluide hydraulique est envoyé sous pression dans un des orifices (entrée ou sortie) afin de pousser le piston qui fait sortir (ou rentrer) la tige qui lui est solidaire.



- **Figure 9:** Schémas de principe d'un vérin hydraulique -

Sur les tubes cylindriques des vérins sont soudés des bossages taraudés permettant le raccordement pour l'arrivée et la sortie de l'huile (Figure 10).



- **Figure 10:** Photo d'un vérin hydraulique -

Le projet concerne l'installation ayant pour but le stockage mais aussi la mise à disposition des bossages.

En effet, les bossages sont tout d'abord déposés sur des plateaux métalliques destinés à alimenter un robot permettant de souder les bossages sur les tubes des vérins.

I.2.2 Origines

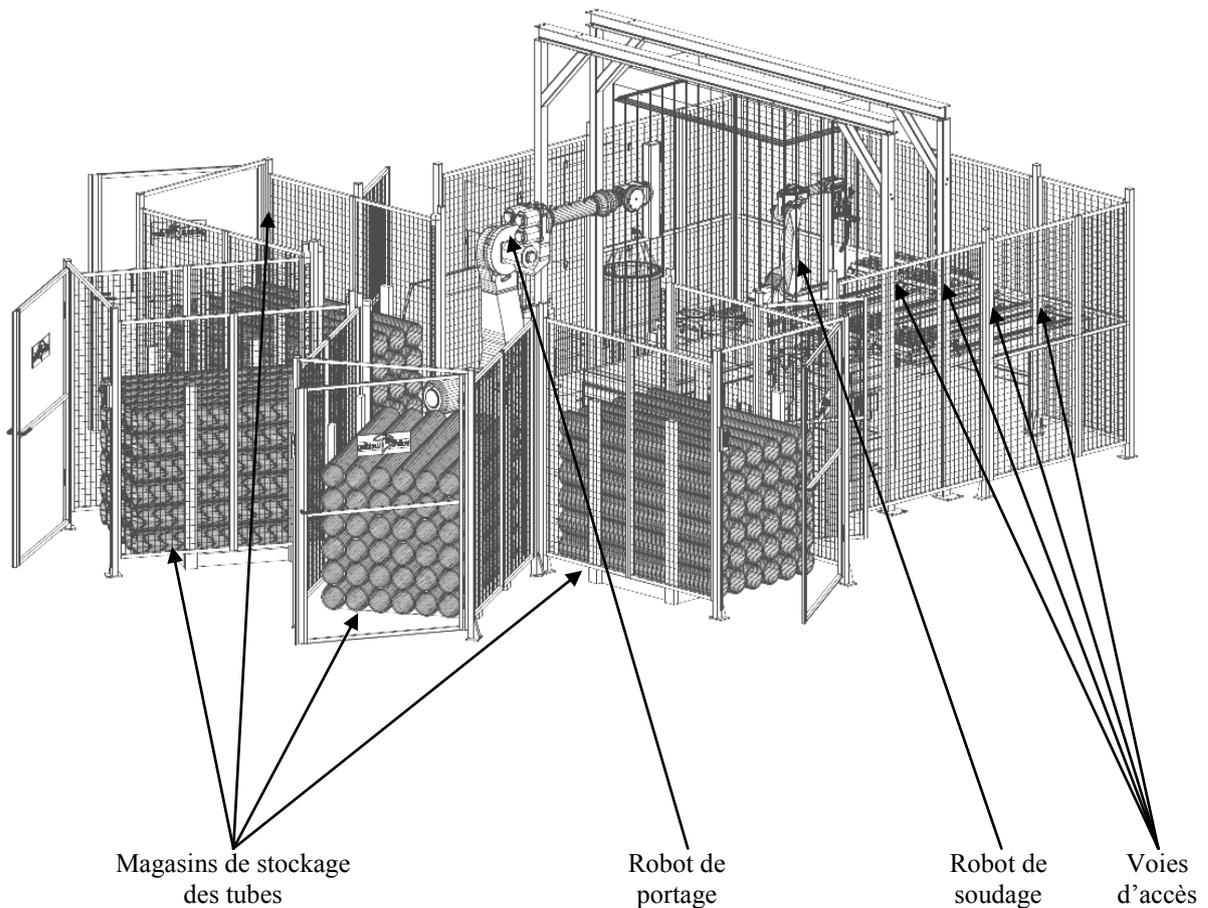
Ce projet est né de la volonté de CHN d'optimiser la manutention vers leur robot de soudage, tout en gérant un stock de différentes références de bossages.

La description de la situation actuelle de l'installation puis de celle souhaitée permet de mieux comprendre cette volonté.

I.2.2.1 Situation actuelle

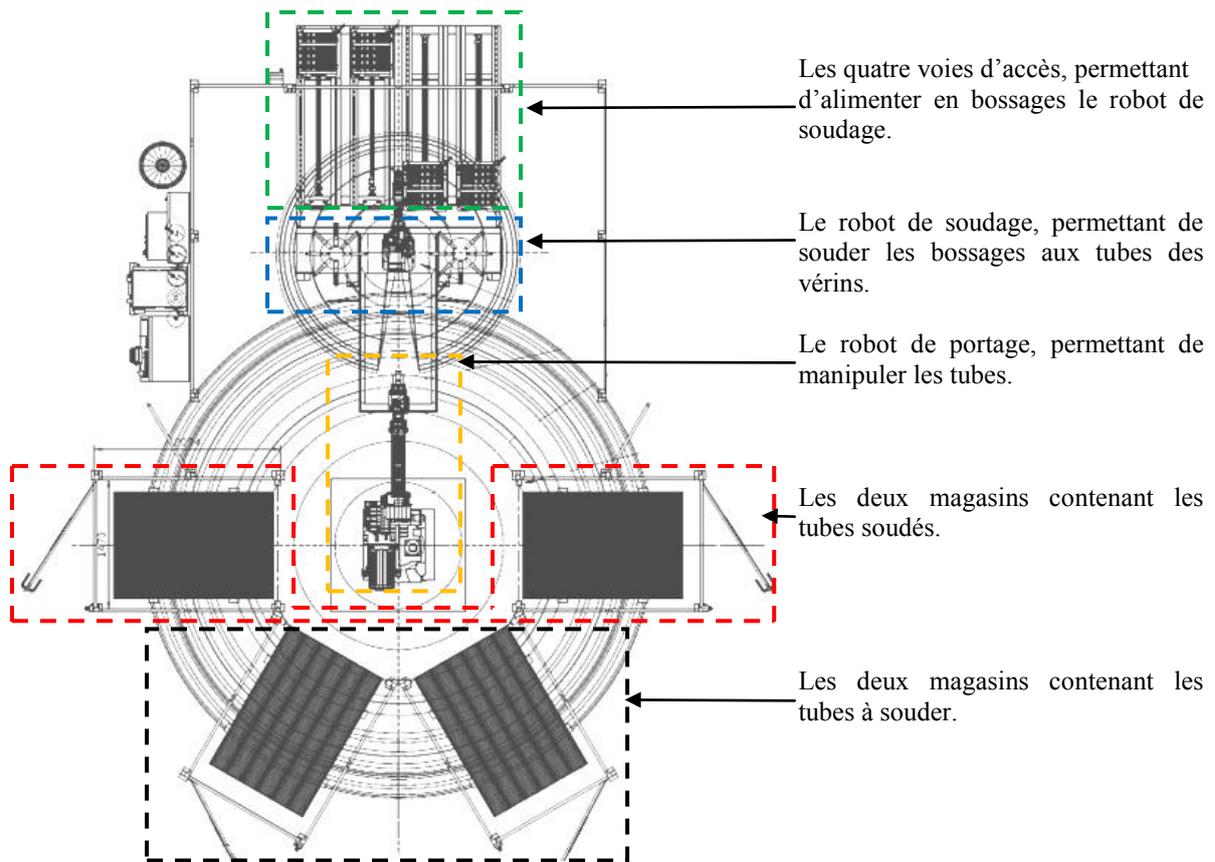
Le dessin ci-dessous (*Figure 11*) est une représentation de l'installation actuelle ayant pour but le soudage des bossages sur les tubes des vérins. Cette installation comprend :

- quatre magasins de stockage de tubes (deux pour les tubes soudés et deux pour les tubes à souder),
- un robot de portage pour la prise des tubes,
- un robot de soudage,
- quatre voies d'accès au robot de soudage.



- **Figure 11:** Installation actuelle de soudage des bossages -

La vue de dessus (*Figure 12*) permet de mieux visualiser les différentes parties de l'installation et ainsi en décrire le fonctionnement :



- **Figure 12:** Installation actuelle de soudage des bossages vue de dessus -

Tout d'abord, un opérateur dépose manuellement, sur une des voies d'accès au robot de soudage, un plateau métallique adapté sur lequel il aura prit le soin de disposer les bossages à souder (*Figure 13*). En parallèle, le robot de portage vient chercher dans un des deux magasins adéquats, un tube à souder, puis le dépose au poste de soudage.



- **Figure 13:** Photo plateau rempli de bossages -

Ensuite, le robot de soudage prend les bossages sur le plateau et vient les souder sur le tube préalablement déposé. Une fois soudé, le tube est déposé par le robot de portage, dans un des deux magasins destinés aux tubes soudés. Ces tubes sont ensuite évacués vers une autre installation pour être ensemblés avec les autres pièces constituant un vérin.

Lorsque le robot de soudage a utilisé tous les bossages contenu sur le plateau, il le renvoie sur la voie d'accès par laquelle il est arrivé (*Figure 14*).



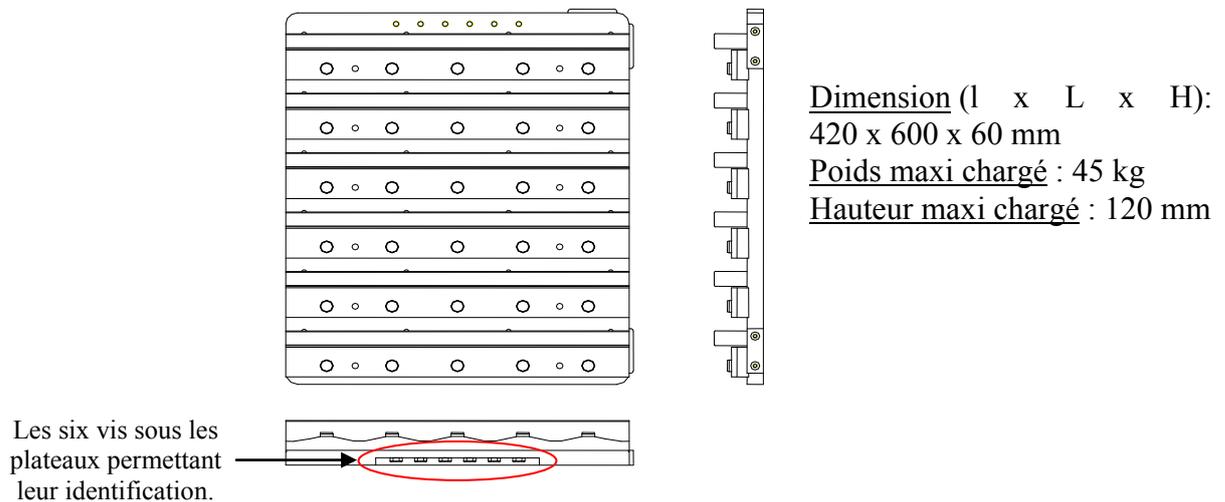
- **Figure 14:** Photo plateau vide -

L'opérateur prend alors les plateaux vides et les stocke sur un rayonnage à proximité de l'installation (*Figure 15*).



- **Figure 15:** Photo stockage des plateaux -

Chaque plateau est identifié par un système de codage binaire réalisé par l'intermédiaire de six vis positionnées sous le plateau (*Figure 16*) et détectées par des capteurs inductifs à l'entrée de chaque voie d'accès au robot de soudage. Cela nécessite un bon référencement à la mise en place des plateaux sur la voie d'accès.



- **Figure 16:** Dessin d'un plateau avec son système d'identification -

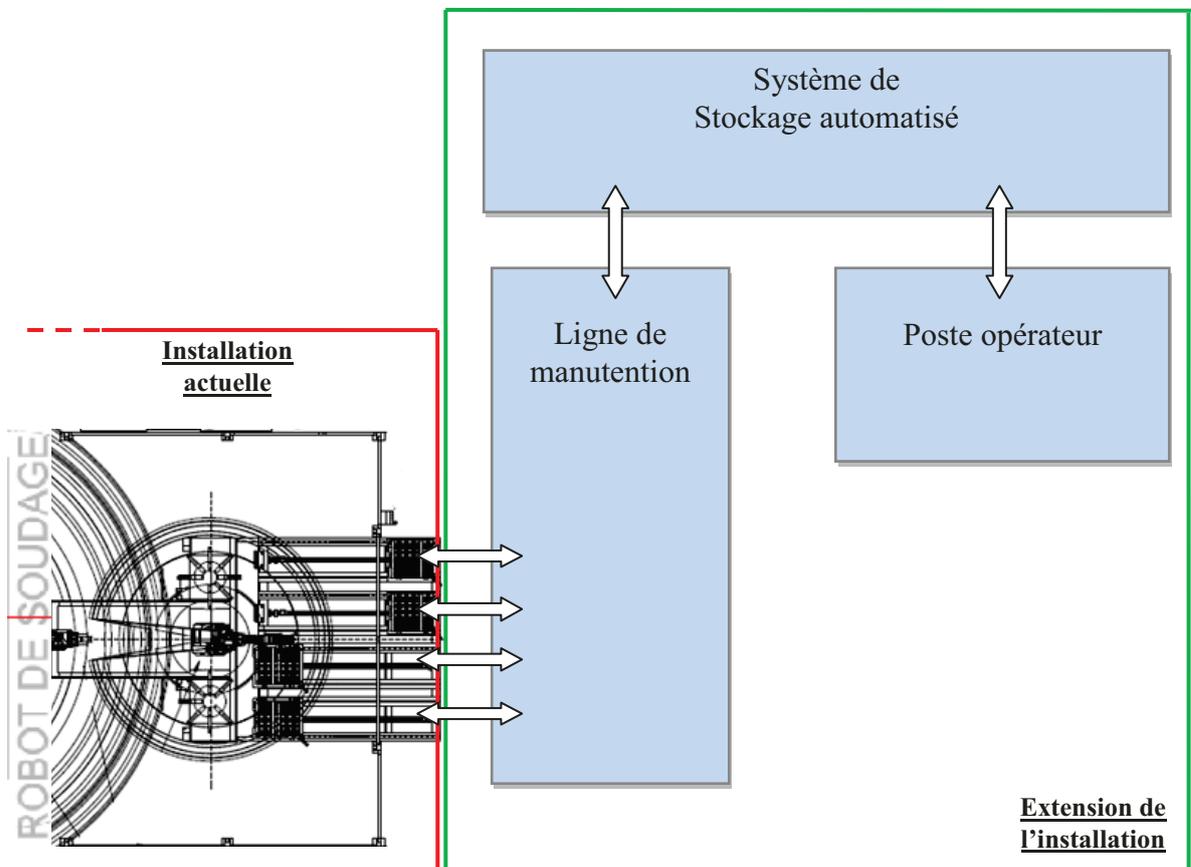
D'autre part, les bossages sont stockés par références à proximité de l'installation et sont gérés par un magasinier.

I.2.2.2 Situation souhaitée

Dans son souhait d'évolution, CNH conserve le fonctionnement de son installation permettant le soudage des bossages sur les tubes des vérins néanmoins, il désire automatiser la manutention des plateaux vers le robot de soudage mais également la gestion ainsi que le stockage des plateaux et des bossages.

Pour ce faire, une nouvelle installation doit venir s'intégrer aux équipements actuels (Figure 17). Celle-ci comprendra :

- une ligne de manutention permettant à la fois d'amener les plateaux pleins vers les quatre voies d'accès au robot de soudage et de retourner les plateaux vides,
- un système de stockage automatisé permettant de stocker les plateaux (vides ou pleins) mais aussi les bossages,
- un poste opérateur permettant à la fois de remplir les plateaux vides et de réapprovisionner le magasin en bossage.



- **Figure 17:** Schéma d'intégration de la nouvelle installation -

Le magasin permettra donc de stocker aussi bien les plateaux métalliques (utilisés sur l'installation actuelle) permettant d'alimenter en bossage le robot de soudage que des bacs en plastiques (*Figure 18*) contenant des cartons de bossages.

Tous les bacs seront identifiés par des étiquettes code-à-barres positionnées sur le côté.

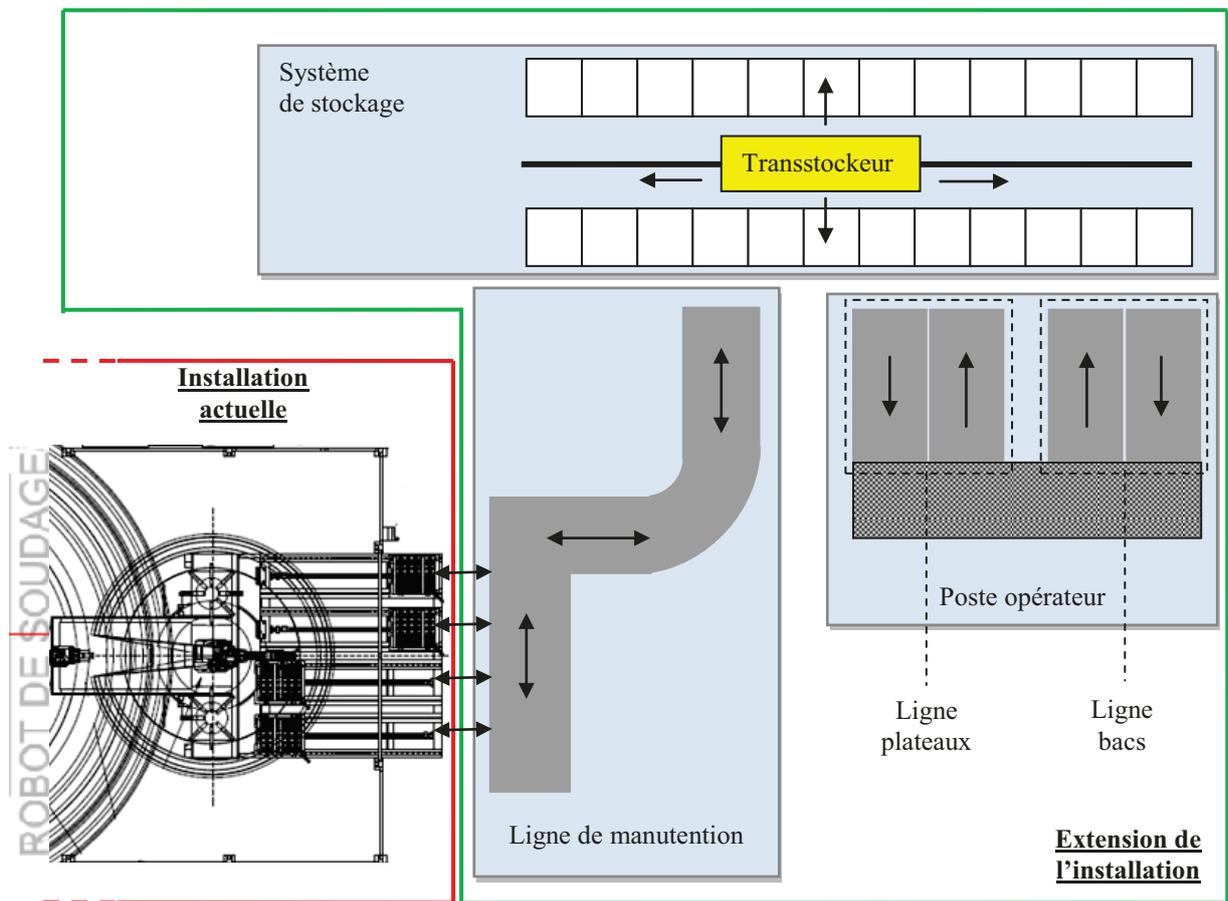


- **Figure 18:** Photo d'un bac contenant les bossages -

La gestion du magasin et le pilotage physique des équipements doivent être assurés par un automate programmable industriel (API) en liaison avec une interface homme/machine (IHM) et le robot de soudage.

I.2.3 Description fonctionnelle

Le dessin ci-dessous (*Figure 19*) permet de mieux visualiser les principales parties de la nouvelle installation afin d'en décrire le fonctionnement détaillé conformément à ce que souhaite CNH.



- **Figure 19:** Schéma de principe de la nouvelle installation de manutention et de stockage -

Robot de soudage

La tâche principale de ce robot est de souder un ou deux bossages sur des tubes destinés à la fabrication de vérins hydraulique.

Références tubes et bossages :

Il y a 12 références de bossages (ce qui peut évoluer) et une quarantaine de références de tubes.

Une référence de bossage peut être utilisée pour plusieurs références de tubes.

Pour une référence de tube, il peut y avoir soit uniquement des références A soit uniquement des références B ou bien des références A et B.

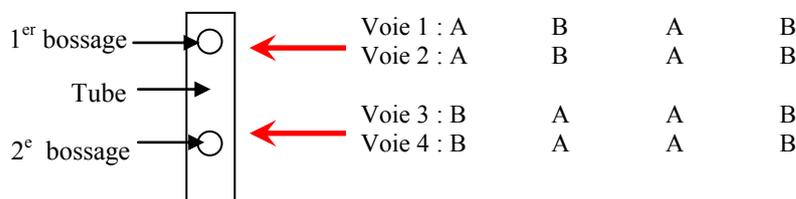
Plateaux et bossages :

Un plateau est dédié à une référence de bossage. Il ne peut pas avoir de référence A et de référence B sur un même plateau.

Voies du robot :

Un plateau est donc associé à une seule référence de bossage et un numéro de voie lui est attribué.

Les voies fonctionnent par paires, une même référence pour 2 voies :



Le robot doit toujours être au moins en possession de plateaux sur deux voies (1-3, 1-4, 2-3 ou 2-4).

Le seul organe qui a besoin de gérer des références de bossages, des numéros de tubes et au final des références produits, est le robot.

Cette nouvelle installation gère des numéros de plateaux et de bacs mais également des références de bossages.

Par conséquent, le robot de soudage devra donc émettre une demande comprenant une référence de bossage et le numéro d'une voie de destination.

Système de stockage automatisé

Le système de stockage automatisé est composé d'un magasin et d'un transstockeur.

Le magasin est constitué de deux rayonnages fixes (meuble) permettant le stockage des plateaux métalliques (vides ou pleins) et des bacs en plastique contenant les bossages.

Le transstockeur permettant de desservir le magasin est constitué :

- d'un mât se déplaçant sur un rail entre les rayonnages du magasin,
- d'une benne qui monte et descend le long du mât,
- d'un système de préhension permettant de prendre ou déposer les charges (plateaux ou bacs).

Les missions de stockage ou déstockage sont affectées au transstockeur par l'opérateur à l'aide d'un IHM ou par une demande du robot de soudage.

Poste opérateur

Le poste opérateur a pour but de remplir les plateaux vides présents dans le magasin avec les bossages correspondants contenus dans les bacs stockés en magasin. Pour ce faire, le poste opérateur comprend :

- une ligne plateaux (1 voie d'entrée, 1 voie de sortie),
- une ligne bacs (1 voie d'entrée, 1 voie de sortie),
- une Interface Homme/Machine (IHM).

Au préalable, les bacs sont remplis manuellement avec les bossages (1 seule référence de bossage par bac). L'opérateur renseigne à l'IHM la quantité de bossage placée dans le bac puis, il le pousse vers l'entrée du magasin. Le bac est alors identifié avant d'être stocké par l'intermédiaire du transstockeur.

Lorsqu'un plateau vide est présent dans le magasin, l'opérateur en est informé et réalise alors la demande de remplissage sur l'IHM. Le transstockeur va alors chercher les plateaux vides dans le magasin et les dépose sur la ligne « plateaux », puis, il va chercher un bac contenant la référence de bossage correspondante et le dépose sur la ligne « bacs ».

L'opérateur remplit ensuite le plateau et le renvoie vers le magasin pour être identifié avant d'être stocké à son emplacement. Les bacs vides ou entamés sont stockés de la même manière après que leur contenu ait été déclaré sur l'IHM.

Ligne de manutention

Pour être alimenté en bossage et ainsi réaliser sa tâche, le robot de soudage réalise une demande comprenant :

- la référence du bossage désirée,
- la voie de destination du bossage.

Le transstockeur sort un plateau préalablement équipé de la référence de bossage demandée. Ce dernier est ensuite convoyé sur la voie désirée par le robot qui utilise alors tous les bossages et renvoie le plateau vide.

Le retour du plateau vide se fait sur la même ligne de convoyage. Il est alors identifié avant l'entrée dans le magasin où il est stocké à son emplacement, en attendant la prochaine demande de l'opérateur pour être équipé.

Lorsque le plateau vide est revenu dans le magasin, un autre plateau équipé peut être envoyé (sur demande du robot). Le robot traite les plateaux les uns après les autres.

