

Département d'Automatique, Télécommunication et d'Electronique

Projet de Fin d'Etudes

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et systèmes

Thème

Réalisation d'une solution d'automatisation du système de levage
avec épandeur d'un RTG Liebherr au niveau de Bejaia
Mediterranean Terminal (BMT)

Préparé par :

➤ M^{lle}. BOUREGHIT Sarah-Farah

Dirigé par :

M^r. HADJI Slimane

M^r. BOURAI Farid

Examiné par :

M^r. KACIMI M/Akli

M^r. NAIT MOHAND Nacim

REMERCIEMENTS

Je remercie DIEU tout puissant de m'avoir donné la force et le courage d'aller au bout de mon parcours.

Mes vifs remerciements à l'ensemble du personnel de la direction technique de l'entreprise BMT pour leur prise en charge, leur disponibilité et pour leurs précieux conseils.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Mr BOURAI Farid pour avoir accepté de diriger ce travail durant toute la durée du stage, pour sa disponibilité, sa bienveillance et son aide précieuse qui m'a permis d'acquérir de nouvelles compétences.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à Mr HADJI Slimane pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa patience et ses conseils.

Mes remerciements vont également aux membres du jury Mr KACIMI Md Akli et Mr NAIT MOHAND Nacim qui ont accepté de juger ce travail.

Je tiens également à remercier toute l'équipe pédagogique de l'université de Bejaïa et les intervenants professionnels du département d'automatique, télécommunications et électronique.



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents pour leur amour inconditionnel et leur dévouement

A la mémoire de ma chère et regrettée tante

A mes chers et tendres grands-parents

A Loulou pour son immense soutien moral

A Neila pour sa bienveillance et ses encouragements

A Islam pour sa patience et son aide précieuse

A mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours particulièrement

Meriem pour avoir toujours cru en moi

A toute ma famille pour leur amour et leur présence

Table des matières

Table des matières	1
Liste des Figures	1
Liste des Tableaux	2
Introduction générale	3
Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil et description de l'RTG	4
I.1. Introduction	5
I.2. Présentation de l'organisme d'accueil BMT	5
I.2.1. Position géographique	5
I.2.2. Structure de l'entreprise [1]	6
I.3. Définition de l'RTG Liebherr	10
I.3.1. Différentes tâches d'une RTG Liebherr	11
I.3.2. Caractéristiques techniques de L'RTG Liebherr [3]	11
I.3.3. Eléments constitutifs de L'RTG [4]	12
I.3.4. Différents Fonctionnements d'une RTG [4]	13
I.3.5. La translation (Gantry)	14
I.3.6. Le Chariotage (Trolley)	14
I.3.7. Le levage (Hoist)	14
I.4. Conclusion	15
Chapitre II : Cahier des charges et Grafquets de la chaîne de levage	16
II.1. Introduction	17
II.2. Chaîne de levage de l'RTG Liebherr	17
II.2.1. Le treuil	17
II.2.2. L'épandeur (Spreader) [5]	17
II.3. Cahier des charges du fonctionnement du Spreader	20
II.3.1. Conditions de mise en marche du spreader	21
II.3.2. Conditions de verrouillage	21
II.3.3. Conditions de déverrouillage	21
II.3.4. Conditions d'extension du Spreader vers la position 40 pieds	21
II.3.5. Conditions de rétraction du Spreader à la position 20 pieds	22
II.4. Cahier des charges des fonctions d'équilibrage (Trim) et d'équerrage (Skew)	22
II.4.1. Description des fonctions Trim/Skew	22
II.4.2. Cahier des charges	23
II.5. Elaboration des grafquets du système avec « Automgen »	24
Présentation du Logiciel Automgen	24
II.5.1. Grafquet de verrouillage du spreader	25
II.5.2. Grafquet de déverrouillage du spreader	26

II.5.3. Grafctet d'extension et de rétraction du spreader.....	27
II.5.4. Grafctet d'équerrage (skew).....	28
II.5.5. Grafctet d'équilibrage (Trim).....	29
II.6. Cahier des charges de l'opération de levage (HOIST).....	30
II.6.1. Fonctionnement :	30
II.6.2. Cahier des charges	31
II.6.3. Grafctet du système de levage.....	33
II.7. Conclusion	33
Chapitre III : Automatisation et supervision de la chaine de levage avec Spreader	34
III.1. Introduction	35
III.2. Automatisation de la chaine de levage	35
III.2.1. Description de l'Automate programmable utilisé.....	35
III.2.2. Le logiciel STEP 7.....	36
III.2.3. Mise en place du Programme	37
III.2.4. Programme réalisé	39
III.3. Supervision de la chaîne de levage [7]	41
III.3.1. Etapes de mise en œuvre.....	41
III.3.2. Vues du programme.....	43
III.3.3. Compilation et simulation du programme	45
III.4. Conclusion	46
Conclusion générale	47

Liste des Figures

Figure I.1: Jointe venture.....	5
Figure I.2 : Organisation du port de Bejaïa	6
Figure I.3: Organigramme du BMT.....	8
Figure I.4: Plan du Terminal.....	9
Figure I.5: Grue portique mobile sur pneus (RTG)	10
Figure I.6: Eléments constitutifs d'une RTG	13
Figure I.7: Différentes opérations de L'RTG.....	14
Figure II.1 Système de levage	17
Figure II.2 : Schéma du spreader YSX 40.....	18
Figure II.3: Unité hydraulique.....	18
Figure II.4 : Chaîne télescopique du Spreader	19
Figure II.5 : Twist locks.....	20
Figure II.6 : Dispositif d'inclinaisons	22
Figure II.7 :Dispositif Trim	22
Figure II.8 :Dispositif Skew	23
Figure II.9 : Joystick de commande Trim/Skew.....	23
Figure II.10 :Vue sur l'espace de travail « Automgen ».....	25
Figure II.11 :Grafcet de verrouillage du Spreader.....	25
Figure II.12 :Table des symboles	26
Figure II.13 :Grafcet de déverrouillage	26
Figure II.14 :Table des symboles	27
Figure II.15 :Grafcet d'extension et de rétraction.....	27
Figure II.16 :Table des symboles E/S.....	28
Figure II.17:Grafcet d'équerrage (skew).....	28
Figure II.18 :Table des symboles	29
Figure II.19:Grafcet d'équilibrage (trim).....	29
Figure II.20:Table des symboles	30
Figure II.21:Grafcet du système de levage.....	33
Figure III.1: Automate API S7-300	35
Figure III.2 : Interface de simulation PLCSIM	36
Figure III.3 : Configuration matérielle	37
Figure III.4 : Table des Mnémoniques du système étudié.....	38
Figure III.5 : Blocs du programme	39
Figure III.6 : Activation du joystick de Levage.....	40
Figure III.7 : Contrôle du Spreader.....	40
Figure III.8 : Activation de la commande d'extension du spreader à 40Ft.....	40
Figure III.9 : Vue sur l'espace de travail	41
Figure III.10 :Liaison de l'automate au pupitre opérateur.....	42
Figure III.11 : Table des variables du programme.....	42
Figure III.12 :Aperçu de la vue initiale	43
Figure III.13 :Vue du système Hoist.....	44
Figure III.14 : Vue de la commande du Spreader.....	44
Figure III.15 :Vue du spreader	45
Figure III.16 :Résultats de simulation du verrouillage	45

Liste des Tableaux

Tableau I.1 : Equipements de BMT.....	9
Tableau I.2 : Caractéristique du Moteur	11
Tableau I.3:Dimensions et entrainements.....	11
Tableau II.1 : Variables d'entrée pour la commande de levage	32
Tableau II.2 : Variables de sortie pour la commande de levage.....	33

Introduction générale

La majorité des échanges mondiaux des pays passent par le trafic maritime, et la commercialisation de l'ensemble des marchandises nécessite la mise en œuvre des techniques adaptées pour les protéger de façon aussi certaine que possible, d'où l'apparition de la conteneurisation. Toutefois, le transport intermodal nécessite le passage par des installations équipées de moyens de manutentions permettant le transfert du rail à la route, de la mer au rail et vice versa. Ces installations sont communément appelées TERMINAL en langage maritime [7].

Dans les opérations portuaires, la rapidité et l'efficacité sont essentielles pour garantir le respect des délais et la performance d'un terminal à conteneur se mesure par le temps d'escale, la rapidité des opérations et le coût de transit du conteneur. Ces facteurs sont intimement conditionnés par une efficacité dans la gestion de la maintenance du matériel de manutention notamment des grues portiques (RTG) qui jouent un rôle important au niveau de la productivité mesurée par rapport au nombre d'opérations effectuées.

Dans le cadre de notre étude, l'objectif principal au sein de BMT est l'étude d'une solution d'automatisation d'un RTG Liebherr afin d'accroître son rendement et d'apporter une valeur ajoutée à l'entreprise.

Pour mener à bien ce projet, nous avons élaboré un plan qui s'articule autour de trois chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présenterons, brièvement, l'organisme d'accueil « BMT », et nous décrirons le système de manutention des conteneurs présent au sein de cette entreprise.

Le second chapitre, sera consacré à l'élaboration des différents Graficets correspondants aux cahiers des charges issus de l'analyse fonctionnelle de la chaîne de levage du système de manutention présent à l'entreprise BMT.

Le dernier chapitre quant à lui sera axé sur les programmes d'automatisation élaborés sous le logiciel SIMATIC Manager et suivi d'un programme de supervision de notre système sous le logiciel WinCC Flexible.

Une conclusion générale fera office d'un compte-rendu sur le travail effectué.

Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil et description de l'RTG

I.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise d'accueil BMT (Bejaia Mediterranean Terminal), avec un aperçu sur sa création, sa zone d'implantation, sa structure et l'organisation de ses différents départements. Par la suite, nous aborderons la description de l'ensemble fonctionnel de la grue portique mobile sur pneus (RTG).