II Développement du projet

II.1 Gestion

Cette partie du mémoire a pour but de décrire la démarche mise en place par NHS afin d'organiser de bout en bout le bon déroulement du projet.

II.1.1 Objectifs

La réalisation du projet en lui-même constitue un objectif qui combine quatre aspects :

- fonctionnel et technique : la réponse à un besoin et des spécifications de mise en œuvre,
- organisationnel : le respect d'un mode de fonctionnement (rôles, fonctions, habitudes...),
- délais : le respect des échéances,
- coût : le respect du budget.

II.1.1.1 Aspect fonctionnel et technique

La société NHS a donc été sollicitée par CHN pour réaliser l'installation permettant le stockage automatisé des bossages préalablement préparés sur des plateaux destinés à être convoyés au robot de soudage.

Les prestations et fournitures à la charge de NHS sont les suivantes :

- études mécaniques, électriques et automatismes,
- détermination et approvisionnement du matériel nécessaire et suffisant,
- fabrication des éléments mécaniques,
- câblage des armoires et des coffrets électriques,
- développement des programmes API, IHM et variateurs,
- développement des communications par réseaux,
- montage et câblage à « blanc » d'une partie de l'installation en atelier à Rousset.
- essais et mise au point (tests électriques et automatismes),
- dépose pour transport,
- livraison des équipements dans les locaux de CHN à Tracy-le-Mont,
- montage mécanique sur site, pose cheminements, pose et raccordements des câbles, installations des armoires et coffrets,
- tests fonctionnements à vide,
- tests fonctionnements en actif,
- mise en service de l'installation,
- formation pour le personnel d'utilisation et de maintenance,
- fourniture de la documentation.

Pour ma part, sur ce projet j'ai pour missions :

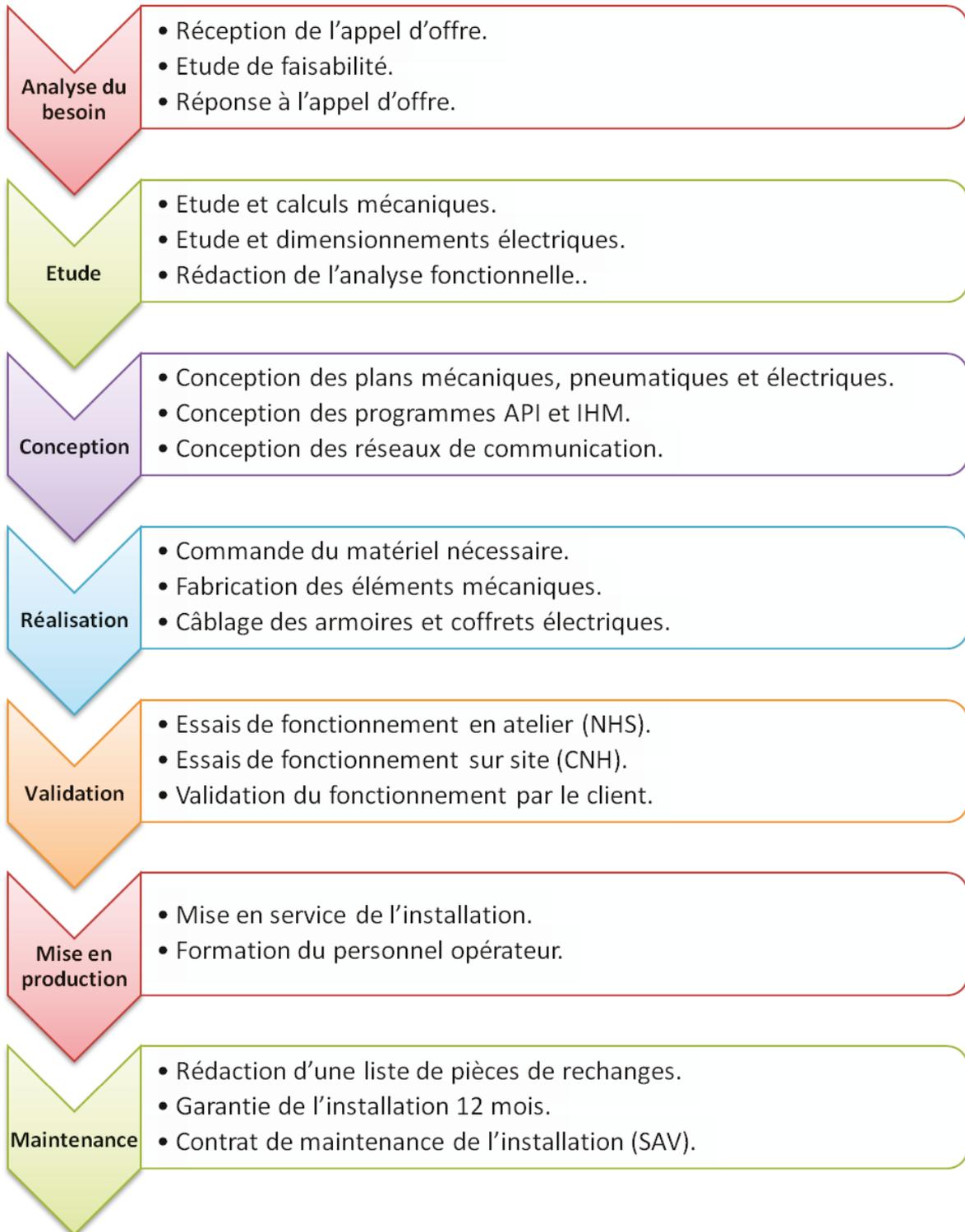
- l'étude et la conception des schémas électriques,
- la commande du matériel électrique,
- la programmation de l'automate,
- la programmation de l'IHM,
- le paramétrage des variateurs,
- le paramétrage du lecteur code-à-barre,
- le développement des réseaux de communication,
- le suivi de la sous-traitance et du chantier électrique,
- les essais en atelier,
- la mise en service sur site,
- la rédaction de la notice d'utilisation,
- la formation des opérateurs.

D'autre part, les tâches suivantes ne sont pas comprises dans les prestations à réaliser par NHS :

- tous travaux de Génie Civil, percements, scellements...,
- l'amenée d'air comprimé et de l'énergie électrique,
- la mise à la terre et la protection éventuelle du réseau,
- le démontage et la modification des installations existantes,
- les travaux de montage devant intervenir les samedis, dimanches ou jours fériés,
- les divers échantillons nécessaires aux études et essais (cartons, produits...),
- toute prise en compte de dommage indirect et immatériel,
- les frais d'assurances complémentaires ou d'organismes de contrôle,
- et d'une manière générale, toute fourniture ou prestation non clairement explicitée dans l'offre ou dans l'analyse fonctionnelle.

II.1.1.2 Aspect organisationnel

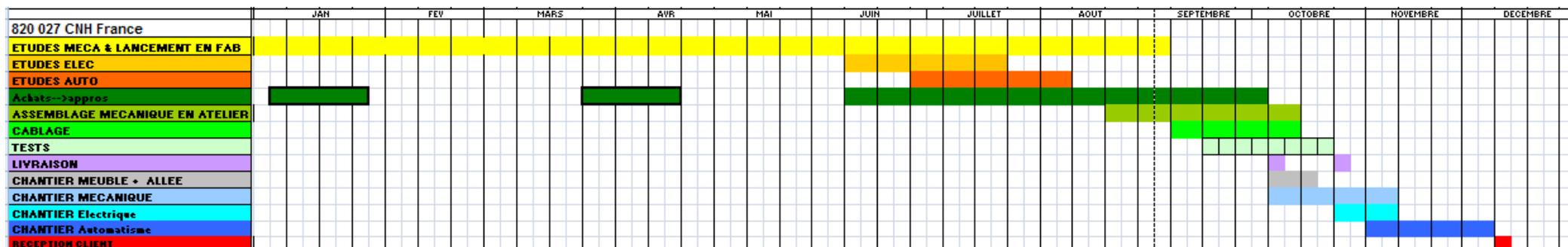
L'organisation mise en place par NHS (*Figure 20*) permet d'entreprendre successivement les différentes étapes du projet dans la logique de réalisation d'une affaire.



- **Figure 20:** Organisation des tâches NHS -

II.1.1.3 Délais

Voici le planning prévisionnel (*Figure 21*) établi en début d'affaire entre la société NHS et le client CNH afin de respecter le délai de mise en service de la nouvelle installation fixée en décembre 2009.



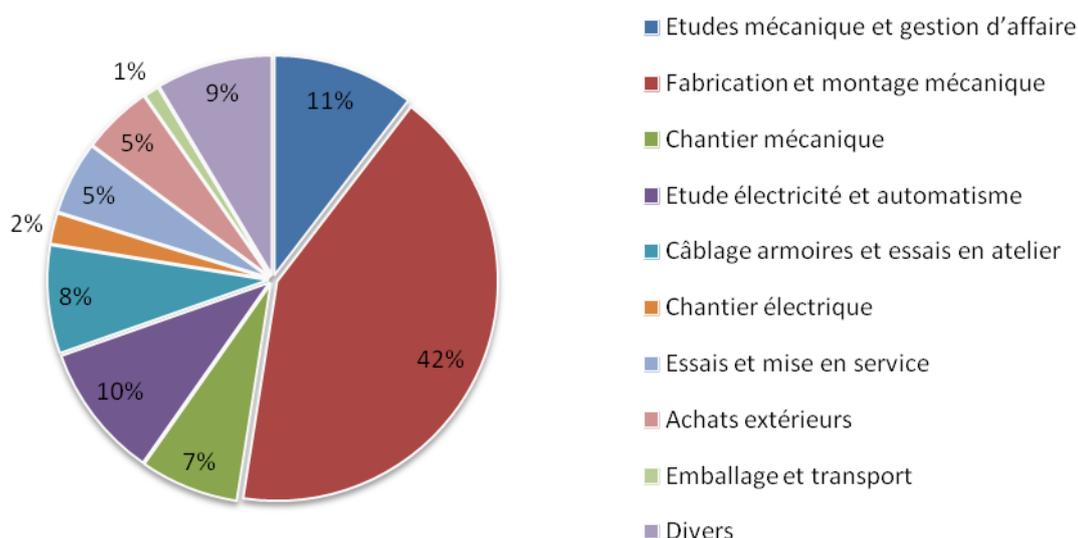
- **Figure 21:** Planning prévisionnel NHS -

II.1.1.4 Coût

Le prix hors taxe (HT) défini par NHS pour la réalisation de l'ensemble des prestations telles que définies précédemment (cf. II.1.1.1 Aspect fonctionnel et technique) est de : 198 000 € HT.

Désignation	Montant
Etude mécanique et gestion d'affaire	20 530,00 €
Fabrication et montage mécanique	83 343,00 €
Chantier mécanique	14 324,00 €
Total Ensemble mécanique	118 197,00 €
Etude électricité et automatisme	19 600,00 €
Câblage armoires et essais en atelier	15 767,00 €
Chantier électrique	4 516,00 €
Essais et mise en service	10 614,00 €
Total Ensemble électricité et automatisme	50 497,00 €
Achats extérieurs	10 222,00 €
Emballage et transport	2 194,00 €
Divers	16 889,00 €
TOTAL	198 000,00 €

Le graphique ci-dessous (Figure 22) montre la répartition financière de nos prestations sur ce projet.



- **Figure 22:** Répartition financière des tâches NHS -

On peut alors constater que le coût de l'ensemble mécanique représente 60% de notre prix total tandis que l'ensemble électricité et automatisme (pour lequel j'ai travaillé) en représente 25%.

II.1.2 Enjeux

Ce projet comporte plusieurs enjeux importants pour la société NHS dont voici les principaux :

II.1.2.1 Economique

Comme dans toutes les sociétés, le but principal est de dégager une marge maximale de cette affaire.

Cela correspond également à un des principaux objectifs de NHS (*cf. I.1.3.8 Résultats et objectifs*), à savoir améliorer la rentabilité de ses affaires.

II.1.2.2 Commercial

CNH France est un client de longue date pour lequel NHS a régulièrement des commandes, il est donc important de le satisfaire.

Cette installation est une première pour le site de Tracy-Le-Mont, mais une autre ligne pour l'îlot d'assemblage devrait être installée courant 2010.

De plus, d'autres projets sont en cours d'études sur les différents sites du groupe en France.

II.1.2.3 Technique

Par l'intermédiaire de ce projet, NHS met en application ses compétences et son savoir faire en matière de manutention industrielle, mais aussi et surtout dans le domaine du stockage automatisé qui fait sa spécificité et sa renommée.

II.1.3 Moyens

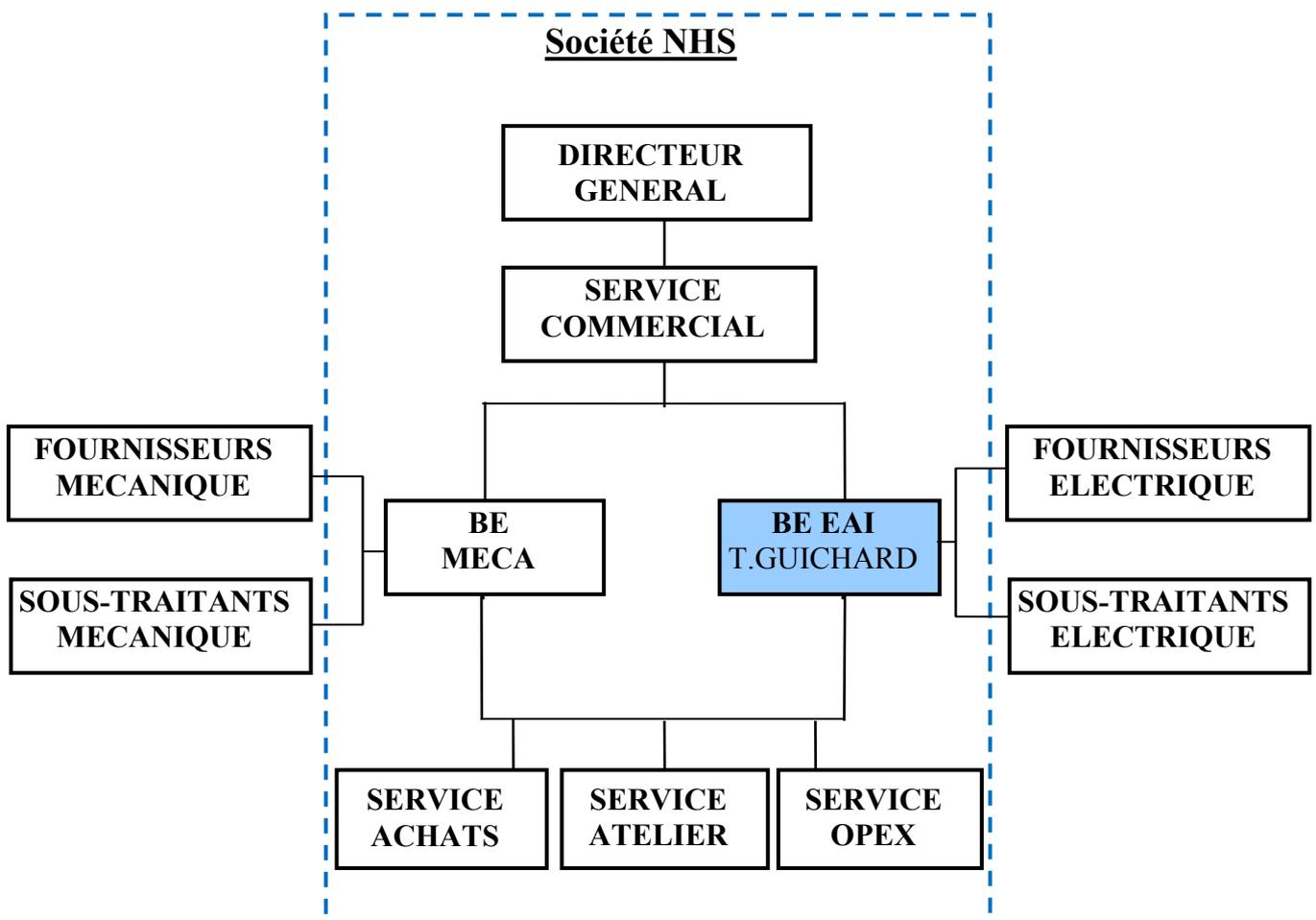
Pour la réalisation de ce projet, la société NHS a déployé différents moyens et ressources :

- les ressources humaines « en interne » : la mise à disposition des employés NHS nécessaires,
- les ressources humaines « en externe » : la réalisation de certains travaux par des sous-traitants et la commande de matériels chez des fournisseurs,
- les moyens financiers : la mise à disposition d'un budget pour la réalisation des différents travaux.

II.1.3.1 Ressources humaines

Organisation

L'organigramme ci-dessous (*Figure 23*) présente l'organisation mise en place par la société NHS pour mener à bien ce projet, avec ma position :



- **Figure 23:** Organisation de NHS pour la réalisation du projet -

Les services NHS

Ci-dessous, la description des différents services et l'inventaire des ressources utilisées par la société NHS pour la réalisation du projet.

Service commercial :

Un technico-commercial a travaillé sur ce projet. Il a répondu à l'appel d'offre et a traité l'affaire avec la société CNH. Il a réalisé une étude de faisabilité en se basant sur les données du client et sur l'expérience de la société NHS.

De plus, il a effectué le suivi commercial de l'affaire : respect des conditions d'achat, demandes d'avenant le cas échéant.

Service BE MECA:

Deux personnes du BE ont travaillé sur ce projet :

- un responsable technique,
- un ingénieur chef de projet.

Ce service a réalisé les études et les calculs mécaniques afin de concevoir les plans de fabrication et dimensionner les différents moteurs. Il a participé à l'élaboration de l'analyse fonctionnelle.

Le BE a participé aux réunions avec les différents intervenants pour ce projet puis, il a également composé le dossier technique final remis au client.

Service BE EAI:

Deux personnes du BE ont travaillé sur ce projet : un responsable technique et moi-même en tant qu'ingénieur.

Nous avons finalisé l'analyse fonctionnelle qui a été validée par le client puis, réalisé l'étude électrique et la programmation des automatismes.

De plus, nous avons effectué le suivi de la réalisation des armoires électriques, les essais, et participé à la mise en service de l'installation.

Nous avons également réalisé la rédaction et la gestion des différents documents à fournir.

Service Achat :

Le service achat est composé de trois personnes :

- un acheteur,
- une assistante acheteuse,
- un magasinier.

Ce service a effectué la commande du matériel auprès des fournisseurs habituels de NHS en fonction des listes de demandes d'achats rédigées par les BE.

De plus, ce service a effectué le suivi des approvisionnements, les relances auprès des fournisseurs et la réception du matériel en magasin.

Service atelier mécanique et électricité :

Cinq personnes du service atelier ont travaillé sur ce projet :

- trois monteurs pour assembler les éléments mécaniques,
- deux câbleurs pour réaliser le raccordement des éléments électriques aux armoires et coffrets afin de réaliser les essais à « blanc » en atelier.

Service OPEX:

Le service OPEX (OPération EXtérieure), chargé des travaux à réaliser sur le site client à Tracy-le-Mont se compose de :

- deux monteurs chargés de mettre en place tous les éléments mécaniques de l'installation,
- deux câbleurs afin de réaliser le raccordement des armoires électriques et participer aux essais avant la mise en service de l'installation,
- un responsable des travaux.

Les sous-traitants et fournisseurs

Ne possédant pas toutes les ressources nécessaires à la réalisation du projet, la société NHS est obligée de faire appel à des sous-traitants pour effectuer certains travaux tels que :

- la réalisation du câblage électrique des armoires et coffret en fonction des schémas dessinés par le BE EAI de NHS,
- la réalisation des différents éléments mécaniques conçus par le BE MECA de NHS,
- le montage mécanique sur site.

D'autre part, comme sur toutes les affaires, NHS a aussi fait appel à ses fournisseurs habituels afin d'approvisionner les fournitures nécessaires à la réalisation du projet.

II.1.3.2 Les moyens financiers

Le coût direct de cette affaire est évalué à 120 950,00 €. Le tableau ci-dessous (Figure 24) décompose donc ce montant mis en jeu par la société NHS.

FOURNITURE/SOUS-TRAITANCE/DIVERS			
Sous-traitance mécanique			47 087,00 €
Sous-traitance électrique			6 835,00 €
Déplacement et gestion			800,00 €
Achats extérieurs			9 200,00 €
Emballage et transport			1 360,00 €
Divers			10 470,00 €
TOTAL Euros HT			75 752,00 €
MAIN D'OEUVRE			
Désignation	Heures	Tarif	Montant
Etude mécanique	370	26	9 620,00 €
Etude électricité/automatisme	350	28	9 800,00 €
Atelier mécanique	218	21	4 578,00 €
Atelier électricité	140	21	2 940,00 €
Chantier mécanique	222	40	8 880,00 €
Chantier électricité	70	40	2 800,00 €
Essais et mise en service	140	47	6 580,00 €
TOTAL Euros HT			45 198,00 €
COÛT DIRECT DE L'AFFAIRE			120 950,00 €

- **Figure 24:** Tableau de décomposition du coût direct du projet pour NHS -

Pour arriver au prix de vente de 198 000,00 € détaillé dans le paragraphe précédent (cf. II.1.1.4 Coût), il faut ajouter au coût direct une contribution (120 950,0 € + 77 050,0 € = 198 000,0 €). Cela fait donc une contribution de 38,91% sur le prix de vente, pour la société NHS.

Notre client CNH ayant accepté les conditions de notre devis, il se conforme aux modalités de paiement de ce dernier, à savoir :

- 20% (39 600,0 €) d'acompte à la commande.
- 80% (158 400,0 €) à la réception définitive.

II.2 Etudes

Cette partie du document présente les calculs et les réflexions qui ont permis de réaliser les différents choix, aussi bien techniques qu'au niveau fonctionnel.

Ces études ont été menées en tenant compte des exigences et des contraintes suivantes :

- l'infrastructure : l'installation doit s'adapter aux locaux du client,
- les types de charges : l'installation doit pouvoir transporter et stocker deux types de charges différentes, des plateaux métalliques (*cf. I.2.2.1 Situation actuelle*) et des bacs en plastiques (*cf. I.2.2.2 Situation souhaitée*),
- la quantité des charges : 64 plateaux métalliques, et 12 références de bossage à stocker dans 46 bacs,
- l'identification des charges : détection des vis sous les plateaux, et étiquettes codes-à-barres pour les bacs,
- la cadence : le robot de soudage doit pouvoir fonctionner à une cadence de un plateau par ½ heures,
- les conditions d'utilisations : température entre 5°C et 40°C sans variation brusque, dans une ambiance normale non poussiéreuse, et dans une fréquence de 16,5h/24h, 5j/7j, 47 semaines/an,
- énergies : Alimentation électrique 3P+N+T régime TT - 400 VAC, 50 Hz et alimentation pneumatique de pression 6 Bar,
- normes : l'installation doit être conforme aux réglementations et décrets en vigueur, notamment au niveau de la sécurité (NF C 15-100, NF EN 60204-1...),
- fonctionnement : l'installation doit fonctionner comme le désire le client (*cf. I.2.3 Description fonctionnelle*).

II.2.1 Mécanique

Les éléments mécaniques de l'installation (convoyeurs, transstockeur ...) sont étudiés par le BE MECA. Pour détailler ces études, décomposons l'installation en quatre parties (cf. 1.2.3 Description fonctionnelle) :

- magasin de stockage,
- transstockeur,
- ligne de manutention,
- poste opérateur.

II.2.1.1 Magasin de stockage

Le magasin de stockage permet de stocker les plateaux métalliques (vides et pleins) destinés au robot de soudage et les bacs en plastiques contenant les bossages.

Pour la conception de cet élément, il a fallu tenir compte des contraintes d'infrastructure, du type et du nombre de charges ainsi que des normes en vigueur.

En effet, la hauteur sous plafond étant limitée et en tenant compte des dimensions maximum des charges, le magasin ne peut pas compter plus de 5 niveaux. De plus, le nombre de charges à stocker est pour l'instant limité à 64 plateaux et 46 bacs (données du client). Le magasin n'a donc besoin que de 110 emplacements (avec la possibilité d'ajouter 6 colonnes supplémentaires soit 60 emplacements de plus).

Le magasin est composé d'une allée centrale avec de part et d'autre le meuble permettant de stocker les bacs et plateaux (un par alvéole) sur des cornières métalliques. Les données du meuble de stockage issues de l'étude mécanique sont les suivantes :

- Capacité : 1 allée x 2 rangées x 12 colonnes sur 5 niveaux.
Soit un total de 120 emplacements auxquels on retire 10 emplacements pour les accès au magasin (entrées/sorties).
- Structure et pîtements en acier peint.
- Meuble autoporteur avec cornières en acier galvanisé.
- Spécifications :
 - niveau bas / sol > 700 mm,
 - pas nominal vertical des cornières ≥ 425 mm avec butée arrière,
 - niveau haut de la structure du meuble < 3100 mm,
 - largeur allée = 900 mm (bacs en position nominale compris),
 - découpe sur 30 mm et pli de l'aile verticale de la cornière vers l'extérieur dans la direction horizontale de 7 mm (de manière à former un entonnoir permettant de prendre en compte la dispersion de position horizontale du bac),
 - longueur cornière = 590 mm (bac débordant devant d'environ 20 mm, en retrait de la butée arrière de 10 mm),
 - largeur des poteaux = 60 mm.