I.2. Présentation de l'organisme d'accueil BMT

Créée comme société par actions, BMT est une entreprise prestataire de services spécialisée dans le fonctionnement, l'exploitation et la gestion du terminal à conteneurs. Elle a vu le jour avec la jointe venture entre l'entreprise portuaire de Bejaia (EPB) et le groupe PORTEK Systems & Equipment (PSE), une société Singapourienne. L'EPB est l'autorité portuaire qui gère le port de Bejaia. PORTEK Systems and Equipment est une filiale du Groupe PORTEK, qui est un opérateur de Terminaux à conteneurs présent dans plusieurs ports dans le monde et également spécialisé dans les équipements portuaires [1].

Le capital de BMT s'élève à 500.000.000 DA répartis à raison de 51% pour L'EPB et 49% pour PORTEK.

L'activité principale de BMT est la gestion et l'exploitation du Terminal à conteneurs avec pour mission principale le traitement dans les meilleures conditions de délais, de coûts et de sécurité, l'ensemble des opérations qui ont un rapport avec le conteneur.

Le niveau de technologie mise en place, la qualité des infrastructures et des équipements performants (portiques de quai, portiques gerbeurs) font aujourd'hui du port de Bejaia et de BMT le premier terminal moderne d'Algérie avec une plate-forme portuaire très performante.



Figure I.1: Jointe venture

I.2.1. Position géographique

Implanté au centre du pays, le port de Bejaia jouit d'une situation géographique stratégique. Dès lors, BMT offre des commodités exceptionnelles aux opérateurs. Se trouvant à proximité de la gare ferroviaire, à quelques minutes de l'aéroport de Bejaia, elle est reliée au réseau routier national qui facilite

le transport de marchandises conteneurisée de toute nature vers l'arrière-pays et vers d'autres destinations. Elle se situe dans le nouveau quai du port de Bejaia précisément dans le quai 24.



Figure I.2 : Vue sur le nouveau quai

I.2.2. Structure de l'entreprise [1]

I.2.2.1. Direction Générale (DG)

Dans le cadre des pouvoirs assignés par le conseil d'administration de BMT Spa, le Directeur Général dirige l'entreprise, donne des directives pour les différentes structures et assure la coordination entre les directions de l'entreprise.

I.2.2.2. Direction Marketing (DM)

Assure l'élaboration des plans marketing (analyse de marché, détermination des cibles, plan d'actions) et la coordination avec l'ensemble des intervenants portuaires en adéquation avec la politique marketing.

Elle est divisée en trois (03) services :

- **Service Marketing :** Assure la promotion de l'image de marque de l'entreprise et la mise en œuvre du plan marketing et commercial.
- **Service Commercial :** Procède à la facturation des prestations fournies et le recouvrement des créances.
- **Service Informatique :** Assure le bon fonctionnement du CTMS, la maintenance du parc informatique de l'entreprise et le développement de nouvelles applications aux différentes structures.

I.2.2.3. Direction des Finances et Comptabilité (DFC)

Assure l'élaboration des bilans et des situations financières de la société. Elle est constituée de deux services :

- **Service Comptabilité :** Procède au contrôle et l'enregistrement de toutes les factures d'achat, de prestation et d'investissement.

- **Service Finances et Budget** : Assure le suivi de l'exécution du budget de la société et de la Comptabilité Analytique ainsi que la gestion de la trésorerie.

I.2.2.4. Direction des Ressources Humaines Et Moyens (DRHM)

Sa mission principale est de mettre en œuvres des systèmes de gestion intégrés à la stratégie de BMT pour atteindre ses objectifs et qui traduisent une adéquation entre les impératifs économiques et les attentes du personnel.

I.2.2.5. Direction des opérations (DO)

Elle a pour objectif de :

- Prendre en charge les opérations de manutentions, comme la réception des navires porte-conteneurs et leurs chargements et déchargement.
- Assurer la planification des escales, du parc à conteneurs et la planification des ressources, équipes et équipements.
- Suivre les opérations de l'acconage tel que : le suivi des livraisons, dépotages, restitutions du vide et le traitement des conteneurs frigorifiques.

I.2.2.6. Direction technique (DT)

Son rôle est d'assurer la maintenance préventive et curative des engins du parc à conteneurs.

Le département technique est divisé en trois (03) services :

- **Service Engins**

Assure la maintenance des engins de manutention

- **Service Portiques**

Assure la maintenance des portiques de quai et des grues mobiles.

- **Service Méthodes**

Assure la mise en œuvre du plan de maintenance des équipements.

Le personnel de la direction technique veille à au bon déroulement des opérations en assurant :

- L'Entretien, installation, test, mise à jour, préparation et dépannage du matériel du port
- La localisation de la panne défectueuse des mécanismes
- Enregistrement historique d'entretien de machines de maintenance
- Fournir la formation technique pour le personnel interne et externe

La figure ci-dessous représente l'organigramme de l'entreprise de BMT :

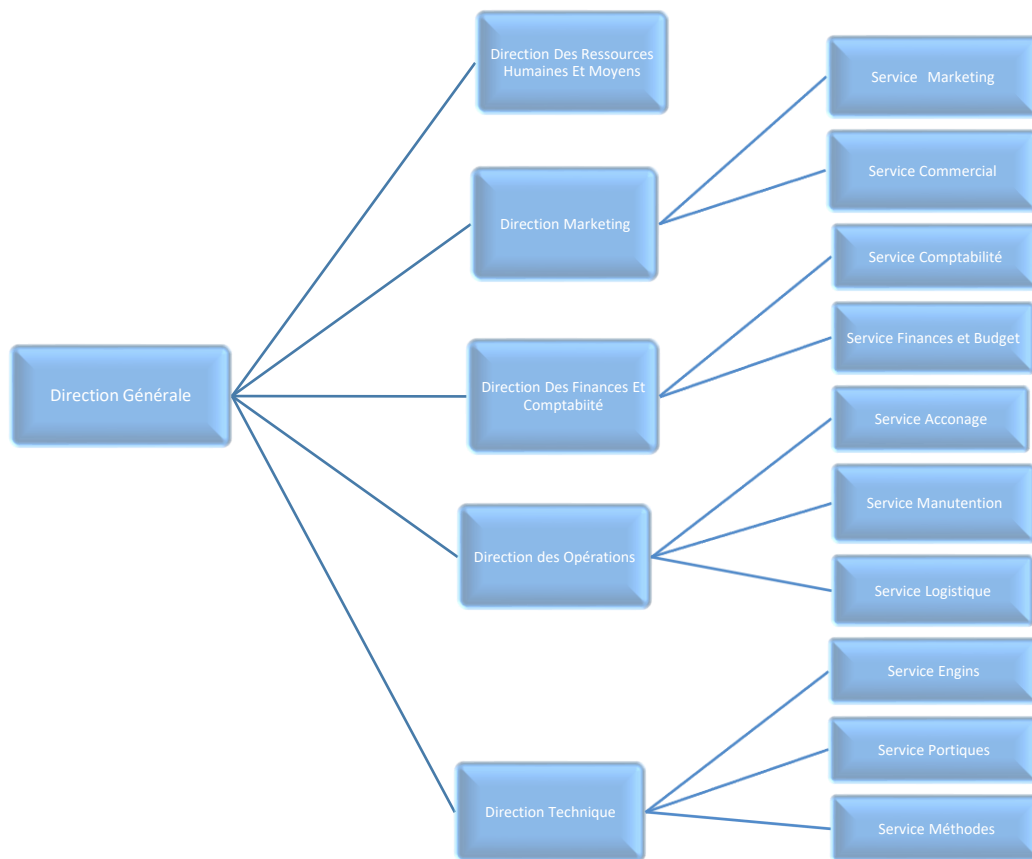


Figure I.3: Organigramme du BMT

I.2.2.7. Le Terminal à conteneurs de BMT [1]

Avec un quai de 500m et une capacité de stockage de 10300 EVP (Equivalent Vingt Pied), le terminal à conteneurs se décompose en deux grandes zones :

- **La zone de quai :** Elle sert de point de transfert des conteneurs entre le terminal et les navires (Chargement /Déchargement).
- **La zone terrestre :**

Cette partie est subdivisée en quatre (04) zones

❖ Parc à conteneurs pleins :

Dans cette cour sont entreposés temporairement les conteneurs déchargés des navires et destinés à être livrés aux clients par voie ferroviaire ou routière et les conteneurs destinés à l'exportation. Cette zone est répartie en cinq (05) blocs (A, B, C, D, E) disposés parallèlement au quai.

Ce parc a une capacité de 8300 EVP et une superficie de 78500m² [1],[2] .

❖ Zone visite :

Dans cette zone s'effectue le contrôle des marchandises portées dans les conteneurs avant d'être transférés à la zone de stockage ou livrés à leur propriétaire.

❖ **Zone de dépotage/empotage :**

Dans cette zone d'une capacité de 600 EVP (Équivalent Vingt Pieds) et une Superficie de 3500 m² s'effectuent les opérations d'empotage pour le chargement des marchandises à l'intérieur d'un conteneur et de dépotage pour le déchargement d'un conteneur de son contenu. Les marchandises dépotées sont livrées à leur propriétaire et les conteneurs vides sont transférés vers la Zone Extra-portuaire (ZEP) ayant une capacité de 5000 EVP et une superficie de 50 000 m² là où ils sont stockés temporairement avant d'être réclamés. La ZEP se situe à 3 Km du port)

❖ **Parc à conteneurs vides :**

Il permet une gestion efficace des conteneurs lorsqu'ils ne sont pas utilisés pour le transport de marchandises. En offrant des services de stockage, d'entretien, de réparation et de préparation, le parc à conteneurs vides contribue à réduire les coûts, minimiser la congestion et améliorer la réactivité face aux fluctuations de la demande. Il a une capacité de 900 EVP et une superficie de 15200 m²