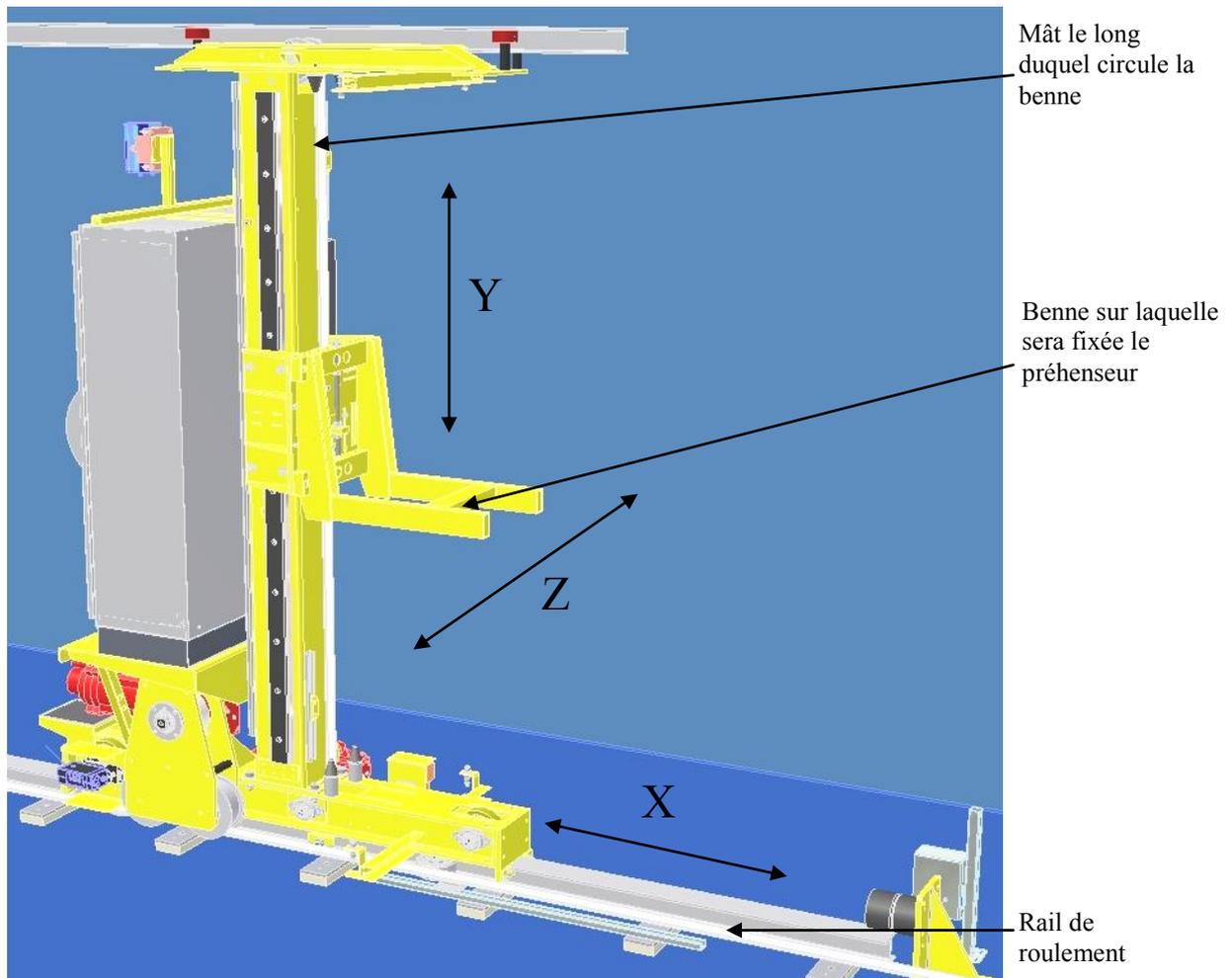
De plus, le magasin est équipé d'une porte à chaque extrémité permettant l'accès pour la maintenance.

II.2.1.2 Transstockeur

Le transstockeur est l'élément principal de cette installation. Il est alimenté via le poste opérateur et dessert la ligne de manutention vers le robot de soudage, mais c'est aussi l'élément le plus complexe. Pour la conception mécanique de celui-ci, il a fallu faire face à de nombreuses contraintes.

En effet, le transstockeur doit pouvoir circuler au milieu du magasin de stockage (contrainte d'infrastructure) et transporter les différentes charges (contrainte du type de charge) dans le but d'alimenter le robot de soudage (contrainte de cadence) tout en fonctionnant de façon fiable le plus longtemps possible (contrainte de conditions d'utilisations) et en respectant les réglementations en vigueur (contrainte des normes).

Le Transstockeur (*Figure 25*) effectue des allers-retours sur un rail de roulement. Le mouvement tout entier sur son rail est appelé X. Le mouvement de la benne le long du mât est appelé Y. Sur la benne est fixé un préhenseur qui effectue des mouvements d'un côté ou de l'autre appelés Z.



- **Figure 25:** Représentation du transstockeur en étude -

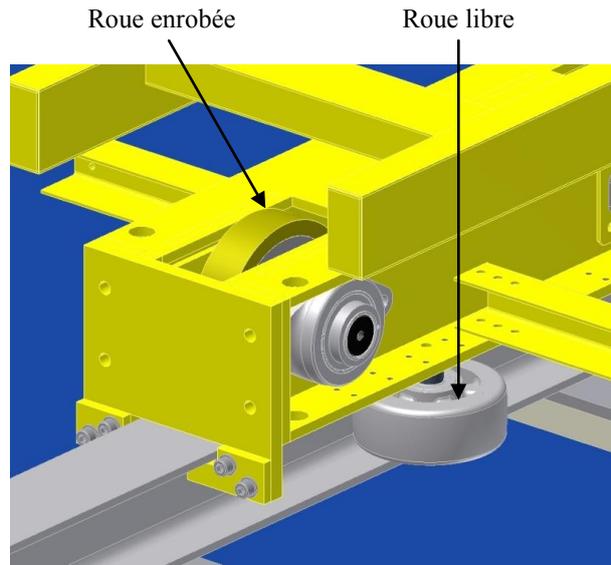
Le BE MECA a réalisé de nombreux calculs sur les différents mouvements (X, Y et Z) pour déterminer la motorisation nécessaire et s'assurer la stabilité du transstockeur.

En effet, en fonction des données du client, (caractéristiques des charges, les distances de courses, les masses, les cadences désirées) la motorisation a été déterminée.

Puis, il a fallu faire la somme des efforts s'exerçant sur le transstockeur, aussi bien en statique qu'en dynamique pour s'assurer que celui-ci ne bascule pas.

Le mouvement X

Le mouvement de translation X (*Figure 26*) s'étend sur une course de 6000 mm. La masse mobile en déplacement est de 1000 kg, celle-ci est entraînée par deux roues enrobées (une roue motrice et une roue libre). De plus, quatre roues libres sont mises en place de façon à ce que le transstockeur ne « dévie » pas du rail.



La motorisation choisie est de type brushless (4500 tr/min) avec réducteur permettant de réduire la vitesse de rotation du moteur à 150 tr/min. La vitesse maximale déterminée est de 1m/s avec une accélération maximale de 0.5m/s².

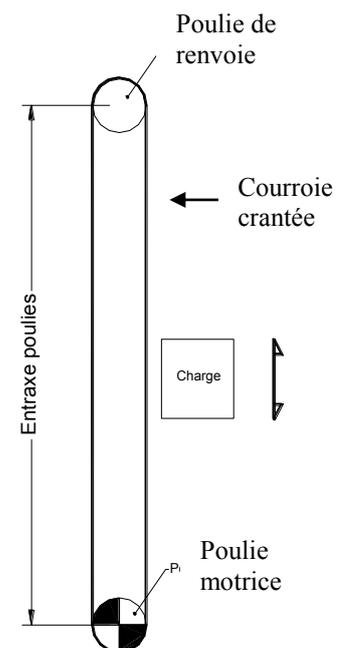
- **Figure 26:** Entraînement du transstockeur sur l'axe X -

Le mouvement Y

Le mouvement de translation Y (*Figure 27*) s'étend sur une course maximale de 2000 mm. La masse mobile en déplacement est de 200 kg, celle-ci est entraînée par une courroie crantée. La transmission du mouvement vertical est linéaire avec une poulie motrice crantée et une poulie de renvoie lisse.

Pour éviter qu'elle ne bascule, la benne est équipée de 4 galets en « V » d'un côté, et de 4 galets de came de l'autre.

La motorisation choisie est de type brushless (4500 tr/min) avec réducteur permettant de réduire la vitesse de rotation du moteur à 223 tr/min. La vitesse maximale déterminée est de 1m/s avec une accélération maximale de 0.5m/s².



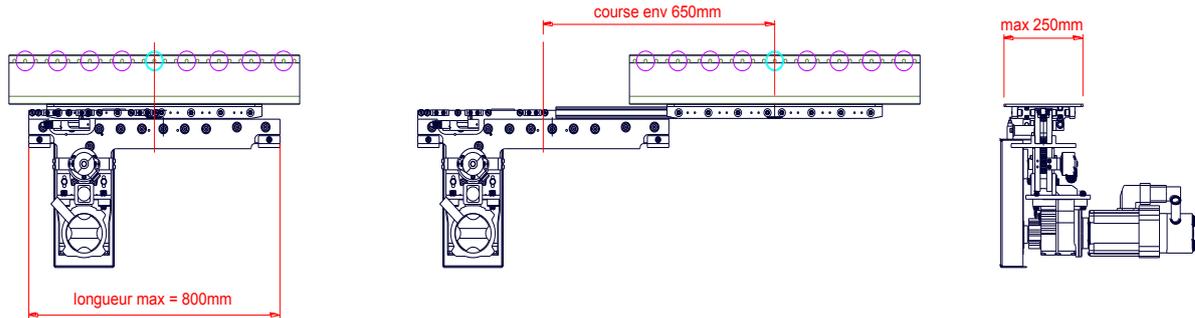
- **Figure 27:** Entraînement du transstockeur sur l'axe Y -

Le mouvement Z

Le mouvement Z est assuré par le préhenseur fixé sur la benne (*Figure 28*) dont il existe plusieurs technologies.

Habituellement, nous employons un système de préhenseur breveté par NHS composé d'une pince et d'un convoyeur.

Mais, compte tenu des différents types de charges à transporter, il n'était pas possible d'utiliser cette technologie. Le préhenseur choisi est donc une fourche télescopique du commerce.



- **Figure 28:** Dessins du préhenseur du transstockeur -

Le mouvement de translation Z s'étend sur une course maximale de 650 mm dans les deux sens. La fourche mesure 800 mm de long sur 250 mm de large et peut transporter une charge de 60 kg maximum.

La motorisation de la fourche est de type asynchrone (1380 tr/min) avec un réducteur permettant de réduire la vitesse de rotation du moteur à 31 tr/min. La vitesse maximale à vide est de 30 m/min avec une accélération maximale de 0.6m/s^2 , tandis qu'en charge la vitesse est de 15 m/min avec une accélération maximale de 0.3m/s^2 .

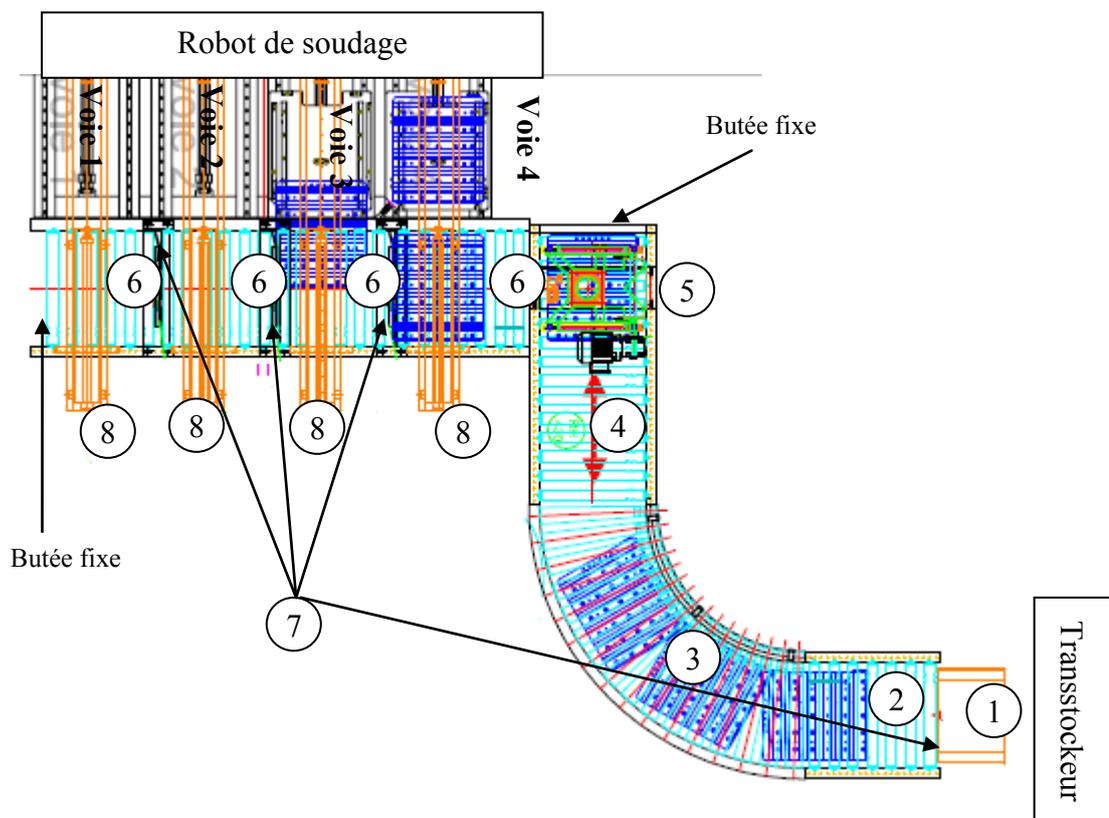
II.2.1.3 Ligne de manutention

L'étude mécanique des éléments permettant la manutention vers le robot de soudage a été réalisée en fonction de différentes contraintes dont la cadence et le type de charge.

En effet, les charges à transporter sont des plateaux métalliques dont leur identification s'effectue par le dessous, un système de manutention par convoyeur à bande est donc inenvisageable.

La ligne complète de manutention vers le robot de soudage (cf. I.2.3 Description fonctionnelle) est composée des éléments suivants (Figure 29):

- 1 convoyeur bi-courroies, (1)
- 1 convoyeur à rouleau moteur, (2)
- 1 convoyeur courbe à rouleau moteur, (3)
- 1 convoyeur à rouleau moteur, (4)
- 1 table de transfert, (5)
- 4 convoyeurs à rouleau moteurs, (6)
- 4 butées pneumatiques, (7)
- 4 systèmes de transferts de plateaux. (8)

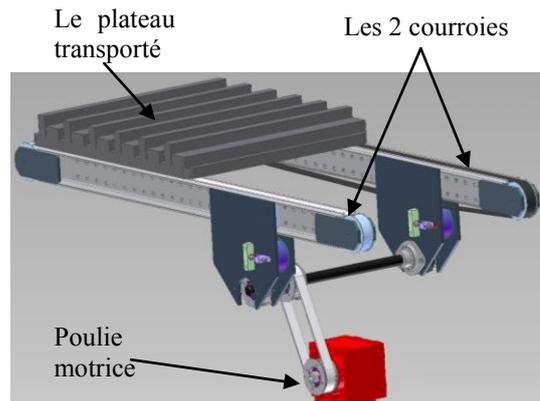


- **Figure 29:** Dessin de la ligne de manutention vers robot de soudage -

Le convoyeur bi-courroie

Le convoyeur faisant la liaison entre la ligne de manutention et le magasin de stockage doit permettre au transstockeur de venir prendre ou de déposer les plateaux. C'est pour cette raison, que le choix s'est porté vers un convoyeur bi-courroie (*Figure 30*).

Les courroies sont entrainées dans les deux sens, à une vitesse de 10-15m/min par un système de poulie motrice avec un moteur asynchrone.



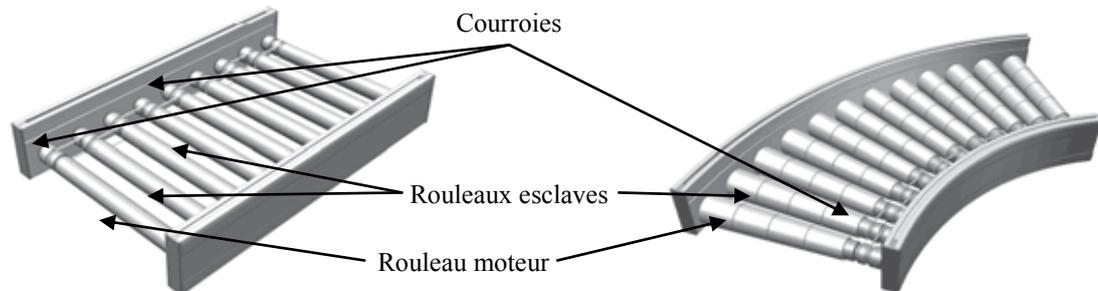
- **Figure 30:** Dessin du convoyeur bi-courroie -

Les convoyeurs à rouleaux moteur

Les six convoyeurs ainsi que la courbe à rouleaux moteur adoptent la même technologie (*Figure 31*). Ils sont composés d'un seul rouleau moteur relié à un certain nombre de rouleaux esclaves en acier, via des courroies.

Chaque rouleau moteur est alimenté en 24 VDC et peut être piloté dans les deux sens ou arrêté, par l'intermédiaire d'une carte de contrôle qui propose une interface pour une commande externe (un API dans notre cas), ainsi qu'une protection du moteur contre les surintensités.

Ce système de commande garantit une vitesse constante sur toute la plage de charge et un couple constant dans toutes les plages de vitesse réglables.

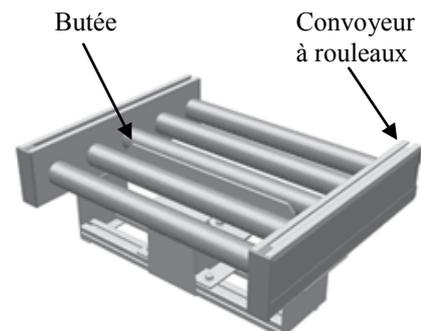


- **Figure 31:** Dessins de convoyeurs a rouleau moteur -

Butée pneumatique

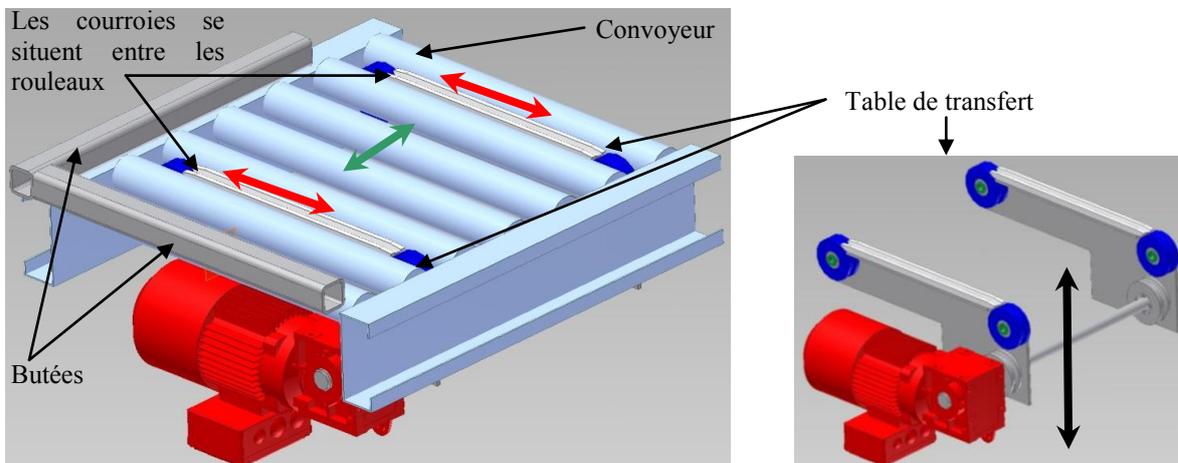
Des butées à mouvement pneumatique (*Figure 32*) sont insérées entre deux rouleaux de convoyeur pour permettre d'arrêter le plateau afin de le référencer ou de l'identifier.

Les butées étant mobiles elles peuvent alors se baisser et ainsi laisser le plateau continuer son déplacement.



- **Figure 32:** Dessin d'une butée pneumatique -

La table de transfert est un module venant s'intégrer sur un convoyeur à rouleaux (*Figure 33*). Elle permet de transférer les plateaux à 90° par rapport au flux du convoyeur et de les garder dans le bon sens pour leur identification.



- **Figure 33:** Dessins de la table de transfert -

La table de transfert est montée sur un système de vérin (non représenté la Figure 46). Elle est initialement en position basse (sous le niveau de convoyage). Le produit arrive sur le convoyeur à rouleaux et est stoppé par la butée en extrémité. La table passe alors en position haute afin de « décoller » le produit du convoyeur (10mm). Le moteur asynchrone de la table entraîne alors les courroies à une vitesse de 10-15m/min afin de déplacer le produit ; il est alors transféré à 90°, sur un autre convoyeur.

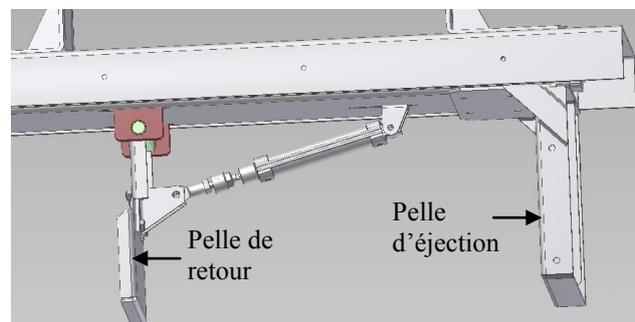
Le circuit fonctionne également en sens inverse. Dans ce cas, lorsque le produit arrive en butée, il y aura frottement entre les courroies et le produit.

Le système de transfert de plateaux

Un système de transfert de plateaux (*Figure 34*) se situe en face de chaque voie d'accès au robot de soudage.

Il permet à la fois, d'éjecter les plateaux pleins vers le robot de soudage par l'intermédiaire de la « pelle d'éjection », mais aussi le retour des plateaux vide sur la ligne de manutention grâce à la « pelle de retour ».

Chacune des pelles est actionnée par un vérin pneumatique double effet.



- **Figure 34:** Dessin du système de transfert de plateaux -

II.2.1.4 Poste opérateur

Le poste opérateur (*Figure 35*) est desservi par le transstockeur. Il permet de remplir les plateaux vides stockés dans le magasin avec des bossages contenu dans les bacs, eux aussi rangés dans le magasin (*cf. I.2.3 Description fonctionnelle*).

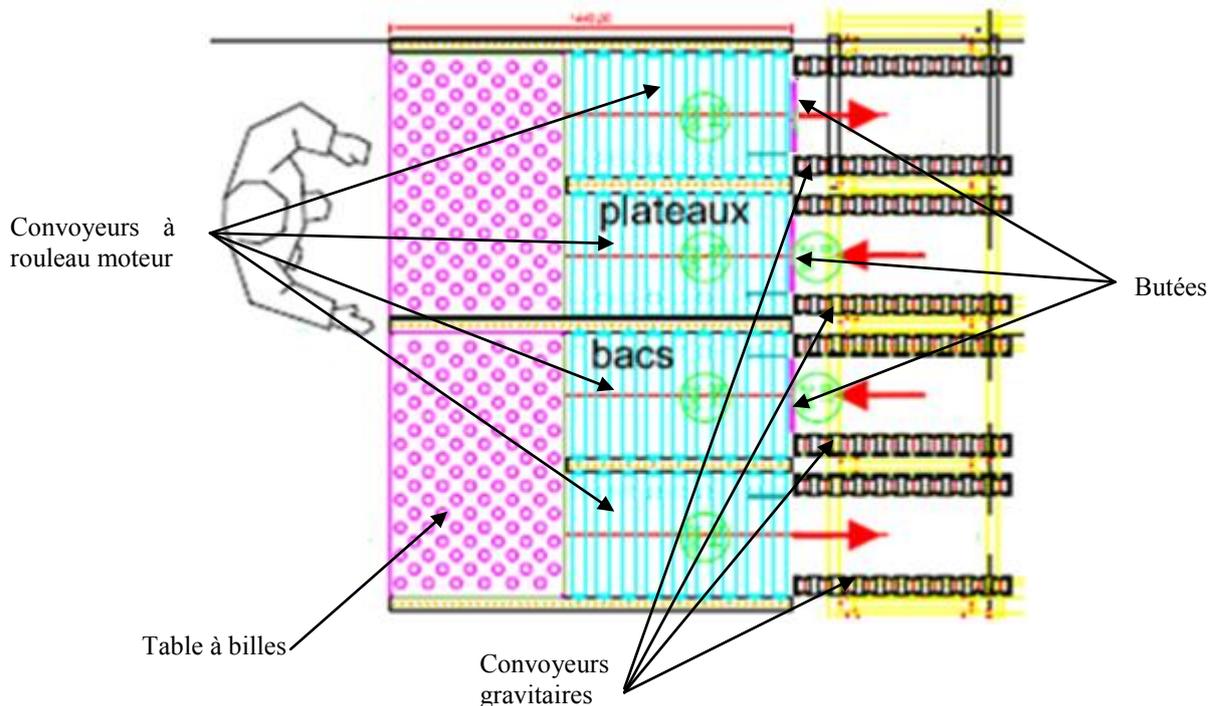
Cette partie de l'installation voit donc circuler à la fois des plateaux, par l'intermédiaire de la « ligne plateaux », et des bacs par l'intermédiaire de la « ligne bacs ».

Chacune de ces deux lignes se compose d'une voie de « sortie » permettant au transstockeur de venir prendre la charge afin de la stocker et d'une voie « d'entrée » permettant au transstockeur de venir déposer la charge pour être utilisée par l'opérateur.

Ces deux voies sont elles-mêmes chacune composées d'un convoyeur gravitaire au bout duquel est insérée une butée pneumatique, et d'un convoyeur à rouleau moteur.

Une autre butée pneumatique est également intégrée au bout du premier convoyeur à rouleau de la voie d'entrée de la ligne plateaux. Elle est destinée à arrêter les plateaux pour qu'ils soient identifiés avant leur réintroduction dans le magasin.

Afin que l'opérateur puisse manipuler facilement les charges, celles-ci sont déposées sur une table à billes.



- **Figure 35:** Dessin du poste opérateur -

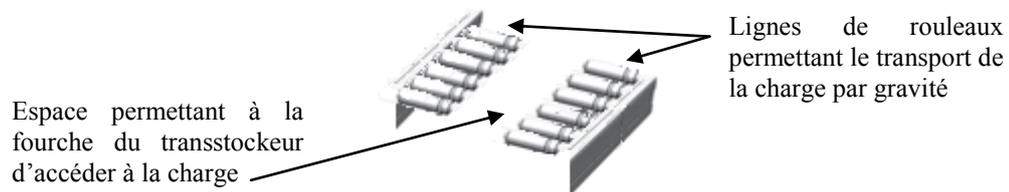
Convoyeur à rouleau moteur et butée pneumatique

Les convoyeurs à rouleau moteur et les butées pneumatiques du poste opérateur adoptent la même technologie que ceux de la ligne de manutention vers le robot de soudage décrits précédemment (cf. II.2.1.3 Ligne de manutention).

Convoyeur gravitaire

Le convoyeur gravitaire (Figure 36) n'est pas motorisé. Le déplacement de la charge est réalisé, comme son nom l'indique, par gravité. Il s'agit donc d'un transporteur incliné avec une pente de 5% réglable par ajustement des pieds et composé de rouleaux en acier.

Pour notre application, il se compose de deux lignes de rouleaux sur lesquelles la charge est posée, laissant ainsi un espace libre au milieu du convoyeur permettant à la fourche du transstockeur de venir prendre (ou déposer) la charge.



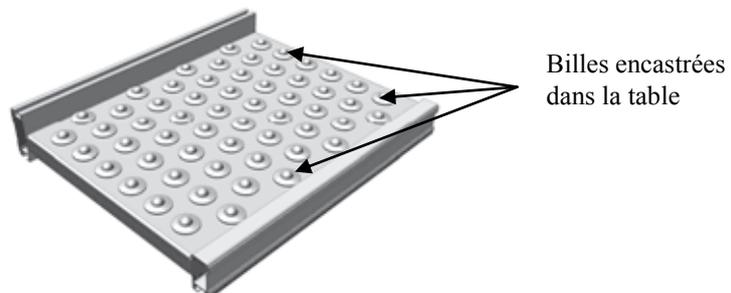
- **Figure 36:** Dessin d'un convoyeur gravitaire -

Table à billes

La table à billes (Figure 37) est une table de manutention permettant de manipuler et transférer à 90° avec peu d'efforts des charges allant jusqu'à 90 kg. Pour ce faire, elle se compose de plusieurs rangées de billes standard en acier inoxydable encastrées dans une armature plane en acier.

Cette armature est ensuite montée entre des profilés latéraux en aluminium pour permettre à la table à billes d'être facilement intégrée aux systèmes de convoyeurs de la ligne « plateaux » et de la ligne « bacs ».

Dans notre cas, l'opérateur peut alors déplacer aisément les plateaux et les bacs (45 kg maximum) dans le but de remplir les plateaux de bossages.



- **Figure 37:** Dessin de la table à billes -

II.2.2 Instrumentation

L'instrumentation industrielle est une technique de mise en œuvre d'appareils de mesures, de capteurs, de régulateurs, en vue de créer un système d'acquisition de données ou de commande. Dans notre cas, l'instrumentation va permettre d'automatiser notre installation.

Cette partie du document, présente les différents types de capteurs choisis, leur utilité et leur implantation dans notre installation.

Cette étude a été réalisée par le BE EAI en étroite collaboration avec le BE MECA pour l'intégration mécanique des capteurs.

II.2.2.1 Types de capteurs

Capteur mécanique

Les capteurs mécaniques sont généralement employés pour assurer la fonction de détection des positions (*Annexe 1*).

Dans notre application, nous utilisons ce type de capteur pour détecter les cames de positions des trois axes de déplacement (X, Y et Z) du transstockeur.

Pressostat

D'une manière générale, un pressostat est un dispositif détectant un dépassement de pression (*Annexe 1*).

Pour notre part, nous mettons habituellement en place un pressostat sur l'arrivée d'air générale de notre installation et nous renvoyons un contact électrique sur une entrée API de façon à détecter et signaler un manque d'air.

Capteur inductif

Nous mettons en place des capteurs inductifs lorsque nous avons besoin de détecter des objets métalliques.

Sur cette installation, nous employons ce type de capteur pour détecter les vis métalliques permettant l'identification des plateaux.

Capteur ILS

Un capteur ILS (Interrupteur à Lame Souple) est un capteur de proximité (*Annexe 1*).

Généralement, ces types de capteurs sont directement montés sur les vérins et nous les utilisons pour détecter les positions « rentré » et « sorti » de ces derniers.

Cellule photoélectrique

Une cellule photoélectrique est également un capteur de proximité. Nous employons trois grands types de détection : le système « reflex », le système « proximité » et le système « barrage » (*Annexe 1*).

Pour notre part, le système le plus utilisé est le « reflex ». En effet, dès que cela est possible, pour la détection des charges sur un convoyeur, nous privilégions l'emploi de cellules avec réflecteur. Cela permet de ne pas à avoir à régler la longueur du faisceau lumineux et ainsi gagner du temps lors du montage.

Cependant, lorsque l'implantation sur le convoyeur ne le permet pas, nous détectons les charges avec le système « proximité », par des cellules sans réflecteur, à réflexion directe. Dans ce cas là, il faut régler la distance du faisceau de telle sorte qu'il ne détecte seulement la charge transportée sur le convoyeur.

D'autre part, nous utilisons également le système « barrage » dans nos applications de levage (ici l'axe Y du transstockeur), lorsque nous devons détecter le dépassement d'une charge ou de tout autre objet pouvant entraîner un blocage lors d'un déplacement de notre machine.

Codeur incrémental

Le codeur est un capteur rotatif associé à un moteur qui crée un certain nombre d'impulsions à chaque tour du moteur (*Annexe 1*).

Nous utilisons des codeurs incrémentaux lorsque nous devons réaliser des applications de positionnement. Pour cette application, nous les employons pour mesurer la distance de déplacement du transstockeur sur les axes Y et Z.

Nous privilégions cette technologie car il présente l'avantage d'être moins onéreux qu'un codeur absolu, cependant ils nécessitent une initialisation à chaque coupure d'alimentation.

Télémètre laser

Un télémètre laser est un appareil permettant de mesurer les distances (*Annexe 1*).

Nous utilisons ce type de capteur uniquement pour mesurer la distance de déplacement du transstockeur sur l'axe X.

Dans ce cas là, le télémètre embarqué sur le transstockeur est mobile et projette son rayon laser sur un réflecteur positionné en bout de course sur une partie fixe.

Cela nous permet d'avoir une mesure sur réflecteur moyenne distance, plus précise qu'avec un codeur.

II.2.2.2 Implantation des capteurs

Poste opérateur

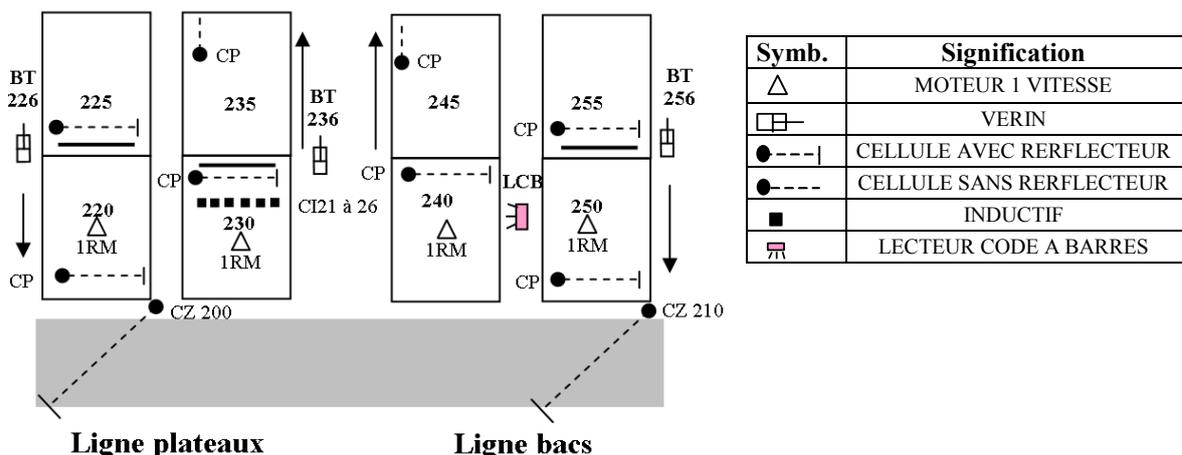
Cette partie de l'installation (cf. I.2.3 Description fonctionnelle) compte deux convoyeurs gravitaires ainsi que six convoyeurs à rouleau moteur (Figure 38). Une cellule photoélectrique est mise en place en bout de chaque convoyeur permettant de signaler la présence d'une charge.

Sur la table à billes, deux cellules photoélectriques détectent la présence des charges : une pour l'arrivée d'un plateau et l'autre pour l'arrivée d'un bac.

Sur le poste opérateur circule à la fois des plateaux (ligne plateaux) et des bacs (ligne bacs). Avant l'entrée d'une charge dans le magasin, celle-ci doit être identifiée.

Pour la « ligne plateaux », cette identification est réalisée, comme décrit précédemment (cf. I.2.2.1 Situation actuelle), par l'intermédiaire de six capteurs inductifs.

Tandis que pour l'identification des bacs, un lecteur code-à-barres (LCB) est intégré sur le côté de la « ligne bacs » pour venir lire l'étiquette collée sur le bac, avant que celui-ci ne soit inséré dans le magasin.



- **Figure 38:** Schéma d'implantation des capteurs du poste opérateur -

Manutention vers robot de soudage

Comme nous l'avons vu précédemment (cf. II.2.1.3 La ligne de manutention), la ligne de manutention vers le robot de soudage (Figure 39) compte sept convoyeurs (un bi-courroie et six rouleaux moteurs).

En bout de chacun de ces convoyeurs est mise en place une cellule de détection des charges. Sachant que le circuit de manutention fonctionne dans les deux sens, les convoyeurs sont donc équipés de deux cellules (une à chaque extrémité). Il s'agit de cellules photoélectriques à réflexion directe ou avec réflecteur.

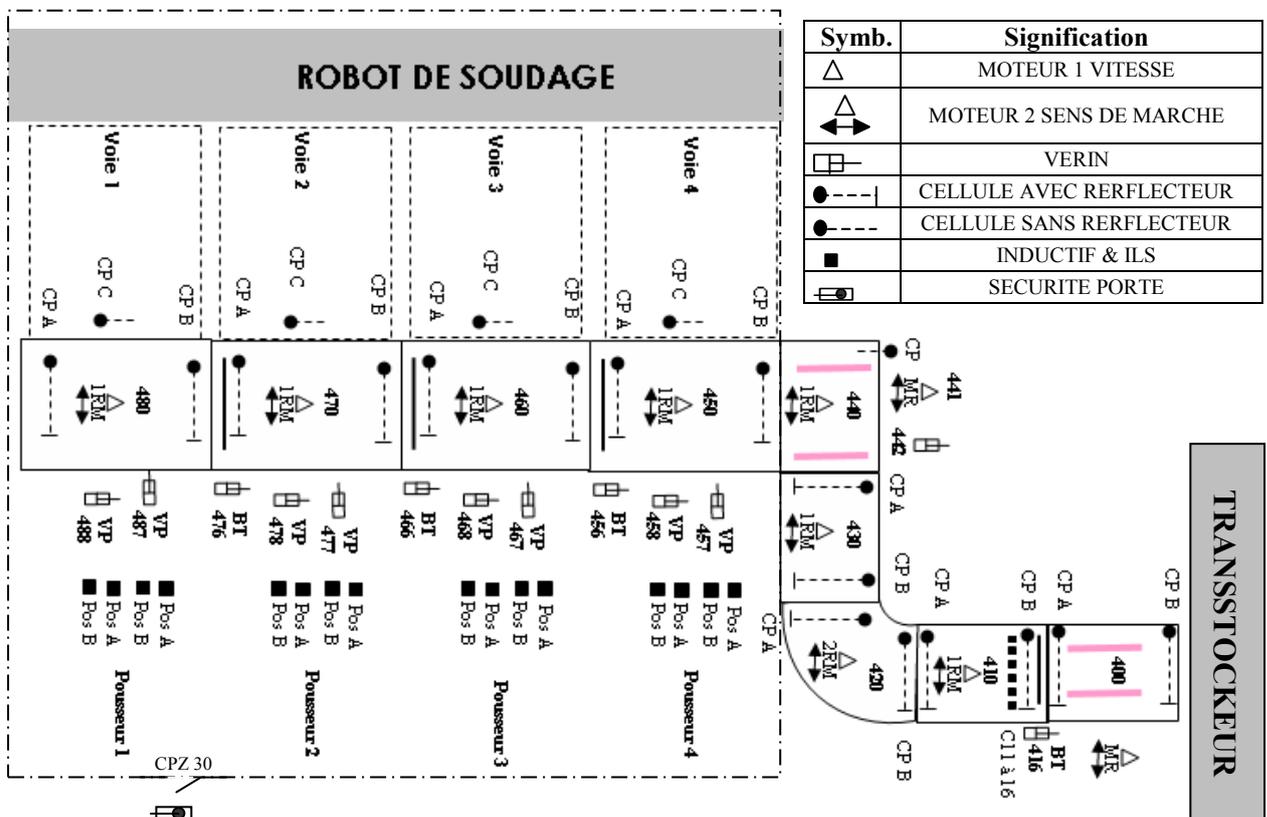
Cette ligne transporte uniquement des plateaux. Or, ces derniers sont identifiés par le dessous grâce à la détection de six vis métalliques. Cette identification est réalisée avant la rentrer dans le magasin de stockage. Pour ce faire, il est donc nécessaire d'intégrer, sous un convoyeur, six capteurs inductifs qui détecteront la présence éventuelle de la tête de vis.

La zone de transfert est composée de huit vérins pneumatiques dont il faut détecter les positions par des capteurs ILS:

- quatre vérins d'éjection des plateaux (1 position rentrée et 1 position sortie),
- quatre vérins pour actionner la pelle de retour des plateaux (1 position rentrée et 1 position sortie).

De plus, il a été rajouté sur chacune des quatre voies d'accès au robot une cellule photoélectrique permettant de vérifier que l'éjection du plateau a bien été réalisée.

D'autre part, la zone d'éjection des plateaux est entourée d'un grillage de protection comprenant une porte d'accès équipée d'un verrou et d'un capteur mécanique de sécurité.



- **Figure 39** : Schéma d'implantation des capteurs de la ligne de manutention -

Le transstockeur

Les mouvements de translation (X) et d'élévation (Y) du transstockeur (Figure 40) sont rectilignement guidés. Le positionnement est assuré par un codeur incrémental intégré au moteur pour l'élévation (Y), et par un télémètre laser pour la translation (X).

Deux capteurs de fin de courses mécaniques donnent les limites exploitables des mouvements X et Y.

Le mouvement en Z (chargement et déchargement des charges) est réalisé par une fourche télescopique. Le positionnement est contrôlé par un codeur incrémental.

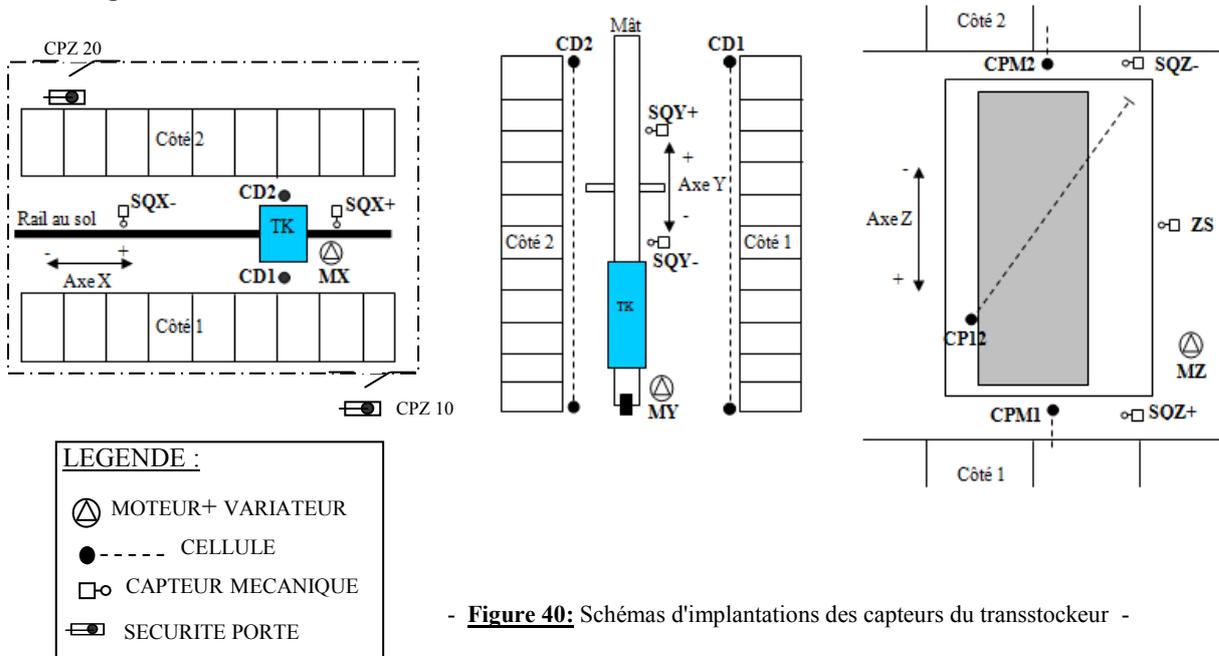
L'axe Z est équipé de trois capteurs de fin de course de mécaniques, deux donnant les limites exploitables du mouvement et un pour détecter la position de la fourche au centre de la benne.

Avant le déchargement d'une charge, une cellule photoélectrique contrôle que l'emplacement de destination est bien vide et permet également de vérifier que l'emplacement est plein avant un chargement sur la benne.

Une autre cellule photoélectrique est embarquée sur le transstockeur pour contrôler la présence de la charge sur la benne.

De chaque côté du transstockeur est intégrée une cellule photoélectrique permettant de contrôler que rien ne dépasse de la benne.

D'autre part, le magasin est entouré d'un grillage de protection comprenant deux portes d'accès pour la maintenance. Celles-ci sont équipées d'un verrou et d'un capteur mécanique de sécurité.



- **Figure 40:** Schémas d'implantations des capteurs du transstockeur -

II.2.2.3 Choix du matériel

De nombreux choix sont en premier lieu les choix d'un groupe qui ont été réalisés en respectant des critères bien précis (qualité, prix, fiabilité, disponibilité).

En effet, au sein de son groupe, Newtec souhaite homogénéiser les matériels utilisés sur la quasi-totalité des projets, sauf contre indication du client.

Cette affaire n'a donc pas dérogé à cette règle et nous avons utilisé le matériel standard suivant :

- moteurs de la marque SEW,
- cellules de la marque SICK,
- inductifs de la marque IFM,
- capteurs mécaniques de la marque TELEMECANIQUE,
- pneumatique de la marque SMC,
- rouleaux des convoyeurs de la marque INTEROLL.

Cependant, avant de commander ce matériel, il a fallu vérifier son adéquation avec nos besoins liés aux contraintes du projet.

Pour ma part, je me suis occupé de valider le choix des différents capteurs (inductifs, mécaniques et cellules photoélectriques).

Pour ce faire, j'ai tout d'abord étudié les caractéristiques techniques du matériel (plage de détection, encombrement, connectique...).

Ensuite, en collaboration avec le BE MECA, il a fallu réaliser l'intégration mécanique des différents capteurs, de façon à obtenir une détection sûre et permettant de respecter le fonctionnement de l'installation.

Et enfin, des essais complémentaires en atelier ont été nécessaires pour valider le fonctionnement des capteurs dans certaines conditions particulières. Notamment pour les cellules devant assurer la détection à la fois des plateaux et des bacs, mais aussi pour les inductifs permettant d'identifier les plateaux.

II.2.2.4 Documentation

Comme sur chaque projet, à la suite des études mécanique et d'instrumentation, un document important est créé : le synoptique général de l'installation.

Il schématise l'ensemble de l'installation, comprenant les numéros de repères des éléments mécaniques (convoyeurs, transstockeur, butées...), la puissance des moteurs et l'implantation des capteurs.

Ce document est réalisé par le BE MECA, puis transmis au BE EAI car il est tout d'abord utilisé pour la réalisation des schémas électriques dont je me suis occupé.

Ensuite, les monteurs et câbleurs utilisent ce document pour la mise en place de l'installation.

Pour finir, le synoptique est affiché sur l'armoire électrique générale pour permettre aux opérateurs de repérer rapidement les différents éléments de l'installation.

Ce document est susceptible d'évoluer tout au long du projet et il a donc été de mon ressort de le maintenir à jour.

II.2.3 Electricité

L'étude électrique est menée par moi-même après que les éléments mécaniques et leur motorisation (étude mécanique) ainsi que les différents capteurs (instrumentation) aient été définis.

Cette étude consiste à définir les différents éléments nécessaires à l'alimentation et à la sécurité électrique ainsi qu'à la commande de l'installation.

Pour ce faire, à partir du synoptique général établi précédemment, il est nécessaire de lister les différents capteurs et actionneurs, avec leurs caractéristiques électriques (*Annexe 2*).

Ensuite, il faut prévoir la réalisation de l'arrivée du secteur électrique et de sa distribution permettant d'alimenter toute l'installation.