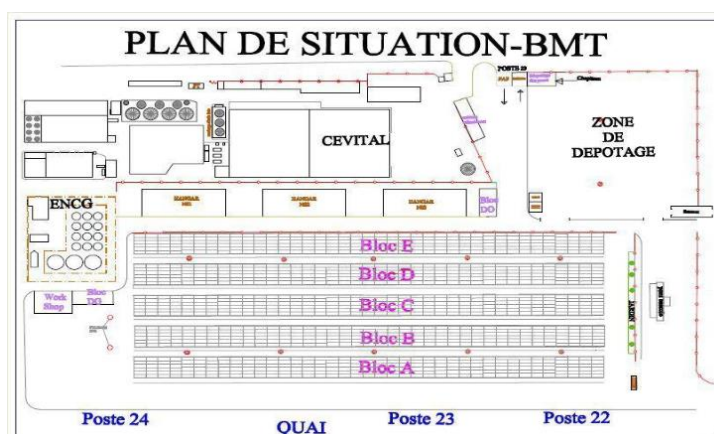


Figure I.4: Plan du Terminal

I.2.2.8. Equipements de BMT [1]

BMT est équipée de divers équipements portuaires modernes qui permettent une gestion efficace des opérations de manutention de conteneurs. Voici les principaux équipements utilisés par BMT :

Tableau I-1: Equipements de BMT

Equipements	Nombre	Tonnage
PORTIQUES DE QUAI SUR RAIL (QC)	02	40
PORTIQUES GERBEUR SUR PNEUS (RTG)	09	40
REMORQUES PORTUAIRES	16	40
CHARIOTS MANIPULATEURS DE VIDES	11	11
GRUES MOBILES PORTUAIRES (MHC)	02	100
REMORQUES ROUTIERES	40	36
CHARIOTS ELEVATEURS	16	2.5 / 3 / 5 / 10
STACKERS	11	45

Dans le cadre de notre étude, on s'intéresse particulièrement à l'étude des portiques gerbeurs sur pneus (RTG) qui sont des équipements de manutention essentiels dans les ports et les terminaux à conteneurs. Ils sont utilisés pour soulever, transporter, empiler et organiser les conteneurs maritimes dans les aires de stockage.

I.2.2.9. Les atouts de l'entreprise

BMT met à la disposition de ses clients une technologie et un savoir-faire dans le traitement du conteneur pour leur assurer :

- Une rade et un port non congestionné
- Des quais spécialisés pour le conteneur
- Un personnel bien formé et motivé
- Une organisation de transport du conteneur de bout en bout
- Une capacité de stockage importante

I.3. Définition de l'RTG Liebherr

L'RTG (Rubber Tired Gantry) Liebherr est une grue portique sur pneus en caoutchouc exploitée dans les opérations de manutention portuaire. Elle est utilisée pour l'empilage et la manipulation de conteneurs ISO 20 ft et 40 ft sur les terminaux à conteneurs et est conçue pour empiler jusqu'à six conteneurs les uns sur les autres (hauteur max. 2,89 m) ainsi que pour enjamber six rangées de conteneurs plus une voie de camion.



Figure I.5: Grue portique mobile sur pneus (RTG)

Parmi ses caractéristiques, on dénote [3] :

- ✓ Une exploitation indépendante grâce à un groupe électrogène diesel monté sur l'RTG.

- ✓ Une construction en acier rigide et stable, permettant une manipulation précise des conteneurs avec des mouvements sans secousses, même à des vitesses de manutention élevées.
- ✓ Système de mouflage 8 câbles offrant un effet anti-ballant et un positionnement rapide du spreader sans avoir recours aux flippers.
- ✓ Présence de tiges anticollision et de capteur de fin de course
- ✓ Disposition d'un peson de force dynamique pour la détection des surcharges
- ✓ Fourniture d'un spreader télescopique à longueur ajustable et attaché directement aux cordages.

I.3.1. Différentes tâches d'une RTG Liebherr

L'RTG Liebherr peut effectuer les opérations suivantes :

- Transfert d'un conteneur de 40,6 tonnes d'une pile ou d'une position au sol à un châssis de camion, un wagon plat et vice versa.
- Déplacement de portique à une vitesse dépendant de la charge et déplacement chariot avec des charges jusqu'à 40,6 tonnes.
- Les roues de L'RTG tournent à 90° afin de se déplacer vers une nouvelle voie de stockage ou une zone définie ; sans charge, à vitesse réduite.
- Les roues tournent à 45° lorsqu'il s'agit de se garer.
- Mode tortue (Déplacement lent) pour tous les mouvements

I.3.2. Caractéristiques techniques de L'RTG Liebherr [3]

- **Alimentation électrique : Moteur Diesel**

Tableau I-2:Caractéristique du Moteur

Puissance nominale, continue	450KVA
Tension de service / Fréquence	480V - 50/60 Hz
Puissance brute moteur (Standby)	450 KW
Capacité réservoir diesel	1500 Litres
Type de régulateur	Electronique
Pupitre de commande	110V. AC / 24V. DC.
Démarrage	A distance/ Manuel
Marque du fabricant	Cummins

- **Dimensions, système d'entrainements et vitesse**

Tableau I-3:Dimensions et entrainements

Entraxe de portique	22,56 m (6 conteneurs plus voie de camion)
Hauteur de levage au-dessus du sol : PILE (sous spreader télescopique)	00.0 m- 21.00 m 1 conteneur au-dessus de 5 conteneurs
Charge nominale sous spreader	40,60 Tonnes

Écartement des roues	7.50 m
Vitesse de levage	28m/min (Avec charge) /56 m/min (sans charge)
Vitesse du chariot	70 m/min
Vitesse de translation de la grue	130 m/min (sans charge) /70m/min (Avec charge)
Nombre de roues de translation	8
Système d'entraînement de l'unité de levage	1 moteur 190 kW A.C avec contrôle de vitesse à variateur de fréquence CA.
Système d'entraînement de chariot	2 moteurs 18 kW A.C avec contrôle de vitesse à variateur de fréquence CA.
Système d'entraînement de translation	4 moteurs 35 kW A.C avec contrôle de vitesse à variateur de fréquence CA.