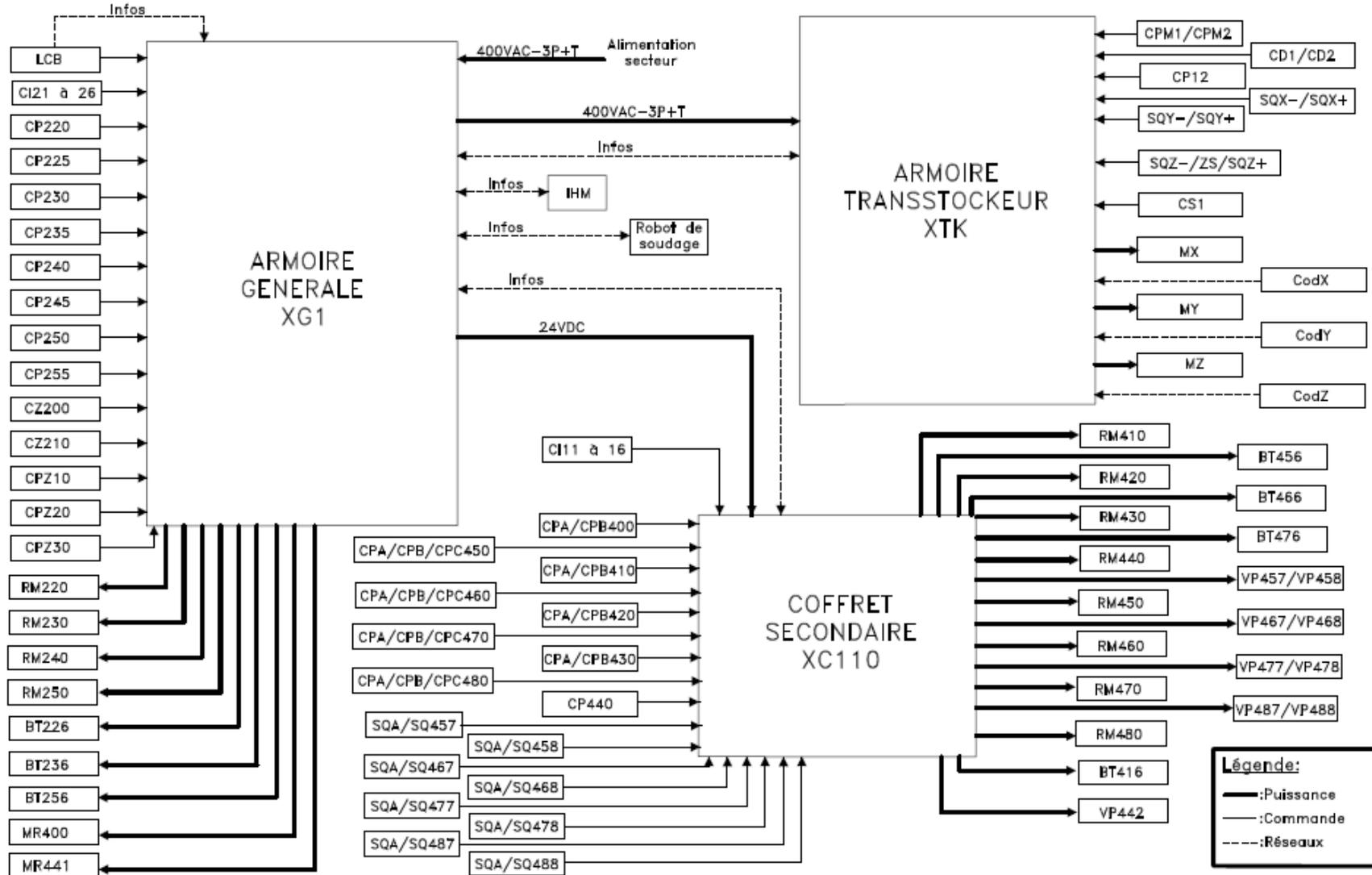
Pour cela, il est donc indispensable de tenir compte des contraintes d'infrastructure, d'énergie et de normes, vues au début de cette partie du document.

A partir de là, il est alors possible de définir l'architecture électrique de l'installation comprenant les coffrets et armoires nécessaires, ainsi que la répartition des capteurs et des actionneurs qui y sont raccordés.

Puis, il faut définir les différents éléments que doivent contenir les coffrets et armoires ainsi que les dispositifs permettant d'assurer la sécurité des personnes.

II.2.3.1 Architecture électrique

Le schéma ci-dessous (Figure 41) définit l'architecture électrique de l'installation comprenant les différentes armoires et coffret, ainsi que le raccordement des capteurs et des actionneurs (Annexe 2).



- **Figure 41:** Schémas de l'architecture électrique -

L'architecture électrique (*Figure 41*) se compose donc d'une armoire générale (XG1), d'une armoire embarquée sur le transstockeur (XTK) et d'un coffret secondaire (XC110).

Le client est en charge de l'amenée du câble d'alimentation électrique 400VAC, 50Hz (3 Phases + Neutre + Terre) avec un régime de neutre TT. Cette arrivée est raccordée à notre armoire électrique générale (XG1) par l'intermédiaire d'un sectionneur général.

Cette armoire permet tout d'abord la distribution électrique vers l'ensemble de l'installation. En effet, elle alimente à la fois, l'armoire embarquée sur le transstockeur en 400VAC (3P+T) par l'intermédiaire de rails conducteurs, et le coffret secondaire en 24VDC par l'intermédiaire d'un câble.

XG1 permet également le pilotage physique des équipements, transstockeur et convoyeurs, via un API relié par un réseau local à un IHM tactile situé sur la face avant de l'armoire.

De plus, l'armoire XG1 doit permettre les échanges d'informations avec le robot de soudage.

L'armoire embarquée XTK permet la commande du transstockeur. Pour ce faire, elle est équipée d'un variateur de fréquence et d'un module d'entrées/sorties déportées, le tout étant en communication avec l'API par un bus de terrain.

En maintenance, il est possible de raccorder sur XTK une boîte à boutons permettant de réaliser les commandes manuelles des différents axes du transstockeur en petite vitesse.

Le coffret XC110 regroupe les capteurs ainsi que la commande des convoyeurs à rouleau moteur et des systèmes d'éjections de la zone de manutention vers le robot de soudage. Pour cela, il est équipé d'un module d'entrées/sorties déporté en communication avec l'API par un bus de terrain.

Le lecteur code-à-barres est également relié au bus de terrain. Une sortie TOR de l'API permet d'activer la lecture de celui-ci.

II.2.3.2 Les dispositifs d'arrêt d'urgence

L'installation dispose de deux types de dispositifs d'arrêt d'urgence permettant d'assurer la protection du personnel et du matériel :

- l'arrêt d'urgence général, provoquant une coupure de la tension de commande de tous les actionneurs, entraînant l'arrêt immédiat de l'ensemble de l'installation,
- l'arrêt d'urgence local, provoquant une coupure de la tension de commande des actionneurs d'une partie de l'installation, entraînant son arrêt immédiat.

Ces dispositifs sont répartis sur toute l'installation de la façon suivante :

Arrêt général

- Un bouton d'Arrêt d'Urgence (AU) général sur l'armoire XG1.
- Trois boutons d'AU généraux répartis le long de la ligne de manutention vers le robot de soudage.
- Un bouton d'AU général sur le coffret XC110.

Arrêt zone transstockeur

- Un bouton d'AU local sur l'armoire du transstockeur XTK.
- Un bouton d'AU local sur la télécommande manuelle du transstockeur.
- Une enceinte grillagée autour du magasin avec deux portes d'accès contrôlées électriquement; leur ouverture provoquant l'arrêt local du transstockeur en mode automatique.

Arrêt zone manutention

- Enceinte grillagée autour des vérins d'éjections vers le robot de soudage avec porte d'accès contrôlée électriquement, son ouverture provoquant l'arrêt des convoyeurs et des vérins d'éjection.

Chacune de ces zones dispose de son propre relais de sécurité sur lequel sont raccordés les dispositifs d'arrêt d'urgence.

Les boutons d'AU sont de type coup de poing et à accrochage (à tourner pour déverrouiller).

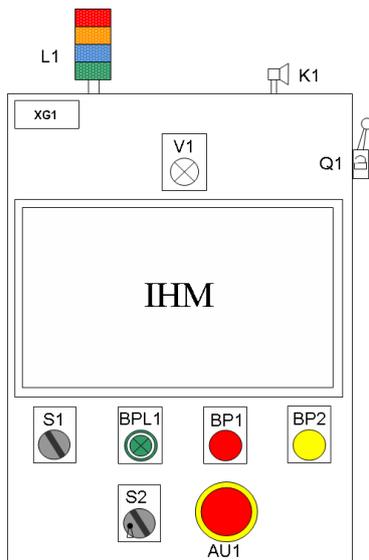
Tous les dispositifs d'arrêt d'urgence disposent d'un contact raccordé au relais de sécurité adéquate et d'un autre contact câblé sur une entrée TOR (ETOR) de l'API permettant à la fois de provoquer l'arrêt par programme, mais aussi et surtout, de signaler la sécurité activée.

II.2.3.3 Composition des armoires et coffret

L'armoire XG1

XG1 doit intégrer les éléments suivants :

- En face avant (Figure 42) :



- **Figure 42:** Schéma face avant de l'armoire principale XG1 -

Nom	Organe	Fonctions
K1	Klaxon	Signale les défauts
L1	Verrine rouge	Défaut majeur sur l'installation
	Verrine orange	Défaut mineur sur l'installation
	Verrine verte	Mode automatique (fixe) Mode manuel (clignotant)
	Verrine bleue	Présence plateau vide dans le magasin
Q1	Sectionneur	Mise sous tension de l'installation
V1	Voyant incolore	Armoire sous tension
S1	Sélecteur à 2 positions fixes	Mise en service de l'installation
BPL1	B.P.L. vert (Bouton Poussoir Lumineux)	Installation en automatique (fixe)
		Autorisation départ cycle (clignotant)
		Demande départ cycle (appui)
BP1	B.P. rouge	Demande arrêt fin de cycle
S2	Sélecteur à clé à 2 positions fixes	Sélection du mode automatique ou manuel
BP2	B.P. jaune	Réarmement des sécurités et acquittement des défauts
AU1	B.P rouge à accrochage	Provoque un arrêt d'urgence général de l'installation
IHM	Ecran tactile	Interface homme/machine

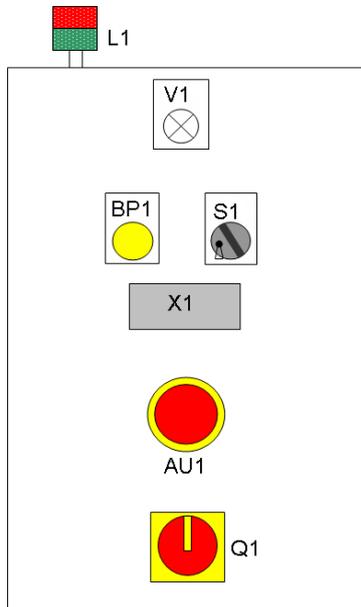
- A l'intérieur :

Organe	Fonctions
Répartiteur 400VAC	Distribue le 400VAC dans l'armoire
Alimentation 24VDC	Transforme le 400VAC en 24VDC
Répartiteur 24VDC	Distribue le 24VDC dans l'armoire
Disjoncteurs	Protection des différents départs et appareils
Relais de sécurité	Gestion des arrêts d'urgence
2 Disjoncteurs moteurs	Protection magnétothermique des moteurs MR400 et MR441
2 Contacteurs inverseurs	Mise en énergie de 2 moteurs MR400 et MR441
4 Cartes rouleaux moteurs	Commandes et protection des rouleaux moteurs RM220, RM230, RM240 et RM250
Configuration automate (API)	Gestion de l'ensemble de l'installation
Switch	Mise en réseau
Borniers	Raccordement des éléments extérieurs à l'armoire

L'armoire XTK

XTK doit intégrer les éléments suivants :

- En face avant (Figure 43):



Nom	Organe	Fonctions
Q1	Sectionneur général	Mise sous tension du TK
L1	Verrine rouge	Défaut majeur TK (fixe) Défaut mineur TK (clignotant)
	Verrine verte	Mode Automatique sans défaut (fixe) Mode manuel (clignotant)
V1	Voyant incolore	Armoire TK sous tension
S1	Sélecteur à clé à 2 positions fixes	Sélection du mode automatique ou manuel
BP1	B.P. jaune	Reset les défauts automate du TK
AU1	B.P. rouge à accrochage	Provoque un arrêt d'urgence du TK
X1	Connecteur	Permet de connecter la boîte de commande manuelle du TK

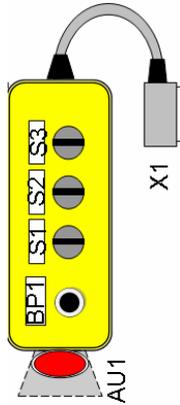
- **Figure 43:** Schéma face avant de l'armoire embarquée XTK -

- A l'intérieur :

Organe	Fonctions
Répartiteur 400VAC	Distribue le 400VAC dans l'armoire
Alimentation 24VDC	Transforme le 400VAC en 24VDC
Répartiteur 24VDC	Distribue le 24VDC dans l'armoire
Disjoncteurs	Protection des différents départs et appareils
E/S déportées	Regroupe les capteurs et actionneurs du TK
Configuration variateur	Gestion des moteurs MX, MY et MZ
Résistance de freinage	Freinage du transstockeur
Relais thermique	Protection de la résistance de freinage
Borniers	Raccordement des éléments extérieurs à l'armoire

La boîte à boutons TK

La boîte à boutons (Figure 44) permettant la commande manuelle du transstockeur comprend les éléments suivants:



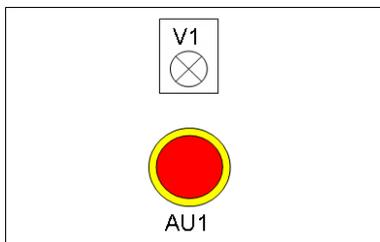
Nom	Organe	Fonctions
S1	Sélecteur 3 positions rappel au centre	Sélectionne le sens de marche de l'axe X du TK
S2	Sélecteur 3 positions rappel au centre	Sélectionne le sens de marche de l'axe Y du TK
S3	Sélecteur 3 positions rappel au centre	Sélectionne le sens de marche de l'axe Z du TK
AU1	B.P à accrochage Rouge	Provoque un arrêt d'urgence local au TK
BP1	B.P. noir	Provoque le mouvement sélectionné par les sélecteurs
X1	Connecteur	Pour connecter la boîte de commande manuelle du TK

- **Figure 44:** Schéma de la boîte à bouton du transstockeur -

Le coffret XC110

XC110 doit intégrer les éléments suivants :

- En face avant (Figure 45) :



Nom	Organe	Fonctions
V1	Voyant incolore	Coffret sous tension
AU1	B.P rouge à accrochage	Provoque un arrêt d'urgence général de l'installation

- **Figure 45:** Schéma face avant du coffret XC110 -

- A l'intérieur :

Organe	Fonctions
Répartiteur 24VDC	Distribue le 24VDC dans l'armoire
8 Cartes rouleaux moteurs	Commandes et protection des rouleaux moteurs RM410, RM420, RM430, RM440, RM450, RM460, RM470 et RM480
E/S déportées	Regroupe les capteurs et actionneurs de la zone
Borniers	Raccordement des éléments extérieurs à l'armoire

II.2.3.4 Choix du matériel

Le souhait d'harmonisation du matériel (*cf. II.2.2.3 Choix du matériel*) permet à NHS de faire partie des meilleurs clients chez certaines marques et ainsi, nous pouvons bénéficier d'avantages commerciaux sur du matériels que nous utilisons un peu moins fréquemment :

- Variateur de la marque SEW. Dans ce cas, cela représente en plus l'avantage d'avoir une entière compatibilité entre le moteur et le variateur puisque le fournisseur nous transmet le câble de liaison « prêt à l'emploi », avec la connectique adaptée et répondant aux normes de CEM.
- Lecteur code-barres de la marque SICK. Comme pour les capteurs (*cf. II.2.2.3 Choix du matériel*), ce choix n'a pu être réalisé sans des études et des essais préalables afin de vérifier la conformité avec notre besoin.

De plus, ces choix nous permettent de bénéficier d'un retour d'expérience. Au fil des applications, nous avons acquis de solides compétences dans la mise en œuvre et le paramétrage des variateurs et des lecteurs code-barres.

D'autre part, nos bonnes relations avec ces fournisseurs nous permettent d'obtenir un support technique performant et réactif, en cas de besoin.

Le choix du matériel contenu dans les armoires (disjoncteurs, contacteur, boutons, voyants...) doit être fiable, standard pour un dépannage rapide, disponible et rapide à approvisionner. Le choix se porte vers des fabricants reconnus : Télémécanique, Merlin Gerin, Sarel, Legrand.

II.2.4 Automatismes

L'automatisme constitue la dernière partie d'étude avant la réalisation, elle est menée par le BE EAI et moi-même plus particulièrement, après que la mécanique et l'architecture électrique ait été définies.

Cette étude consiste à définir le fonctionnement exact de l'ensemble de l'installation et à le faire valider par le client.

Tout d'abord, il est nécessaire de définir les différents modes de marche et d'arrêt de l'installation.

Ensuite, il faut décrire le fonctionnement des différents éléments de l'installation (transstockeur, ligne de manutention, poste opérateur).

Et enfin, il est important de réaliser une définition de la gestion des défauts et des sécurités.

Le tout doit être réalisé en fonction du cahier des charges et notamment des contraintes de fonctionnement et de cadences.

L'étude de l'automatisme se finalise par la rédaction de l'analyse fonctionnelle (*Annexe 3*) qui est débutée lors de l'étude mécanique. Celle-ci doit impérativement être validée par le client.

II.2.4.1 Descriptif général du pilotage

L'automatisation de l'installation s'articule autour d'un API et d'un IHM permettant le pilotage.

L'API a pour fonction :

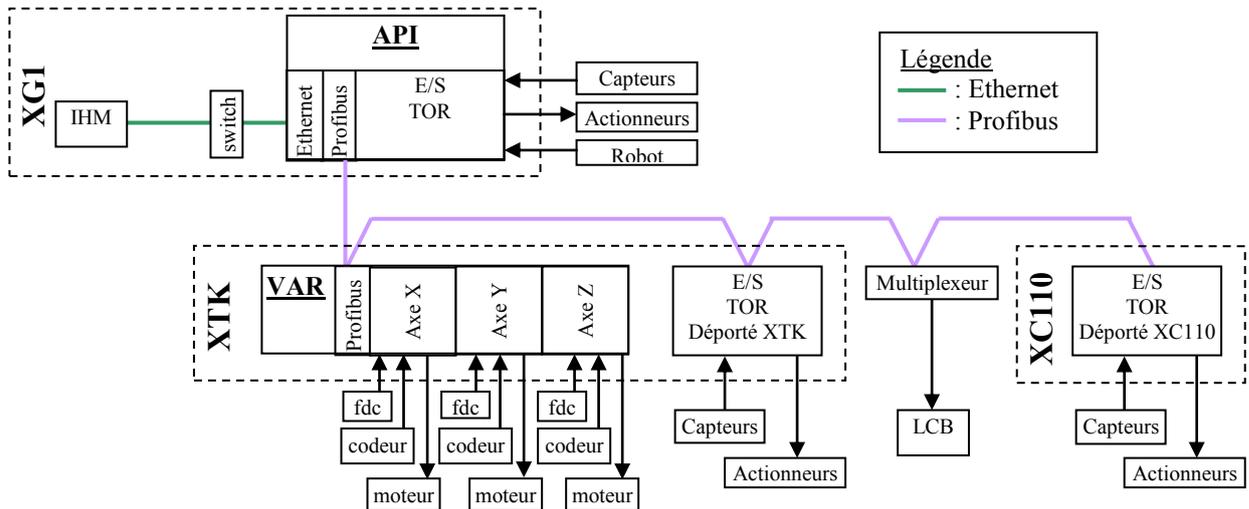
- la gestion des défauts,
- la gestion des modes de marches,
- le fonctionnement de l'installation,
- les échanges d'information avec l'IHM et le robot de soudage.

L'IHM a pour fonction :

- affichage du synoptique de l'installation,
- affichage de l'état de fonctionnement de l'installation,
- affichage des défauts de l'installation,
- gestion du poste opérateur,
- accès à la page maintenance installation (initialisation, paramètres,...).

Le système de pilotage décrit précédemment (API et IHM) s'appuie sur une architecture réseau (Figure 46) à deux niveaux :

- bus de terrain : PROFIBUS-DP, pour le niveau contrôle/commande du process. Le bus PROFIBUS-DP (Decentralised Peripheral) (périphérie décentralisée) est utilisé pour la commande de capteurs et d'actionneurs par une commande centrale (API).
- réseau local : Ethernet, pour la supervision de l'installation.



- **Figure 46:** Schéma d'architecture de l'automatisme -

La configuration de l'automate se compose des éléments suivants :

- une CPU, permettant la gestion de l'installation,
- une interface PROFIBUS-DP, permettant, la connexion du PC de programmation à la CPU, mais aussi la liaison aux esclaves,
- des cartes d'E/S TOR, permettant la connexion des capteurs et des actionneurs,
- un coupleur Ethernet, permettant la communication avec l'IHM.

L'armoire XTK et le coffret XC110 sont tous deux équipés d'un module d'E/S déporté permettant de regrouper les capteurs et les actionneurs au plus proche de la partie opérative. Cela permet donc de diminuer les longueurs de câblages. Ces modules communiquent avec l'API par le bus de terrain PROFIBUS.

La communication entre l'armoire XG1 et l'armoire embarquée XTK est réalisée via une cellule infra rouge PROFIBUS.

Ensuite, le lecteur code-barres est géré par un multiplexeur sous PROFIBUS-DP, pour permettre l'ajout éventuel d'autres lecteurs.

D'autre part, le variateur se compose de trois cartes d'axes (une pour chaque axe X, Y et Z) et d'une carte de communication PROFIBUS pour permettre les échanges d'informations avec l'API.

II.2.4.2 Choix du matériel

Comme explicité précédemment pour le choix des capteurs et des actionneurs (*cf. II.2.2.3 Choix du matériel*), l'API et l'IHM sont également choisis dans l'optique d'homogénéiser le matériel utilisé au sein du groupe Newtec, à savoir la marque SIEMENS pour l'API et PROFACE pour l'IHM.

De plus, ces choix nous permettent de bénéficier d'un retour d'expérience. En effet, grâce à toutes ces années d'applications, nous avons acquis des connaissances et développé un savoir faire, notamment dans la programmation des API et des IHM. Cela nous permet d'être plus rapides lors du développement des programmes.

Le choix de la communication entre l'API et l'IHM s'est porté vers Ethernet, car au départ, il était prévu de communiquer avec le robot de soudage par ce même réseau local. Mais au final, l'automate du robot de soudage ne possédant pas de port Ethernet et étant donné le peu d'informations à transmettre il a été décidé que les échanges de données se feraient en TOR.

De plus, Ethernet est un réseau standard nous offrant ainsi une opportunité d'évolution en ayant la possibilité d'y insérer de nouveaux matériels. Cette configuration présente également l'avantage de pouvoir connecter un PC sur le réseau via le Switch et ainsi d'avoir la possibilité de communiquer à la fois avec l'API et l'IHM en utilisant un seul et même câble.

Le choix du bus de terrain est plus ou moins impacté par celui de l'API. En effet, la mise en œuvre de PROFIBUS est très simple sur des automates SIEMENS car cette marque est à l'origine de ce bus.

De plus, PROFIBUS répond parfaitement à notre besoin et nous possédons une bonne expérience dans sa mise en œuvre.

D'autre part, ce bus de terrain tend à devenir un standard, non seulement pour le manufacturier mais aussi pour de plus en plus de constructeurs qui proposent des produits intégrant une interface PROFIBUS, ce qui garantit une compatibilité avec un grand nombre de matériel.

Pour la communication entre l'armoire XG1 et l'armoire embarquée XTK, le choix s'est porté vers une cellule infra rouge PROFIBUS, au détriment des rails de transmissions de données. En effet, sur des affaires précédentes, la communication par rails ne s'est pas montrée satisfaisante avec notamment la perte de données.

Compte tenu des avantages commerciaux dont nous bénéficions (*cf. II.2.3.4 Choix du matériel*) nous avons choisi une cellule infra rouge de la marque SICK.

II.2.4.3 Modes de marche et d'arrêt

L'installation peut fonctionner selon deux modes de marche différents dont le choix est réalisé par l'opérateur :

- le mode automatique : mode de fonctionnement normal,
- le mode manuel : mode prévu pour la maintenance.

Mode manuel

Pour mettre l'installation en mode manuel, l'opérateur doit respecter la marche à suivre suivante :

- Mettre sous tension l'installation : Basculer le sectionneur de XG1 puis de XTK, sur la position « ON ». Le voyant blanc sur chacune des armoires s'allume, signifiant que l'installation est sous-tension, et l'IHM indique que l'installation est « hors service ».
- Mettre en service l'installation : Sur XG1 basculer le commutateur de « mise en service » sur la position « 1 ». L'IHM indique que l'installation est « en service ».
- Mettre l'installation en mode manuel : Sur XG1, basculer le commutateur « auto/manu » sur la position « manu ». La vérine verte se met à clignoter pour signaler que XG1 est en mode manuel. Ensuite, il est possible d'accéder au transstockeur pour réaliser la même chose sur XTK. L'IHM indique alors que l'installation est « mode manuel ».

L'accès au transstockeur n'est possible que lorsque XG1 est en mode manuel. En effet, la clé du commutateur « auto/manu » de XG1 est la même que celle du commutateur de XTK et ne peut être retirée de l'armoire XG1, qu'en position « manu ».

Ceci permet d'empêcher de remettre le transstockeur en automatique si quelqu'un à pris la clé pour actionner le mode manuel.

Sur le même anneau se trouve également la clé d'accès au magasin, ce qui permet de devoir passer l'installation en manuel pour permettre l'accès au transstockeur.

Lorsque l'installation est dans le mode manuel, l'opérateur peut alors raccorder la boîte à bouton sur l'armoire XTK et déplacer le transstockeur sur ses trois axes en petite vitesse.

Pour cela, il faut valider l'autorisation de mouvement en appuyant sur le bouton poussoir « Validation Mouvement » de la boîte à bouton.