I.3.3. Eléments constitutifs de L'RTG [4]

Les éléments constituant l'RTG sont représentés comme suit :

❖ Ossature

Structure principale qui supporte tous les composants de la RTG (Châssis, poutre principale, poutres de support, éléments de liaison et de fixation)

❖ Source d'alimentation

Un groupe électrogène est utilisé pour alimenter les moteurs électriques qui assurent le déplacement de la RTG sur ses pneus en caoutchouc, ainsi que pour alimenter les différents composants électriques tels que le système de levage, les systèmes de contrôle, etc.

❖ Salle EE

La salle électrique (EE) d'une RTG est une partie importante de la structure de la RTG où sont logés et protégés les composants électriques et électroniques essentiels pour son fonctionnement. Elle comporte un tableau électrique principal, des armoires de commande, des équipements de communication ainsi qu'un système de refroidissement.

❖ Système de translation et rotation des roues

Un système de transmission transmet la puissance des moteurs aux roues, permettant ainsi à la RTG de se déplacer vers l'avant/Arrière le long des voies de roulement. Pour la rotation, des moteurs électriques situés à la base de la RTG, ainsi qu'un mécanisme de pivotement relie la structure de la RTG à ses roues lui permettant de tourner sur elle-même pour s'aligner avec les conteneurs ou changer de direction lors des manœuvres.

❖ Chariot et cabine

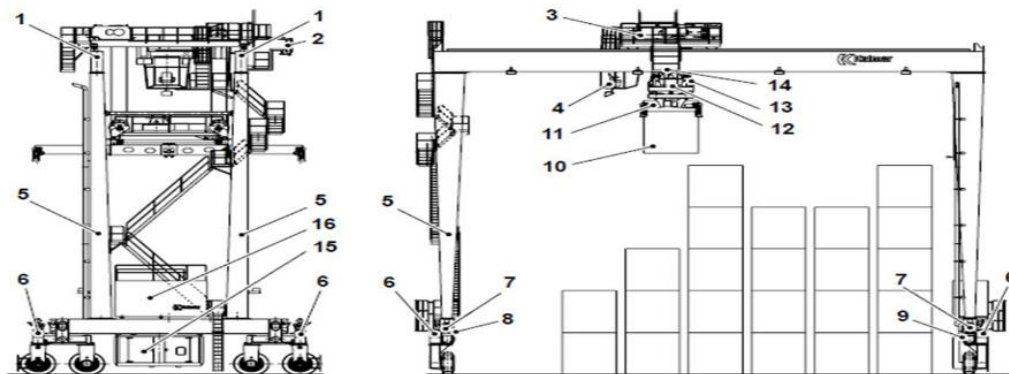
Le chariot est une structure mobile montée sur la poutre principale de la RTG où il se déplace tout le long pour permettre le positionnement du système de levage au-dessus des conteneurs.

La cabine fait partie du chariot qui offre à l'utilisateur une excellente vue sur l'ensemble de l'aire de travail.

❖ **Palonnier**

Le palonnier, également connu sous le nom de spreader, est un dispositif essentiel utilisé par une RTG pour soulever, transporter et déposer des conteneurs.

Il est fixé à l'extrémité des élingues ou des crochets de levage et est équipé de dispositifs de verrouillage pour maintenir les conteneurs en place pendant le transport. Il est doté d'un système télescopique pour s'adapter à différentes tailles de conteneurs et pour faciliter le chargement et le déchargement.



- | | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| 1. Traverses principales | 9. Traverse avant |
| 2. Chaîne de puissance | 10. Conteneur |
| 3. Chariot avec équipement de levage | 11. Palonnier |
| 4. Cabine de l'opérateur | 12. Tête d'accrochage |
| 5. Colonnes | 13. Poulie |
| 6. Moteurs d'entraînement | 14. Enrouleur de câble |
| 7. Moteurs de rotation des roues | 15. Groupe de puissance |
| 8. Traverse arrière | 16. Salle de contrôle |

Figure I.6: Eléments constitutifs d'une RTG

I.3.4. Différents Fonctionnements d'une RTG [4]

Afin de mener à bien les tâches qui lui sont confiées, l'RTG agit selon trois opérations élémentaires qui sont : la translation, le chariotage et le levage.

La figure **I.7** ci-dessous illustre les trois mouvements effectués par l'RTG lors des opérations de manutention.



Figure I.8: Différentes opérations de L'RTG

I.3.5. La translation (Gantry)

Le système de translation d'une Rubber Tyred Gantry (RTG) est responsable du déplacement latéral de l'RTG le long des voies de roulement dans le terminal à conteneurs.

Il est constitué principalement de quatre moteurs électriques, chaque moteur est couplé à un réducteur avec un système de freinage à disque. Le réducteur transmet le mouvement aux roues qui permettent de déplacer l'RTG.

I.3.6. Le Chariotage (Trolley)

Le système de chariotage d'une Rubber Tyred Gantry (RTG) est responsable du déplacement du chariot le long de la poutre principale de l'RTG. Ce chariot transporte le système de levage composé d'un treuil ainsi que d'un spreader qui saisit et soulève les conteneurs.

Le système est composé d'un moteur électrique de chaque côté couplé à un frein à disque et à un réducteur de vitesse. Ce dernier transmet le mouvement à un galet guidé sur le rail.

I.3.7. Le levage (Hoist)

Le levage est l'exécution du mouvement de montée ou de descente du Spreader tenu par des câbles. Le composant chargé de cette opération est le palan (Treuril).

Le câble ou la chaîne est enroulé autour du tambour, et lorsque le moteur électrique est activé, il entraîne le tambour pour soulever ou abaisser la charge.

Dans le cadre de notre étude, nous allons nous focaliser sur l'étude du système de levage.

I.4. Conclusion

À la suite du stage effectué au sein du BMT, on a pu rassembler les informations essentielles afin d'étudier le mode de fonctionnement des portiques mobiles sur pneus (RTG) tout en soulignant leurs caractéristiques et leur importance dans les opérations de manutention portuaire.

Ce chapitre a fait également l'objet d'une présentation de l'activité du BMT et de son rôle important dans le port de Bejaia.

Chapitre II : Cahier des charges et Graficets de la chaine de levage

II.1. Introduction

Dans cette partie, on s'intéressera particulièrement à l'étude du fonctionnement de la chaîne de levage du portique sur pneus (RTG). Puis on procédera à l'élaboration des cahiers de charge de notre système. A partir de là, on va créer le grafjet du système fonctionnel de l'opération de levage et cela en utilisant « Automgen » qui est un logiciel adapté à notre travail.

II.2. Chaîne de levage de l'RTG Liebherr

Le système de levage (situé sur le chariot) est constitué principalement d'un moteur électrique couplé à un réducteur de vitesse avec un système de freinage à disque. Le réducteur transmet le mouvement à un tambour enrouleur de câbles de levage liés au palonnier. Le système de levage fournit un système rigide à l'aide de mouvements à balancement minimal du palonnier, la stabilité du système s'obtient à l'aide des câbles spéciaux. La chaîne de levage de l'RTG est représentée dans la figure ci-dessous, elle est constituée des éléments suivants :

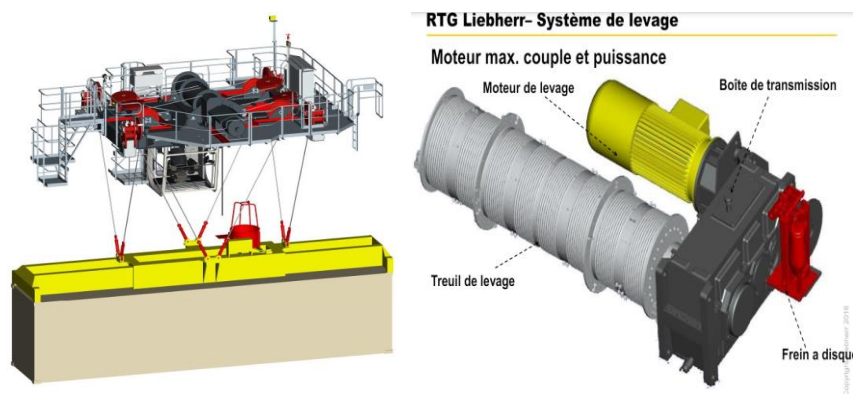


Figure II.1 : Système de levage

II.2.1. Le treuil

Il est équipé d'un câble d'acier ou d'une chaîne robuste qui est enroulé autour d'un tambour. Ce câble ou cette chaîne est attaché à un dispositif de levage qui saisit les conteneurs. Le treuil est contrôlé par un système de commande électrique qui permet à l'opérateur de démarrer, d'arrêter et de contrôler la vitesse du treuil et est généralement alimenté par un moteur hydraulique qui fournit la puissance nécessaire pour entraîner le treuil et soulever les charges.

II.2.2. L'épandeur (Spreader) [5]

Il constitue un équipement essentiel pour les opérations de chargement/Déchargement. C'est la partie de la RTG qui entre en contact avec le conteneur. Il est lié directement aux câbles du système de levage et est commandé électriquement. Le modèle utilisé dans le cadre de notre étude est le Spreader YSX 40E du groupe Bromma illustré ci-dessous :