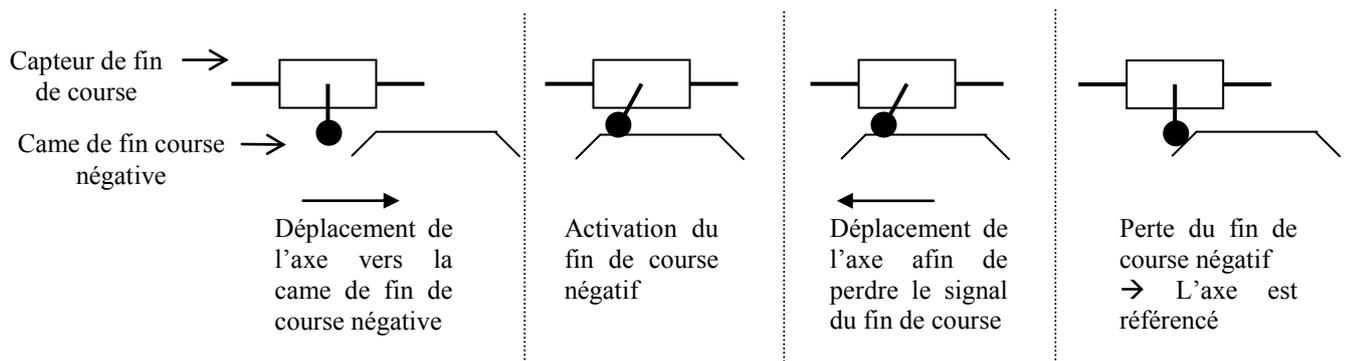
Ensuite, tout en maintenant ce bouton appuyé, il faut choisir le mouvement à réaliser en actionnant l'un des trois commutateurs.

Mode automatique

Pour mettre l'installation en mode automatique, l'opérateur doit respecter la marche à suivre suivante :

- Mettre sous tension l'installation : Basculer le sectionneur de XG1 puis de XTK, sur la position « ON ». Le voyant blanc sur chacune des armoires s'allume, signifiant que l'installation est sous-tension, et l'IHM indique que l'installation est « hors service ».
- Mettre en service l'installation : Sur XG1 basculer le commutateur de « mise en service » sur la position « 1 ». L'IHM indique que l'installation est « en service ».
- Mettre l'installation en mode automatique : Sur XG1 et XTK, basculer le commutateur « auto/manu » sur la position « auto ». Le bouton poussoir lumineux « départ cycle » se met à clignoter, il faut alors le presser pour passer l'installation en mode automatique. Les vérines vertes s'allument et l'IHM indique que l'installation est en « mode manuel ».

Lors d'une coupure d'alimentation de l'armoire XTK, les axes X, Y et Z perdent leur référence. Après le rétablissement de l'alimentation électrique et le passage en mode automatique, le transstockeur référence tous ses axes de la façon suivante (*Figure 47*).



- **Figure 47:** Schémas de principe de prise de référence des axes du transstockeur -

Une fois le mode automatique activé et les axes du transstockeur référencés, l'installation peut fonctionner normalement.

II.2.4.4 Fonctionnement détaillé

Le transstockeur

L'installation a pour but le stockage de bossages permettant d'alimenter le robot de soudage. L'élément central est le transstockeur dont voici l'étude détaillée de son fonctionnement.

Avant tout, il est défini que chaque plateau a son numéro d'identification et son propre emplacement dans le magasin. Tandis que les bacs ont leur propre numéro mais pas d'emplacement fixe.

Pour se déplacer, le transstockeur doit avoir une mission, c'est-à-dire un emplacement de prise et un emplacement de dépose de la charge. Cette mission correspond à un déstockage ou à un stockage de la charge.

Les demandes de déstockages sont transmises soit par le robot de soudage, soit par le poste opérateur tandis que les demandes de stockage correspondent au retour d'une charge après son utilisation par le robot ou par l'opérateur. Au total, il existe cinq types de demandes de missions différentes détaillées et classées par ordre de priorité ci-dessous :

- Retour d'un plateau du robot de soudage (stockage) : Lorsque le robot de soudage a utilisé tous les bossages contenus sur un plateau, celui-ci est renvoyé au magasin par la ligne de manutention. En bout de cette ligne, le plateau est identifié et sa présence est détectée. En fonction du numéro de plateau, l'API retrouve son emplacement (emplacement de dépose). La ligne de manutention étant, dans ce cas là, l'emplacement de prise.
- Demande par le robot de soudage (déstockage) : Lorsque le robot a besoin de bossages, il transmet à l'API le numéro de la référence désirée. En fonction de cette référence, l'automate recherche dans sa mémoire un emplacement contenant un plateau rempli de ce type de bossage (emplacement de prise). L'emplacement de dépose correspond alors à la ligne de manutention.
- Retour d'un plateau du poste opérateur (stockage) : Lorsque l'opérateur a rempli le plateau, il le renvoie vers le magasin sur la voie de sortie de la ligne plateau (emplacement de prise). En bout de cette ligne, le plateau est détecté et identifié. En fonction du numéro de plateau, l'API retrouve son emplacement (emplacement de dépose).
- Retour d'un bac du poste opérateur (stockage) : Lorsque l'opérateur a utilisé le bac, il le renvoie vers le magasin sur la voie de sortie de la ligne bac (emplacement de prise). En bout de cette ligne, le bac est détecté et identifié. L'API trouve un emplacement libre (emplacement de dépose) et le mémorise.
- Demande par le poste opérateur (déstockage) : Suivant les cas, l'opérateur peut demander un bac ou un plateau. L'API désigne alors l'emplacement de prise alors que l'emplacement de dépose est la voie d'entrée de la ligne plateau ou de la ligne bac selon la charge déstockée.

Il faut savoir que tout emplacement possède une coordonnée sur les axes X, Y et Z. Dès que le transstockeur a une mission, il peut donc réaliser son cycle de déplacement.

Les déplacements en X et Y ne sont autorisés que lorsque la fourche est rentrée au centre de la benne (position de sécurité), sauf pendant les cycles de prise ou de dépose pendant lesquels le transstockeur peut se déplacer en Y avec la fourche sortie.

Le transstockeur commence par se rendre devant son emplacement de prise selon les coordonnées en X et Y de l'emplacement.

Une fois cette position atteinte, une cellule vérifie que l'emplacement est bien occupé pour que le préhenseur puisse commencer son cycle de prise :

- Le transstockeur descend légèrement afin de venir prendre la charge par le dessous.
- La fourche du préhenseur embarqué sur le transstockeur sort d'une coordonnée Z selon le côté du magasin où se trouve la charge à prendre.
- Le transstockeur monte pour soulever la charge.
- La fourche rentre jusqu'à sa position centrale de sécurité et une cellule détecte alors la présence de la charge sur le transstockeur.

Le transstockeur se déplace alors devant son emplacement de dépose, toujours selon les coordonnées en X et Y correspondantes.

Une fois cette position atteinte, une cellule vérifie que l'emplacement n'est pas occupé pour que le préhenseur puisse commencer son cycle de dépose :

- Le transstockeur monte légèrement afin de venir déposer la charge sur l'emplacement.
- La fourche du préhenseur embarqué sur le transstockeur, sort d'une coordonnée Z, selon le côté la charge doit être déposée.
- Le transstockeur descend pour déposer la charge.
- La fourche rentre jusqu'à sa position centrale de sécurité et une cellule vérifie qu'il n'y a pas de charge sur le transstockeur.

Le transstockeur est alors prêt pour une nouvelle mission.

Le poste opérateur

Tout d'abord, tous les convoyeurs du poste opérateur ne peuvent contenir qu'une seule charge. De plus, sur la table à billes, il peut y avoir au maximum un seul plateau et un seul bac.

Le poste opérateur peut fonctionner selon trois modes différents dont le choix est réalisé par l'opérateur à partir de l'IHM.

- Mode remplissage plateaux : Ce mode permet de remplir les plateaux vides présents dans le magasin.

L'opérateur est informé de la présence d'un plateau vide dans le magasin par la vérine bleue de l'armoire XG1 qui s'éclaire. L'IHM indique le nombre de plateau vide par référence de bossage.

En sélectionnant une référence sur l'IHM, l'opérateur appelle un plateau vide puis un bac contenant les bossages correspondants.

Dans un premier temps, le transstockeur dépose donc un plateau vide sur le convoyeur gravitaire de voie d'entrée de la « ligne plateaux ». Celui-ci entraîne la charge contre une butée qui se baisse pour être transporté par le convoyeur suivant, si celui-ci est vide. Le plateau est ensuite déplacé sur la table à billes pour être rempli par l'opérateur.

Dans un deuxième temps, le transstockeur va chercher un bac contenant la référence de bossage correspondante et le dépose sur la « ligne bacs » sur laquelle le bac est déplacé de la même manière que sur la « ligne plateaux ».

L'opérateur remplit alors le plateau avec les bossages contenu dans le bac. Le plateau ainsi équipé est déposé puis transporté par le premier convoyeur de la voie de sortie de la « ligne plateaux », jusqu'à une butée. Dans cette position, le plateau est identifié par les six capteurs inductifs. La butée peut alors se baisser si le convoyeur gravitaire suivant est vide. Dans ce cas, le plateau est déplacé en butée en attente de son stockage dans le magasin.

Les bacs vides ou entamés sont stockés de la même manière après que leur contenu ait été déclaré par l'opérateur sur l'IHM. La seule différence avec les plateaux est que l'identification du bac se fait par un lecteur code-barres ne nécessitant pas l'utilisation d'une butée.

Si plusieurs plateaux vides d'une même référence sont présents dans le magasin, l'opérateur a la possibilité après en avoir équipé un premier, d'en appeler un deuxième sans renvoyer le bac contenant les bossages appropriés. Dans ce cas, le transstockeur n'ira chercher que le plateau puisque le bac sera déjà présent sur la table à billes.

- Mode approvisionnement bossage : ce mode permet d'approvisionner les bacs en bossage.

Lorsque cela est nécessaire, les bacs sont remplis manuellement avec les bossages (une seule référence de bossage par bac).

L'opérateur renseigne à l'IHM la référence et la quantité de bossage placée dans le bac, puis il le pousse vers le magasin de la même manière que lors d'un remplissage de plateau.

Le lecteur code-barres identifie le numéro du bac qui est donc associé à une référence et à une quantité de bossage. Le bac est ensuite stocké via le transstockeur dans un emplacement à l'intérieur du magasin. Cet emplacement est gardé en mémoire dans l'API.

- Mode sortie manuelle : ce mode permet de sortir la charge contenue dans n'importe quel emplacement choisi par l'opérateur.

Quel que soit la raison, l'opérateur choisi à partir de l'IHM un numéro d'emplacement. Le transstockeur va alors chercher la charge contenue dans celui-ci pour la déposer sur une des voies d'entrées du poste opérateur suivant le type de charge. En fonction des cas, l'opérateur peut réintroduire ou non la charge dans le magasin.

La ligne de manutention

La ligne de manutention fonctionne dans les deux sens (du transstockeur vers le robot, et du robot vers le transstockeur), et il ne peut y circuler qu'un seul plateau à la fois.

Lorsque le robot effectue sa demande de référence de bossage, il envoie aussi le numéro de la voie sur laquelle le plateau doit être éjecté. La butée permettant de bloquer le plateau devant le système d'éjection correspondant se lève tandis que toutes les autres se baissent.

Le transstockeur dépose alors le plateau sur la ligne de manutention qui le transporte jusqu'à la butée. Dans cette position, la pelle d'éjection est actionnée jusqu'à ce que le plateau soit détecté sur la voie d'accès au robot de soudage.

Lorsque le robot a utilisé tous les bossages, il renvoie le plateau au bout de la même voie d'accès où il est détecté. Dans cette position, la pelle d'éjection sort, puis, la pelle de retour est également actionnée, et enfin, la pelle d'éjection revient dans sa position d'origine permettant de ramener le plateau sur la ligne de manutention.

Le plateau est alors convoyé par la ligne de manutention jusqu'à la butée permettant de le bloquer pour être identifié avant d'être stocké dans le magasin.

II.2.4.5 Traitement des sécurités

L'installation traite certaines défaillances de ses équipements ainsi que certaines défaillances d'exploitation (erreur opérateur ou coincement de charge) afin de réduire les risques d'exploitation (augmenter la sécurité) et de minimiser les arrêts du système (augmenter la disponibilité). L'automatisme de pilotage procède à des traitements spécifiques permettant :

- la détection des défaillances,
- la signalisation de la défaillance aux opérateurs,
- le redémarrage après acquittement du défaut.

L'installation distingue deux types de défauts :

- les défauts majeurs : l'apparition d'un tel défaut provoque la signalisation et l'arrêt immédiat de l'installation dans la zone concernée par la mise hors énergies des actionneurs et pré-actionneurs de façon électromécanique (arrêt hard), en coupant la tension de commande,
- les défauts mineurs : l'apparition d'un défaut mineur provoque la signalisation et l'arrêt immédiat du pilotage des pré-actionneurs des éléments concernés par l'automatisme (arrêt soft).

Ces défauts doivent être gérés de la façon suivante :

Signalisation d'un défaut :

- Avertissement sonore permettant de prévenir la présence d'un défaut.
- Les verrines de l'armoire XG1 deviennent rouge fixe en cas de défaut majeur ou rouge clignotante en cas de défaut mineur.
- Le libellé du défaut en cours ainsi que sa localisation sont précisés sur l'IHM.

Analyse et action pour supprimer le défaut :

- La réparation éventuelle d'un composant.
- Le déblocage éventuel d'une charge.
- Le déverrouillage éventuel d'un arrêt d'urgence.

Acquitter le défaut de la ligne :

- En cas d'intervention manuelle (retrait manuel d'une charge), il est nécessaire d'effectuer une remise à zéro (R.A.Z), à partir de l'IHM.
- Appuyer sur le bouton « Réarmement » de l'armoire XG1.
- Pour les défauts majeurs, il faut relancer le cycle par appui sur le bouton poussoir « Départ cycle » qui clignote.

Si le défaut n'est plus présent :

- L'avertissement sonore s'arrête.
- Les verrines de défauts s'éteignent.
- Les défauts n'apparaissent plus sur l'IHM.
- L'installation reprend son fonctionnement avant défaut.

II.2.4.6 Documentation

Comme sur chaque projet, pour synthétiser les différentes études qui ont été menées, deux documents sont rédigés : le synoptique général et l'analyse fonctionnelle.

Tout d'abord, le synoptique général créé à la suite de l'instrumentation (*cf. II.2.2.4 Documentation*), est mis à jour à la fin de la phase d'étude.

Ensuite, l'analyse fonctionnelle (*Annexe 3*), que j'ai en partie rédigée, résume à la fois l'ensemble des études réalisées mais aussi le cahier des charges du client.

En effet, elle décrit tout d'abord l'ensemble des travaux à réaliser et les différents éléments mécaniques à mettre en place. Elle reprend ensuite le synoptique général pour schématiser l'installation et en décrire un fonctionnement global. Puis, elle se termine par le fonctionnement détaillé du contrôle-commande.

Le début de la rédaction de ce document est réalisé par le BE MECA puis le BE EAI finalise le tout. Pour ma part, j'ai réalisé la partie contrôle-commande de ce document en décrivant les différentes commandes et les modes de marche et d'arrêt de l'installation.

L'analyse fonctionnelle est utilisée par le BE EAI pour la réalisation des schémas électriques et la programmation des automatismes, mais sa première utilité est de se mettre d'accord avec le client sur ce que nous avons à réaliser et comment nous allons le réaliser.

En effet, avant toutes utilisations ou applications de l'analyse fonctionnelle, mais aussi du synoptique général, ces deux documents doivent être soumis à la validation du client.

II.3 Réalisation

Cette partie du document présente mon apport personnel à ce projet, en présentant tout d'abord les objectifs de chaque tâche et les moyens mis à ma disposition pour les réaliser, puis en détaillant les différents travaux que j'ai effectué personnellement.

II.3.1 Electricité

Objectifs

L'objectif final de cette partie est de réaliser les différents coffrets et armoires nécessaires à la commande de toute l'installation.

Pour cela, j'ai tout d'abord pour mission la conception des schémas électriques ainsi que le choix du matériel.

Ensuite, je dois transmettre ces schémas au sous-traitant chargé du câblage et de l'approvisionnement du matériel nécessaire à la réalisation des armoires dont je dois également réaliser le suivi.

Et enfin, mon travail consiste également à commander et à suivre l'approvisionnement des différents matériels électriques qui seront mis en place sur l'installation et qui ne sont pas commandés par le sous-traitant (capteurs, câbles, connecteurs ...).

Moyens

Avant tout, au sein de NHS, nous sommes deux personnes à travailler sur cette partie du projet : le responsable du BE EAI qui supervise et moi-même qui réalise les différents travaux.

Je dispose tout d'abord d'un PC portable sur lequel est installé le logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) See Electrical Expert qui me permet de réaliser les schémas électriques. Pour utiliser correctement ce logiciel, j'ai dû suivre une formation d'une semaine.

En ce qui concerne la conception en elle-même, j'utilise les documents qui ont été réalisés préalablement lors des études (synoptique général et analyse fonctionnelle). De plus, pour m'aider dans ce travail, je peux également m'inspirer des affaires précédentes archivées sur le serveur de l'entreprise.

D'autre part, NHS possède un logiciel (Silog) de GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) qui me permet de passer mes commandes de matériels et d'en suivre leur avancement.

Enfin, pour réaliser le suivi du sous-traitant et des différents fournisseurs, j'ai à ma disposition une adresse mail et un téléphone fixe avec une ligne directe.

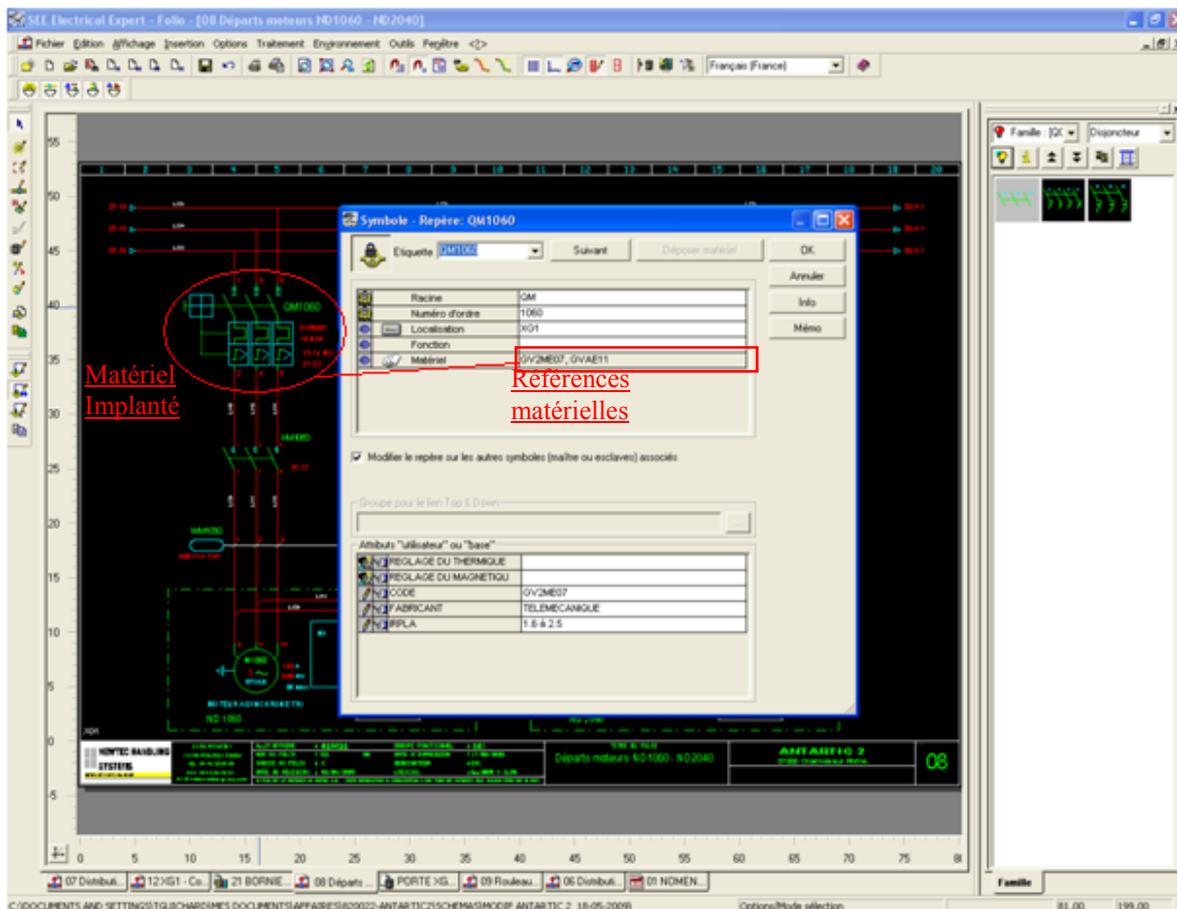
Réalisation

Sur ce projet, il a fallu que je réalise un dossier de schémas différents pour chaque armoire ou coffret (XG1 : 40 folios, XTK : 38 folios et XC110 : 33 folio). Ces dossiers sont tous conçus de la même manière :

- page de garde,
- liste des schémas,
- distribution électrique,
- gestion des sécurités,
- partie puissance,
- partie commande,
- configuration automate,
- E/S automate,
- borniers,
- implantation du matériel,
- nomenclature.

Pour concevoir ces schémas j'ai dû, réaliser l'ensemble du dimensionnement électrique des trois armoires et choisir le matériel (disjoncteur, alimentation, câble...), puis définir les longueurs de câbles nécessaires en collaboration avec le BE MECA.

Le choix du matériel se fait pendant la réalisation des schémas (Figure 48). En effet, le logiciel utilisé intègre une base de données fournie par les constructeurs.



- **Figure 48:** Exemple d'un choix de matériel sur See Electrical Expert -

Ensuite, lorsque les schémas ont été terminés, ils ont été soumis à la validation du responsable du BE EAI qui m'a fait part de quelques petites remarques.

Une fois les schémas validés, je me suis chargé de les transmettre au sous-traitant choisi pour la réalisation des armoires. Celui-ci a dû alors se référer aux nomenclatures pour commander le matériel nécessaire et câbler les armoires, le tout dans les délais que je lui avais fixé.

Cependant, le sous-traitant n'avait pas à sa charge la commande de l'ensemble du matériel. En effet, compte tenu de notre politique de groupe et des avantages financiers dont nous bénéficions, la commande du variateur et de l'automate étaient à notre charge.

De plus, nous étions également responsables de l'approvisionnement des différents capteurs, câbles ainsi que de tout le matériel nécessaire au raccordement électrique sur site.

Il a donc fallu que je saisisse sur notre logiciel de GMAO (Silog), les demandes d'achats comprenant les références et la quantité du matériel à commander, ainsi que leur délai d'approvisionnement. Ces demandes sont alors transmises, en interne, au service des achats chargé de passer les commandes auprès de nos fournisseurs.

Ensuite, j'ai dû réaliser le suivi de l'approvisionnement du matériel. Cela consiste à vérifier que tout le matériel nécessaire a bien été commandé, mais également à signaler les éventuels retards au service achat afin de relancer les fournisseurs.

De plus, certains équipements ont dû être transmis au sous-traitant pour la réalisation des armoires (variateur, API), il était donc important de vérifier leur approvisionnement afin de ne pas retarder le câblage.

Cela rentre en compte dans le suivi de la sous-traitance que j'ai également réalisé. En effet, j'étais en contact régulier (téléphone ou mail) avec le sous-traitant pour effectuer un point sur l'état d'avancement ou pour répondre aux questions afin de palier, au plus tôt, aux éventuels problèmes.

II.3.2 Automatismes

Objectifs

L'objectif final de cette partie est de réaliser les différents programmes des appareils permettant l'automatisation de l'installation.

Pour ce faire, je dois dans un premier temps réaliser le programme API permettant de gérer le fonctionnement de l'installation, en communication avec l'IHM tactile et le robot de soudage.

Puis dans un deuxième temps, j'ai également à ma charge la programmation de l'IHM tactile pour permettre de piloter et de visualiser l'état de l'installation.

Moyens

Je suis le seul du BE EAI à travailler sur cette partie du projet. Je dispose donc des logiciels nécessaires à la programmation de l'API (STEP 7) et de l'IHM (GP ProEX).

Pour la programmation API de certaines parties de l'installation, NHS a mis en place des documents internes appelés « standards de programmation » permettant à tous les automaticiens de programmer de la même manière.

Pour les parties ne possédant pas de « standards de programmation », je peux m'inspirer des projets similaires qui sont archivés sur le serveur de l'entreprise.

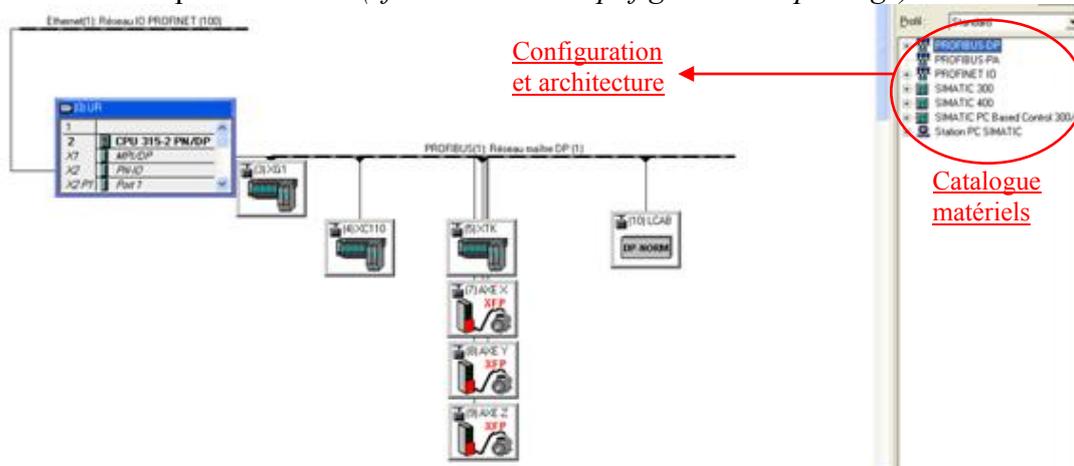
En ce qui concerne la spécificité liées à l'affaire, je me réfère aux schémas électriques et surtout à l'analyse fonctionnelle que j'ai rédigée.

D'autre part, pour la programmation de l'IHM, je dois m'inspirer de ce qui se fait habituellement avec notre supervision MAESTRO car il n'existe pas de précédents projets où un simple IHM tactile pilote ce type d'installation.

Le tout doit évidemment être réalisé en tenant compte de l'analyse fonctionnelle validée par le client.

Réalisation

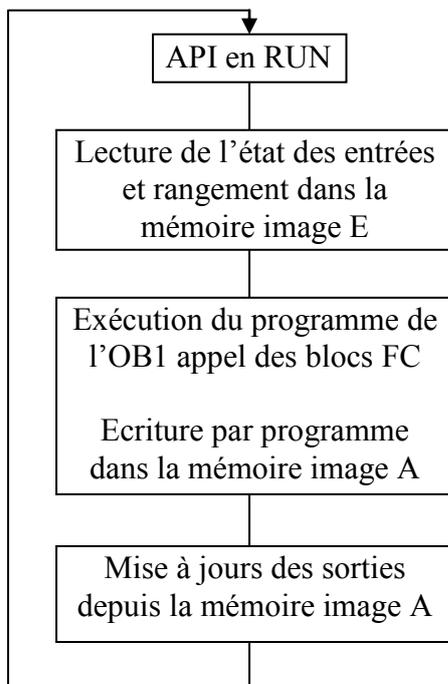
Avant de commencer la programmation de l'automate, il a fallu que je déclare la configuration matérielle (à partir d'un catalogue) et l'architecture réseau (*Figure 49*), définis lors de la phase d'étude (*cf. II.2.4.1 Descriptif général du pilotage*).



- **Figure 49:** Ecran de configuration matérielle dans l'API -

Ensuite, il a été nécessaire de saisir les mnémoniques, qui sont des symboles que j'ai définis pour remplacer l'adressage absolu. Cela est très utile pour rendre le programme beaucoup plus lisible et compréhensible. Pour ce faire, il suffit d'aller dans une table et y entrer les différents éléments (le nom du symbole, son adresse réelle, son type et son commentaire).

Puis, la programmation à proprement parler peut alors commencer. Le programme est écrit dans différents blocs et s'exécute de façon cyclique (*Figure 50*).



- **Figure 50:** Schéma d'exécution du programme API -

L'OB1 détermine la structure du programme. Il est directement appelé par le système d'exploitation de la CPU, une fois par cycle. L'exécution du programme contenu dans l'OB 1 permet d'appeler les « blocs fonctions » FC.

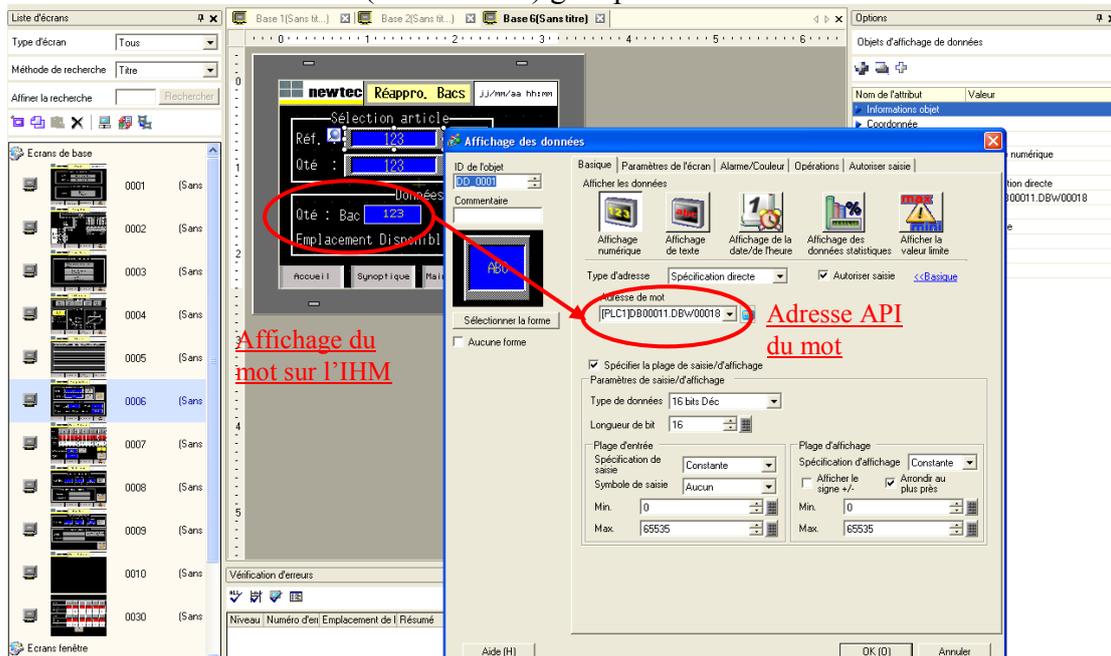
Les blocs FC contiennent le programme. Chacun d'entre eux traite une fonction de l'automatisme. Les langages utilisés pour programmer ces blocs sont :

- Le langage à contact LADDER : Pour la majeure partie du programme, car il est très proche du schéma électrique et donc accessible aux personnels de maintenance susceptibles d'intervenir sur cette installation.
- Le langage littéral : Pour les parties nécessitant des calculs ou des recherches dans des tableaux. Ces parties sont plus complexes et ne sont modifiées que par le concepteur du programme, en général.

Pour cette application, la structure du programme que j'ai développée et mise en place dans l'automate (OB1) fait appel aux « blocs fonctions » suivants :

- Défauts : gère la détection et la signalisation de tous les défauts pouvant intervenir sur l'installation (défauts moteurs, blocage d'une charge sur un convoyeur...).
- Mode de marche : gère la sélection et la signalisation du mode de marche sélectionné par l'opérateur (manuel, automatique) ainsi que la mise en route de l'installation.
- Initialisation : gère la remise en fonctionnement normal après une coupure d'alimentation électrique ou un arrêt d'urgence (retour à l'état initial, évacuation de charges, remise à zéro de données ...).
- Commande manu : gère la commande de l'installation en mode manuel.
- Communication IHM : gère les échanges d'informations avec l'IHM (affichage sur l'écran, informations renseignées par l'opérateur sur l'écran...).
- Communication Robot : gère les échanges d'informations avec le robot de soudage (demandes du robot, robot en défaut...).
- Communication Variateur : gère les échanges d'informations avec le variateur du transstockeur (vitesse, coordonnée, défaut...).
- Mission TK : gère la notion de priorité pour l'attribution d'une mission au transstockeur (stockage ou déstockage d'une charge).
- Emplacement TK : définit l'emplacement de travail auquel le transstockeur doit se rendre pour la mission en cours.
- Coordonnées TK : calcule les coordonnées des axes X, Y et Z du transstockeur en fonction de l'emplacement de travail.
- Vitesse TK : Calcule la vitesse de fonctionnement des axes X, Y et Z du transstockeur.
- Fourche TK : gère le cycle de la fourche embarquée sur le transstockeur permettant la prise ou la dépose d'une charge.
- Magasin : gère le stock contenu dans le magasin.
- Poste opérateur : gère le fonctionnement du poste opérateur.
- Manutention Robot : gère le fonctionnement de la ligne de manutention vers le robot de soudage.

L'IHM permet, par l'intermédiaire de l'automate, de piloter et de visualiser l'état de l'installation. La visualisation est réalisée par l'intermédiaire d'un bit (ou d'un mot) dont l'état est modifié par l'API (Figure 51). Lors d'un pilotage par l'IHM, l'appui sur un bouton modifie l'état d'un bit (ou d'un mot) géré par l'automate.



- **Figure 51:** Exemple de programmation d'une visualisation d'un mot sur l'IHM -

Pour cette installation, j'ai créé une application composée de cinq écrans principaux, accessibles à partir de n'importe quel écran ; et de quatre écrans secondaires, accessibles à partir de l'écran principal dont ils dépendent:

- Ecran accueil, permettant de visualiser le mode de marche dans lequel se trouve l'installation (automatique ou manuel), ainsi que le poste opérateur (remplissage plateaux, approvisionnement bacs ou sortie manuelle).
- Ecran synoptique, représentant l'installation pour permettre de visualiser l'état des différent actionneurs (marche, arrêt, défaut).
- Ecran poste opérateur, permettant de sélectionner son mode de fonctionnement et ainsi accéder aux écrans suivants :
 - Ecran remplissage plateaux, permettant de piloter le poste opérateur dans le but de remplir les plateaux vides contenu dans le magasin.
 - Ecran approvisionnement bacs, permettant de piloter le poste opérateur pour approvisionner en bossages les bacs contenus dans le magasin.
 - Ecran sortie manuelle, permettant de piloter le poste opérateur dans le but de sortir n'importe qu'elle charge contenue dans le magasin.
- Ecran maintenance, permettant de mener des actions de maintenance (test lampes, initialisation du transstockeur, acquittement des défauts), de demander un arrêt en fin de cycle et d'accéder à l'écran suivant :
 - Ecran état emplacement, permettant de visualiser l'état d'un emplacement (libre ou occupé) avec la possibilité de bloquer (ou débloquer) son accès.
- Ecran défauts, permettant de visualiser l'intitulé des défauts en cours.

II.3.3 Essais en atelier

Objectifs

L'objectif final de cette partie est de réaliser, dans nos ateliers, les premiers essais « à blanc » des éléments de l'installation susceptibles de poser le plus de problèmes lors de la mise en service. Cela dans le but de détecter les éventuels problèmes aussi bien de fonctionnement que mécanique ou électrique et ainsi passer moins de temps sur site.

Avant de réaliser les différents essais, il faut tout d'abord qu'un monteur réalise l'assemblage de la mécanique.

Ensuite, après avoir vérifié la réception des armoires électriques et du matériel nécessaire, je dois transmettre le dossier de schémas au câbleur, pour que celui-ci réalise l'intégration et le câblage des éléments électriques.

Je dois alors réaliser les essais électriques et de communication des éléments mis en place. Puis, il faut que je paramètre les variateurs avant de réaliser les différents essais de fonctionnement.

Enfin, j'ai également à ma charge le paramétrage du lecteur code-à-barres pour s'assurer que celui-ci lise correctement les étiquettes et vérifier l'acquisition des données par l'API.

Moyens

Nous sommes trois personnes de NHS à participer à cette partie du projet, un câbleur pour les essais électriques, le responsable du BE EAI pour les essais de fonctionnement et moi-même pour l'ensemble des tests.

Je dispose donc d'une boîte à outils comprenant tout le matériel nécessaire (tournevis, clés, multimètre...) à la réalisation des essais électriques.

J'ai également à ma disposition mon PC portable avec tous les câbles et logiciels nécessaires à la connexion ainsi qu'au paramétrage des variateurs (logiciel Movitools) et du lecteur code-à-barres (logiciel CLV Setup).

Pour le paramétrage des variateurs et du lecteur code-à-barre, la société NHS a mis en place des documents interne expliquant le paramétrage de ces appareils.

Durant les essais de fonctionnement, le client doit nous rendre visite afin de valider certains essais notamment au niveau de l'ergonomie de l'IHM.

Réalisation

Une fois les éléments mécaniques montés, un câbleur a réalisé la mise en place des armoires électriques et des capteurs concernant les parties de l'installation à essayer, à savoir, le transstockeur ainsi que les quatre systèmes de transferts de plateaux.

Pour cela, il a fallu au préalable, que je valide la réception du matériel nécessaire (armoires, capteurs, câbles...), et que je le rassemble afin de le transmettre au câbleur en même temps que les instructions et que le dossier de câblage (schémas et synoptique).

Pendant le câblage, je me suis rédigé une liste de tests que j'ai faite valider par mon responsable. Cette liste comprend les différents essais nécessaires pour valider le fonctionnement ainsi que l'ordre dans lesquels les réaliser.

Une fois le câblage terminé, j'ai pu débiter ces essais :

Essais électriques.

Les premiers essais réalisés ont été d'ordres électriques. J'ai tout d'abord raccordé l'armoire XG1 au secteur, pour la mettre sous tension et vérifier la distribution des tensions, aussi bien dans XG1 que dans XTK et XC110. Il a été ensuite nécessaire de valider le fonctionnement des arrêts d'urgence pour travailler en toute sécurité.

Essais communications.

Les tests suivants ont portés sur la communication entre l'API et ses esclaves (IHM, variateur, E/S déportées, LCB). Pour cela, j'ai dû renseigner les adresses réseau des différents appareils. Pour le réseau Ethernet cela se fait en modifiant l'adresse IP de l'automate et l'IHM, tandis que pour PROFIBUS il faut régler les Switchs disponibles sur les différents éléments raccordés sur le bus (API, E/S déportées, variateur, LCB).

Ensuite, j'ai inséré dans l'automate le programme que j'ai développé précédemment (*cf. II.3.2 Automatismes*). La connexion entre l'API et PC se fait par l'intermédiaire d'un câble Ethernet raccordé sur le Switch réseau. De la même manière, il est possible de se connecter et de transférer le programme dans l'IHM. Tout cela a été possible après avoir pris le soin de modifier l'adresse IP du PC.

A partir de là, j'ai pu tester la communication Ethernet. En effet, l'automate indique, par l'intermédiaire de voyants, la présence ou non d'un défaut de communication. De plus, lorsqu'aucun défaut n'est détecté, il est possible de transférer les programmes (API et IHM) et de naviguer au travers les différents écrans de l'IHM.

Pour valider l'ensemble du réseau PROFIBUS, j'ai dû paramétrer la cellule infrarouge permettant les échanges de données entre l'API, le variateur et le module d'E/S déportées dans XTK. De la même manière que pour le réseau Ethernet, l'API ainsi que ses esclaves détectent une éventuelle erreur de communication. De plus, en se connectant à l'automate, il est possible de vérifier si un élément est en défaut.

Essais des E/S.

Les essais suivants que j'ai réalisés consistaient à tester les différentes E/S de l'automate afin de détecter une éventuelle défaillance matérielle, ou une possible erreur de câblage. Pour cela j'ai dû me connecter à l'API et créer une table d'animation permettant de visualiser l'état des entrées et de forcer les sorties.

Essais manuels du transstockeur.

Ces essais ont permis de valider le fonctionnement du transstockeur en mode manuel. Mais avant de procéder aux tests fonctionnels, j'ai dû me connecter et paramétrer le variateur via un logiciel. J'ai alors renseigné pour chaque axe, la référence du moteur et du codeur, la cinématique de la mécanique, ainsi que le type et les adresses des données à échanger avec l'API.

Après avoir renseigné les différents paramètres, par l'intermédiaire du logiciel j'ai pu déplacer les différents axes en petite vitesse, afin de vérifier le sens de rotation des moteurs et de voir le comportement de la mécanique lors des différents déplacements. De plus, ce mode m'a permis de valider le fonctionnement des capteurs de fin de course.

L'étape suivante consistait à piloter les différents axes du transstockeur en mode manuel, mais cette fois-ci à partir de l'API et non plus par le logiciel du variateur. Pour cela, j'ai mis l'installation en mode manuel et raccordé la boîte à bouton sur l'armoire XTK, j'ai ainsi pu valider le fonctionnement du transstockeur en mode manuel. De plus, ce mode m'a permis de vérifier puis de relever les coordonnées en X, Y et Z de chaque emplacement du magasin (24 emplacements disponibles pour ces essais).

Essais automatiques du transstockeur.

Il a ensuite fallu que je réalise les essais en mode automatique de façon à simuler le fonctionnement normal. Pour cela j'ai dû tester les différents cycles automatiques :

- Déplacement en position initiale.
- Déplacement vers l'emplacement de prise d'une charge.
- Fonctionnement de la fourche pour la prise d'une charge.
- Déplacement vers l'emplacement de dépose d'une charge.
- Fonctionnement de la fourche pour la dépose d'une charge.
- Gestion des défauts.

J'ai dû réaliser ces essais avec les deux types de charges avec des poids variables et à des vitesses différentes afin d'envisager le plus de cas de fonctionnements possibles et ainsi valider le fonctionnement du transstockeur.

Essais de l'IHM.

J'ai ensuite réalisé des essais sur l'IHM afin d'en tester l'ensemble des fonctionnalités :

- Navigation au travers des différents écrans.
- Choix du mode de marche.
- Visualisation de l'état de l'installation.
- Pilotage du transstockeur.
- Affichage et reset des défauts.

Ces essais m'ont permis de m'affranchir du PC, pour se rapprocher de plus en plus du fonctionnement réel.

Durant ces tests, le client CNH est venu dans nos locaux valider le fonctionnement du transstockeur, mais surtout se rendre compte du pilotage par l'intermédiaire de l'IHM et nous faire part de ses remarques sur l'ergonomie des différents écrans.

Essais des systèmes d'éjection de plateaux.

Après avoir testé le fonctionnement du transstockeur, j'ai dû essayer une autre partie de l'installation susceptible de poser des problèmes : les quatre systèmes d'éjection de plateaux.

Les essais réalisés m'ont permis de valider le fonctionnement des cycles automatiques (éjection et retour des plateaux), mais aussi et surtout, la réalisation mécanique sur laquelle il y avait quelques doutes sur la mise en pratique.

Essais des systèmes d'éjection de plateaux.

Les derniers essais que j'ai réalisés ont porté sur le lecteur code-à-barres. Pour cela, j'ai dû le paramétrer via un logiciel, en fonction de son type, de l'étiquette qu'il va devoir lire et des informations à récupérer de la lecture.

Une fois le lecteur paramétré, j'ai vérifié la bonne lecture des étiquettes et validé le traitement des informations reçues par l'automate.

II.3.4 Documentation

Objectifs

L'objectif final de cette partie est de gérer et maintenir à jour toute la documentation liée à cette affaire concernant le BE EAI.

Après avoir effectué les essais, je dois rédiger une notice d'utilisation de l'installation destinée aux personnels opérateurs et de maintenance du client CNH.

Ensuite, ce document doit être maintenu à jour tout au long du projet ainsi que l'analyse fonctionnelle et le synoptique général avant de les transmettre au client à la fin de l'affaire.

Et enfin, j'ai également à ma charge la création et l'évolution des documents internes NHS afin de permettre à mes collègues de bénéficier du retour d'expérience.

Moyens

Nous sommes trois personnes de NHS à participer à cette partie du projet : le responsable du BE EAI pour la validation des documents, un collègue automaticien pour la rédaction des documents internes et moi-même pour l'ensemble des travaux.

Je dispose évidemment de mon PC portable pour la rédaction des documents sous le logiciel Word.

Pour m'aider dans la rédaction de la notice d'utilisation, je peux m'inspirer des affaires précédentes archivées sur le serveur de l'entreprise.

J'ai également à ma disposition les documents internes NHS existants afin de les faire évoluer.

Réalisation

Analyse fonctionnelle.

Pour ma part, durant la phase d'étude, il a fallu finaliser la rédaction de l'analyse fonctionnelle (*Annexe 3*). Ce document a pour objet de définir les caractéristiques générales de l'installation ainsi que son fonctionnement et de délimiter l'étendue de la prestation Newtec.

Sur ce document j'ai détaillé les caractéristiques des interfaces hommes/machines, le descriptif du pilotage, les différents modes de marche, le traitement des sécurités et le fonctionnement général de l'installation.

Cette analyse est document très important et représente un point d'arrêt dans l'évolution du projet. En effet, ce document est soumis à la validation du client, il permet ainsi de se mettre d'accord avec lui, sur les travaux à réaliser et la façon dont ils doivent l'être.

Manuel opérateur.

A la suite des essais réalisés en atelier (*cf. II.3.3 Essais en atelier*) et validés par la visite du client j'ai rédigé le manuel opérateur (*Annexe 4*). Ce document constitue une notice d'utilisation de l'installation destinée au personnel opérateur.

Dans ce manuel j'ai donc intégré le synoptique général de l'installation et décrit le fonctionnement détaillé des différents modes de marche et d'arrêt de l'installation, le traitement des défauts, ainsi que le détail des diverses fonctionnalités de l'IHM.

Documents internes NHS.

Au sein de NHS, il existe des documents internes, rédigés et mis à jour par le BE EAI. Ces documents traitent de parties techniques bien précises (paramétrages d'appareils, standards de programmation API...), ils offrent une aide technique et permettent d'homogénéiser la manière de travailler au sein du BE. De plus, cela permet d'obtenir une certaine fiabilité et un gain de temps, non négligeable sur les futures applications.

Sur ce projet, j'ai dû mettre à jour le document lié au paramétrage du variateur (*Annexe 5*). En effet, le logiciel destiné au variateur ayant évolué, le document associé devait être grandement modifié. Ce document décrit pas à pas les différentes étapes permettant de paramétrer le variateur.

En parallèle de cette affaire, une autre application comprenant un transstockeur était en cours d'étude. Profitant de ce moment là et en tenant compte des expériences précédentes, un autre type de document interne a été créé, il s'agit d'un « standard de programmation » automate concernant le transstockeur. Ce document détaille les mnémoniques à utiliser ainsi que la structure et le contenu du programme pour commander un transstockeur.

II.3.5 Mise en service

Objectifs

L'objectif final de cette partie est le même que celui du projet global, à savoir mettre en fonctionnement l'installation de manutention et de stockage automatisés.

Il faut tout d'abord effectuer le montage et le câblage des différents équipements chez le client. Mon premier travail est donc de réaliser le suivi d'avancement de la partie électrique de ce chantier.

Ensuite, je dois aller sur site réaliser l'ensemble des essais afin de valider le fonctionnement de toute l'installation.

Puis, il faut que je réalise la mise en service avec le client, afin de mettre en production l'installation.

Et enfin, j'ai également à ma charge la formation du personnel opérateur et de maintenance de l'usine CNH.

Moyens

Nous sommes trois personnes de NHS à participer à cette partie du projet, le responsable du BE EAI pour superviser, un monteur/câbleur pour les essais et moi-même pour les essais et la formation du personnel.

Je dispose tout d'abord, au bureau, d'un téléphone fixe avec une ligne directe pour réaliser le suivi du chantier électrique. Puis sur site, j'ai en ma possession un téléphone portable me permettant de tenir informé mon responsable sur l'avancement des essais.

J'ai à ma disposition mon PC portable avec tous les câbles et logiciels nécessaires à la connexion ainsi qu'au paramétrage des différents appareils (API, IHM, Variateur, LCB).

Je dispose également de ma boîte à outils comprenant tout le matériel nécessaire (tournevis, clés, multimètre...) pour le réglage ou la résolution d'éventuels problèmes électriques et mécaniques.

Pour m'aider à la formation du personnel opérateur j'ai à ma disposition le manuel opérateur que j'ai rédigé et qui est ensuite transmi au client.

Réalisation

A la suite des essais en atelier, tout le matériel a été envoyé à Tracy-le-Mont pour être installé chez le client. Une fois sur site, des monteurs ont mis en place les éléments mécaniques et des câbleurs ont raccordés toute la partie électrique.

Pour ma part, il a été nécessaire de suivre le déroulement du chantier électrique en étant régulièrement en contact avec le chef des travaux. En effet, il a été important de connaître l'état d'avancement ainsi que les éventuels problèmes rencontrés (manque de matériels, retard du montage mécanique...) afin de planifier mon arrivée sur site et de respecter au mieux le délai de mise en service.

Lorsque le montage de l'installation fut suffisamment avancé, je me suis rendu sur site afin de réaliser l'ensemble des essais de fonctionnement. Comme pour les essais en atelier (*cf. II.3.3 Essais en atelier*), je me suis rédigé une liste de tests :

Essais manuel du transstockeur.

En effet, j'ai commencé les tests sur le transstockeur, car il représentait l'élément principal de l'installation susceptible de poser le plus de problèmes même si des essais ont déjà été réalisés en atelier.

Il a fallu tout d'abord que je mette l'installation sous tension avant de réaliser les essais du transstockeur en mode manuel. En raccordant la boîte à boutons sur l'armoire embarquée, j'ai pu déplacer le transstockeur sur ses trois axes, en augmentant progressivement les vitesses afin de vérifier la mécanique et valider le fonctionnement en manuel.

Ce mode là m'a également permis de vérifier et de relever les coordonnées en X, Y et Z, de tous les emplacements du magasin (110 + les voies d'entrées et de sorties).

Avant de passer aux essais en mode automatique, il a été indispensable de vérifier le fonctionnement des sécurités (AU, portes d'accès) de façon à travailler sans le moindre risque pour le matériel ainsi que pour le personnel.

Essais automatique du transstockeur.

Les E/S et les différents cycles ayant déjà été testé en atelier, les essais sur sites ont essentiellement portés sur la validation des coordonnées d'emplacements.

En effet, j'ai lancé des cycles de chargements puis de déchargements sur chacun des emplacements du magasin avec les deux types de charges afin de valider que tous les emplacements puissent recevoir indifféremment, un plateau ou un bac.

Essais du poste opérateur.

J'ai débuté ces essais par la vérification du raccordement électrique. Pour cela, il fallu tester les différents E/S, de la même manière que pour le transstockeur lors des essais réalisés en atelier.

La phase suivante consistait à réaliser les essais de fonctionnement de la manutention des lignes « plateaux » et « bacs ».

Puis, j'ai terminé par la validation des systèmes d'identification (les capteurs inductifs pour les plateaux et le lecteur code-barres pour les bacs).

Essais de la ligne de manutention.

Jusqu'à présent, les essais avaient été menés sans suspendre la production, ce qui n'a plus été possible pour la suite des travaux. En effet, l'installation il a été nécessaire de l'arrêter une journée pour permettre la mise en place et les essais de la ligne de manutention faisant la liaison entre l'installation actuelle et la nouvelle.

Il a donc rapidement fallu que je teste la ligne de manutention vers le robot de soudage. Ces essais ont été menés de la même manière que pour le poste opérateur.

En effet, après avoir testé les E/S, il a fallu valider le fonctionnement de la ligne de manutention en introduisant manuellement les plateaux, d'abord dans le sens aller (du transstockeur vers le robot de soudage), puis dans le sens retour (du robot de soudage vers le transstockeur). Ce dernier m'a également permis de vérifier que l'identification du plateau avant son stockage dans le magasin était correcte.

La suite des essais ont portés sur les systèmes d'éjection vers les voies d'accès au robot de soudage. Le fonctionnement ayant déjà été testé en atelier, il a fallu que je valide la transition avec la machine existante.

Pour cela, j'ai d'abord réalisé des éjections sur chacune des quatre voies d'accès, permettant de vérifier si la liaison et l'identification se faisait correctement. Puis, des retours de plateaux ont été réalisés pour valider complètement la liaison entre l'installation existante et la nouvelle.

Essais général de l'installation.

Pour finir les essais avant la mise en service, nous avons fais fonctionner l'installation telle qu'elle sera utilisée par les opérateurs de la société CNH.

Cela m'a permis de procéder aux derniers réglages avant de valider le fonctionnement général, du poste opérateur au robot de soudage, en passant par le transstockeur et la ligne de manutention.

De plus, il a fallu réaliser des tests de cadences afin de vérifier que les besoins du client étaient bien respectés.

Mise en service.

Lors de la mise en service, le client a vérifié que le fonctionnement correspond bien à sa demande.

De plus, cette phase a également été l'occasion de former les opérateurs à l'utilisation de leur nouvelle installation. A partir de la notice d'utilisation préalablement rédigée (*cf. II.3.4 Documentation*), il a fallu que j'explique, pas à pas, les différents modes de fonctionnement. Il a été également nécessaire, de simuler les défauts qu'ils seront susceptibles de rencontrer pour leur montrer comment les gérer.

Pour finir, l'approbation du client s'est conclut par la signature de la fiche de réception de l'installation en présence du commercial NHS.

Cela a également signifié pour moi, la fin du projet. Cependant, l'installation étant sous garantie, des possibles interventions sont à prévoir.

III Analyses

Cette dernière partie du document a pour but d'établir un premier bilan sur la réalisation de ce projet.

Il est tout d'abord important de porter une analyse sur le travail réalisé, en comparant les données initiales du client aux résultats obtenus tout en vérifiant que les objectifs fixés ont bien été atteints.

Ensuite, une liste des principales difficultés rencontrées est réalisée afin de tirer profit du retour d'expérience et identifier les possibles points d'améliorations.

III.1 Résultats

Ce projet avait pour but, l'intégration d'une installation de stockage et de manutention automatisés de bossages permettant d'alimenter un robot de soudage existant, intégré à une ligne de production de vérins hydrauliques.

Ce dispositif devait tenir compte du cahier des charges établi par le client CNH. Pour y répondre nous avons menés des études en mécanique, instrumentation, électricité et automatisme, débouchant sur une analyse fonctionnelle dont le contenu a été validé par CNH.

L'ensemble des réalisations aussi bien mécanique, électrique ou en automatisme ont donc été réalisées en fonction de l'analyse fonctionnelle. Les essais en atelier et la visite du client ont permis une deuxième validation, cette fois-ci au niveau du fonctionnement.

De plus, tout au long du projet nous avons organisés de plusieurs réunions avec le client, pour faire un point sur notre avancement, ou bien pour lui poser des questions d'ordres techniques ou organisationnels

La dernière validation a été effectuée par CNH lors de la mise en service de l'installation. Ces nombreux contacts avec le client nous ont permis d'être totalement en phase avec ses besoins et ainsi de ne pas avoir à effectuer de modifications importantes au dernier moment. La nouvelle installation mise en place est donc tout à fait conforme aux attentes du client et remplit les objectifs fixés par ce dernier.

De plus, les différents équipements installés permettront à la société CHN de bénéficier des avantages suivants :

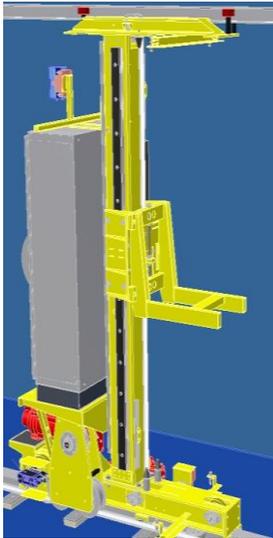
- réduction de la surface de stockage,
- facilité de gestion des stocks (plateaux et bossages),
- stockage d'un plus grand nombre de bossages,
- possibilité de gérer un plus grand nombre de référence,
- facilité de préparation des plateaux,
- réduction de la pénibilité du travail,
- mise à disposition rapide des bossages au robot de soudage,
- amélioration de la productivité.

Le client ressort totalement satisfait de cette affaire et prêt à nous faire de nouveau confiance sur des projets futurs, ce qui était un des objectifs de NHS.

D'un point de vue technique, comme le montre les comparaisons ci-dessous (*Figures 52 à 57*), nous avons su répondre aux spécificités de l'affaire (transstockeurs avec préhenseur à fourche, systèmes d'éjections de plateaux, préparation des charges). Cela nous a permis, une fois de plus, de mettre en avant nos compétences et notre savoir-faire dans les domaines de la manutention et du stockage automatisé.

Les éléments mécaniques

Transstockeur en phase d'étude

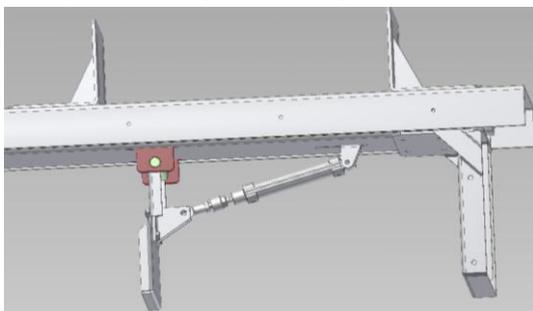


Transstockeur réalisé



- **Figure 52:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation du transstockeur -

Système d'éjection en phase d'étude

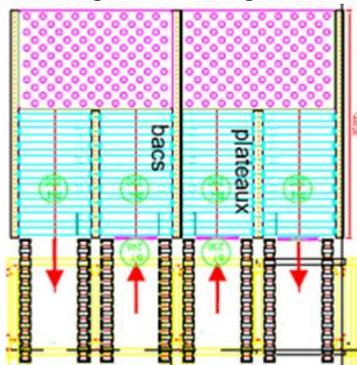


Système d'éjection réalisé



- **Figure 53:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation du système d'éjection de plateaux -

Poste opérateur en phase d'étude



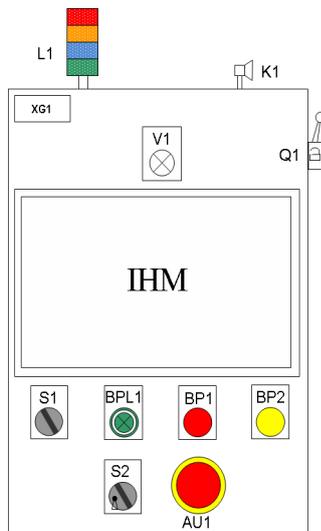
Poste opérateur réalisé



- **Figure 54:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation du poste opérateur -

Les armoires électriques

Armoire XG1 en phase d'étude

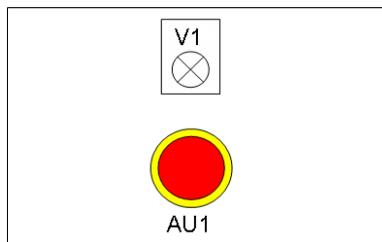


Armoire XG1 réalisé



- **Figure 55:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation de l'armoire générale XG1 -

Coffret XC110 en phase d'étude

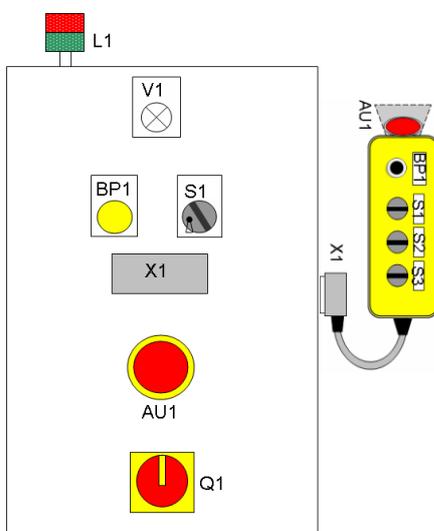


Coffret XC110 réalisé



- **Figure 56:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation du coffret secondaire XC110 -

Armoire XTK en phase d'étude



Armoire XTK réalisé



- **Figure 57:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation de l'armoire embarquée XTK -

III.2 Coûts/Délais

Après la satisfaction du client, un autre des objectifs de NHS était, comme sur chaque projet, de dégager une marge maximale de cette affaire.

Grâce au logiciel de GMAO utilisé (Silog) dans lequel est répertorié par affaire, le pointage des heures travaillées ainsi que le matériel commandé, il est possible pour le service commercial de réaliser un suivi précis.

En fin de projet, un bilan financier peut alors être effectué afin de vérifier si l'affaire a été suffisamment rentable ou non.

Lors de ce bilan, il a été établi que le montant dépensé pour la sous-traitance et l'achat du matériel est sensiblement conforme au budget initial.

Cependant, le coût total de la main d'œuvre est, quant à lui, supérieur à ce qui avait été planifié par le commercial. En effet, le nombre global d'heures passées sur l'affaire, aussi bien en étude qu'en réalisation, est plus important que prévu.

Malgré le fait que le délai final de mise en service de l'installation ait bien été respecté, certaines parties du projet ont pris plus de temps. En effet, la programmation des automatismes (API, IHM) a nécessité un nombre d'heures de travail plus important et la finition du montage des éléments mécaniques sur site a pris du retard.

Pour respecter le délai de mise en service, le retard de montage a été comblé par des essais efficaces. En effet, les nombreux tests réalisés en atelier ont permis de valider le fonctionnement d'une grande partie de l'installation et ainsi de gagner du temps lors de la mise en service sur site.

Cela me conforte donc dans mon opinion qui est, de passer le temps nécessaire pour essayer les parties cruciales d'une installation et en résoudre les problèmes dans nos ateliers, car cela s'avère plus aisé et moins coûteux que sur site. Il est vrai que nous, automaticiens, intervenons en fin de projets. Nous cumulons alors les éventuels retards pris par les autres corps de métiers, il est donc nécessaire de s'organiser afin de gagner du temps préalablement.

Au final, nous dégageons de cette affaire, une marge inférieure à celle qui était prévue initialement, mais elle reste tout de même plus qu'acceptable. Il est donc possible d'affirmer que l'objectif coût/délais est globalement rempli et cela malgré un contexte socio-économique difficile.

III.3 Difficultés rencontrées

Comme sur tout projet, celui-ci a rencontré certaines difficultés dont il a fallu faire face afin de les gérer au mieux et au plus vite.

Les premières difficultés rencontrées furent d'ordre technique. En effet, il a fallu appréhender le fonctionnement global de l'installation, mais également se renseigner sur l'utilisation de technologies nouvelles pour moi (variateurs, lecteur code-barres).

Le fonctionnement a été assez rapidement défini lors de l'étude, mais sa programmation dans l'API et plus particulièrement celle du transstockeur a posée nettement plus de problèmes. En effet, l'attribution des missions du transstockeur (emplacements de prise et de dépose) ainsi que la gestion du stock a dû être traitée par l'API, alors qu'habituellement cette partie est gérée par informatique à l'aide d'un PC de supervision. Mais par manque de budget, cela n'a pas pu être le cas sur ce projet.

Ensuite, la communication entre le variateur, le lecteur code-barres et l'API a nécessité un bon nombre de recherches (documentation, précédentes affaires...) et de tests afin de pouvoir échanger et utiliser les données nécessaires au fonctionnement de l'installation.

D'autre part, des problèmes de matériels sont également intervenus durant le projet. En effet, certains appareils se sont rapidement avérés défectueux, tandis que d'autres se sont démontrés inadaptés.

Ces complications sont tout d'abord survenues lors des essais en atelier avec le câble de liaison entre le codeur de l'axe Z du transstockeur et le variateur. La référence de celui-ci nous a été transmise par le fournisseur. Or, il s'est avéré qu'elle ne correspondait pas aux matériels en place (variateur et codeur).

Nous avons également été confrontés à des défauts de matériels lors de la mise en service sur site. En effet, lors des essais de l'axe Z du transstockeur, le frein de celui-ci est tombé en panne, mettant le variateur en défaut et rendant ainsi le pilotage impossible. De plus, une carte de pilotage de rouleau moteur ainsi que plusieurs cellules photoélectrique se sont montrées défectueuses.

Ce genre d'imprévus fait perdre beaucoup de temps et est d'autant plus gênant lorsqu'il intervient sur site. En effet, il faut identifier le problème et déterminer la référence correcte du matériel afin de le commander, en sachant que suivant le matériel et le lieu de livraison, le délai d'approvisionnement peut s'avérer plus ou moins important.

Par ailleurs, l'aspect organisationnel m'a parfois posé quelques difficultés. En effet, ayant par moment plusieurs tâches à réaliser en parallèle, il a fallu savoir gérer les priorités, tout en traitant les éventuels imprévus. Cela nécessite une bonne organisation et une certaine méthode de travail.

Enfin, la communication n'a pas été toujours évidente, aussi bien en interne entre les différents services de la société, qu'en externe avec les sous-traitants, les fournisseurs et le client. En effet, il a fallu faire preuve d'un bon relationnel pour récolter et diffuser les informations importantes.

Conclusion

Le projet faisant l'objet du présent mémoire consistait en la réalisation d'une installation de manutention et de stockage automatisés ayant pour but d'alimenter, en bossage, un robot de soudage réalisant des tubes destinés à la fabrication de vérins hydraulique pour le compte de la société CNH.

Les six mois passés à travailler sur cette réalisation m'ont permis de beaucoup apprendre, tant au niveau technique, qu'organisationnel, mais aussi et surtout, sur le plan relationnel. Ces trois aspects sont indispensables pour la réussite d'un tel projet.

D'un point de vue technique, un automaticien doit être pluridisciplinaire. En effet, au travers des différentes tâches réalisées, j'ai pu mettre en application mais également approfondir mes connaissances dans des domaines très variés, à savoir : électricité, informatique, mécanique et pneumatique.

Cependant, j'ai rapidement pris conscience que la réussite d'un tel projet ne dépendait pas seulement des capacités techniques, je me suis donc attaché à développer mon sens du relationnel et du travail en équipe.

Ceci m'a été utile lors de mes diverses relations avec ma hiérarchie, mes collègues, les sous-traitants, les fournisseurs ainsi que le client. En effet, en étant au cœur des échanges, il a parfois fallu faire preuve de diplomatie, argumenter de façon convaincante, faire circuler l'information, impliquer chacun des acteurs du projet, écouter toutes les remarques ; le tout dans le but d'atteindre les objectifs définis.

De plus, ce projet a contribué à aborder les difficultés qui résident dans la conduite de projet. En effet, j'ai dû faire preuve de méthode et d'organisation pour mener en parallèle les différentes tâches qui m'étaient confiées ainsi que pour gérer au mieux les problèmes rencontrés.

A mon avis, pour réussir, un ingénieur doit faire preuve de qualités d'analyse, d'organisation, de communication, alliées à de solides connaissances techniques. Ce sont des compétences que j'ai essayé de développer tout au long de ce projet.

Enfin, je pense également qu'à la fin d'une affaire, il est important de réaliser sa propre critique et tirer profit du retour d'expérience afin de percevoir les points d'améliorations pour des futurs projets.

D'autre part, cette période aura également été pour moi, l'occasion d'être confronté à la dure réalité de la vie économique d'une entreprise. En effet, durant la réalisation de ce projet, j'ai dû faire face, à mes dépends, à la mise en place d'un plan social.

Je peux, dès à présent, laisser émaner mon opinion sur cette formation par alternance d'ingénieur en automatisme industriel, en prenant en compte toute l'expérience que j'ai pu retirer de mes périodes en entreprises.

Cette formation permet tout d'abord d'acquérir de solides connaissances dans le domaine de l'automatisme, mais également de développer certaines compétences dans d'autres disciplines liées : électricité, électronique, informatique, mécanique, pneumatique ou hydraulique.

Cependant, il me semble que les points prédominants, outre l'expérience technique, se situent au niveau du relationnel et de la communication. En effet, l'alternance nécessite de l'écoute ainsi que du dialogue.

Cela permet de tisser des rapports de confiance au sein d'une équipe pour apporter un point de vue différent ou complémentaire. Dès cet instant, on prend conscience de l'importance de la diffusion de l'information. Cette démarche est un moyen de s'impliquer et d'apporter des idées nouvelles.

Cette formation en alternance a eu des effets bénéfiques tant sur la maturité qu'elle m'a permis d'acquérir, que dans l'amélioration de mon sens de l'organisation et d'adaptabilité aidant à faire face instantanément aux aléas, et ainsi, à les gérer.

Cette opportunité enrichissante et concrète dont j'ai bénéficié m'a permis d'atteindre mes objectifs et d'évoluer dans mes choix professionnels. Je conseillerai donc ce type de compromis, entre travail et études, puis encouragerai tous ceux ou celles qui souhaiteraient s'y investir.

Bibliographie

Articles de périodiques imprimés

Bulletin Municipal de Tracy-le-Mont (Février 2009). *L'usine CNH de Tracy-le-Mont*.
L'avis de Tracy, N°4, p.5

Sites web

CNAM. Le CNAM bibliothèque.

Disponible sur : <bibliotheque.cnam.fr>. (Consulté en Février 2010)

NEWTEC. Bienvenue chez Newtec !.

Disponible sur : <www.newtec-group.com>. (Consulté en Février 2010)

CNH. CNH Home.

Disponible sur : <www.cnh.com>. (Consulté en Mars 2010)

SITELEC. Electrotechnique-Sitelec.

Disponible sur : <sitelec.org>. (Consulté en Avril 2010)

Wikipedia. Wikipedia l'encyclopédie libre.

Disponible sur : <fr.Wikipedia.org>. (Consulté en Juin 2010)

Liste des figures

- Figure 1: Implantation géographique de Newtec -	10
- Figure 2: Graphique de répartition du CA de Newtec -	11
- Figure 3: Implantation mondiale de Newtec -	11
- Figure 4: Photos locaux NHS à Rousset et Lorient -	13
- Figure 5: Implantation géographique NHS -	14
- Figure 6: Graphique d'évolution du CA de NHS -	17
- Figure 7: Schéma d'organisation de NHS -	18
- Figure 8: Photo d'une pelle actionnée par un vérin CNH -	20
- Figure 9: Schémas de principe d'un vérin hydraulique -	21
- Figure 10: Photo d'un vérin hydraulique -	21
- Figure 11: Installation actuelle de soudage des bossages -	22
- Figure 12: Installation actuelle de soudage des bossages vue de dessus -	23
- Figure 13: Photo plateau rempli de bossages -	23
- Figure 14: Photo plateau vide -	23
- Figure 15: Photo stockage des plateaux -	24
- Figure 16: Dessin d'un plateau avec son système d'identification -	24
- Figure 17: Schéma d'intégration de la nouvelle installation -	25
- Figure 18: Photo d'un bac contenant les bossages -	26
- Figure 19: Schéma de principe de la nouvelle installation de manutention et de stockage -	27
- Figure 20: Organisation des tâches NHS -	33
- Figure 21: Planning prévisionnel NHS -	34
- Figure 22: Répartition financière des tâches NHS -	35
- Figure 23: Organisation de NHS pour la réalisation du projet -	37
- Figure 24: Tableau de décomposition du coût direct du projet pour NHS -	40
- Figure 25: Représentation du transstockeur en étude -	43
- Figure 26: Entraînement du transstockeur sur l'axe X -	44
- Figure 27: Entraînement du transstockeur sur l'axe Y -	44
- Figure 28: Dessins du préhenseur du transstockeur -	45
- Figure 29: Dessin de la ligne de manutention vers robot de soudage -	46
- Figure 30: Dessin du convoyeur bi-courroie -	47
- Figure 31: Dessins de convoyeurs à rouleau moteur -	47
- Figure 32: Dessin d'une butée pneumatique -	47
- Figure 33: Dessins de la table de transfert -	48
- Figure 34: Dessin du système de transfert de plateaux -	48
- Figure 35: Dessin du poste opérateur -	49
- Figure 36: Dessin d'un convoyeur gravitaire -	50
- Figure 37: Dessin de la table à billes -	50
- Figure 38: Schéma d'implantation des capteurs du poste opérateur -	53
- Figure 39 : Schéma d'implantation des capteurs de la ligne de manutention -	54
- Figure 40: Schémas d'implantations des capteurs du transstockeur -	55
- Figure 42: Schéma face avant de l'armoire principale XG1 -	61
- Figure 43: Schéma face avant de l'armoire embarquée XTK -	62
- Figure 44: Schéma de la boîte à bouton du transstockeur -	63
- Figure 45: Schéma face avant du coffret XC110 -	63
- Figure 46: Schéma d'architecture de l'automatisme -	66
- Figure 47: Schémas de principe de prise de référence des axes du transstockeur -	69
- Figure 48: Exemple d'un choix de matériel sur See Electrical Expert -	77
- Figure 49: Ecran de configuration matérielle dans l'API -	80
- Figure 50: Schéma d'exécution du programme API -	80
- Figure 51: Exemple de programmation d'une visualisation d'un mot sur l'IHM -	82
- Figure 52: Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation du transstockeur -	94

- **Figure 53:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation du système d'éjection - 94
- **Figure 54:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation du poste opérateur - 94
- **Figure 55:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation de l'armoire générale XG1 - ... 95
- **Figure 56:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation du coffret secondaire XC110 - 95
- **Figure 57:** Comparaison entre la phase d'étude et la réalisation de l'armoire embarquée XTK -95

Projet de manutention et de stockage automatisés.

Mémoire d'Ingénieur C.N.A.M., Aix-en-Provence 2011

RESUME

L'usine Case New Holland de Tracy-le-Mont fabrique des vérins hydrauliques destinés aux engins de chantiers. Pour cela, elle possède un robot permettant le soudage de bossages sur les tubes des vérins. La manutention vers cette installation est réalisée de façon manuelle, ce qui n'est plus viable pour le fabriquant.

Les études menées au sein de la société Newtec Handling Systems, aussi bien en mécanique qu'en électricité, instrumentation et automatisme, ont permis la réalisation puis la mise en place d'une installation automatisée permettant à la fois, la manutention vers le robot de soudage existant, et le stockage des bossages.

Mots clés : Manutention, stockage, transstockeur, automatisme, industriel.

SUMMARY

Case New Holland plant in Tracy-le-Mont manufactures hydraulic cylinders for construction equipment. For this, it has a robot for welding bosses on the cylinder tube. The handling to this facility is performed manually, which is not viable for the manufacturer.

Studies in society Newtec Handling Systems, both in mechanical electrical, instrumentation and automation have allowed the realization and implementation of an automated system that allows both to the handling robot existing welding and storage of the bosses.

Key words: Handling, storage, stacker crane, automatism, industrial.