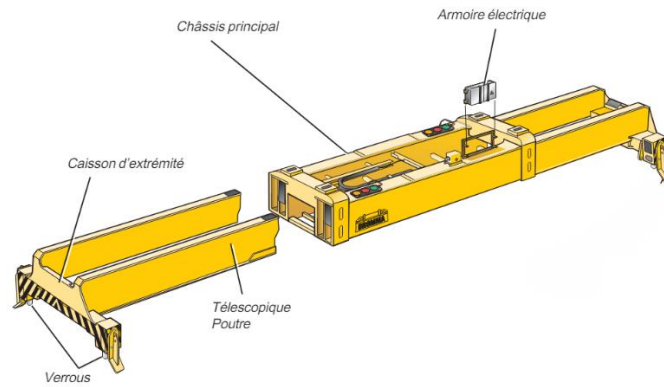


Figure II.2 : Schéma du spreader YSX 40

Le spreader est composé d'un châssis principal central et de deux paires de poutres télescopiques. Les extrémités extérieures des poutres télescopiques sont reliées ensemble par des caissons d'extrémité. La longueur du spreader peut être ajustée aux différentes tailles de conteneurs (20 FT et 40 FT). Le système de verrou, verrouillant le spreader au conteneur est intégré aux coins des caissons d'extrémité.

II.2.2.1. Fonctionnement du Spreader

Afin d'exécuter les tâches qui lui sont confiées, le spreader est muni de trois (03) systèmes distincts :

➤ Système hydraulique [6] :

Le bloc d'alimentation hydraulique comprend un moteur électrique de 11kw, couplé à une pompe à engrenages de 30cc par tour. L'huile de la pompe passe dans un bloc collecteur à 5 stations sur lequel est monté une soupape de décharge et quatre soupapes directionnelles. La principale soupape de décharge du système se trouve également sur le bloc collecteur. Elle est réglée en usine à 140 bar. L'huile de retour est filtrée par un filtre du tube de retour de 20 microns absolus, et est ensuite dirigée vers le réservoir.

Le figure ci-dessous représente les composants d'une unité hydraulique :

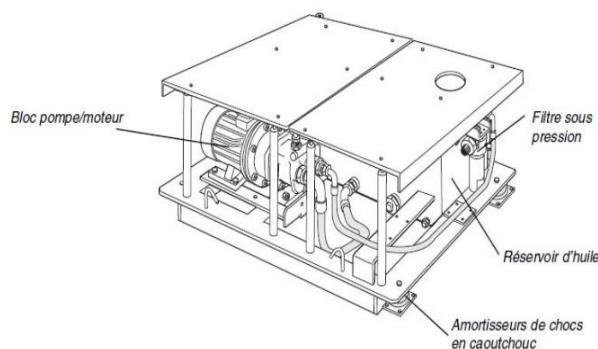


Figure II.3: Unité hydraulique

➤ Système électrique :

L'armoire électrique principale est montée sur des amortisseurs industriels en caoutchouc et sa position au-dessus du châssis principal lui permet d'être bien protégé. La position réelle dépend de la conception du spreader.

Les prises se trouvent également sur les poutres à l'extrémité.

Le positionnement correct des poutres télescopiques est contrôlé par des capteurs de proximité ou par un codeur.

Des capteurs de proximité indiquent également le positionnement du spreader ainsi que l'état de ses verrous (Lock/Unlock).

Des lampes de signalisation sont disponibles pour indiquer les différents états du spreader (Posé/Verrouillé/Déverrouillé).

➤ **Système télescopique :**

Les poutres télescopiques couissent sur des plaques de coulissement à faible frottement (une à chaque coin du châssis principal, pour un total de 4) et sur le haut et le bas de chaque poutre télescopique (08 au total).

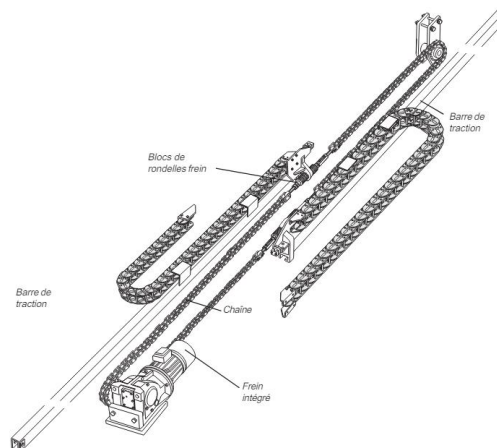


Figure II.4 : Chaîne télescopique du Spreader

Le système télescopique est entraîné par un moteur électrique et une boîte de réduction à engrenages reliés à une chaîne sans fin. Cette chaîne est dotée de piles de ressort rondelles qui servent d'amortisseurs de cale où la chaîne se fixe à la tension tiges. Ces tiges de tension sont reliées à la poutre d'extrémité.

Le système de positionnement fonctionne avec des détecteurs de proximité pour positionner l'épandeur dans les positions 20 pieds et 40 pieds. Ce système permet le positionnement des verrous tournants avec une précision de plus ou moins 3 mm .

➤ **Système de verrou :**

Quatre verrous sont situés aux coins du spreader pour prendre et soulever le conteneur. Les verrous sont actionnés par un moteur à engrenages à roue hélicoïdale connectée aux bras des verrous par deux tiges de traction.

Une goupille d'atterrissage à ressort située près de chaque verrou tournant est poussée dans le bloc du verrou lorsque le Spreader est posé sur le conteneur.

La figure II.5) illustre le mécanisme de verrouillage des twist locks

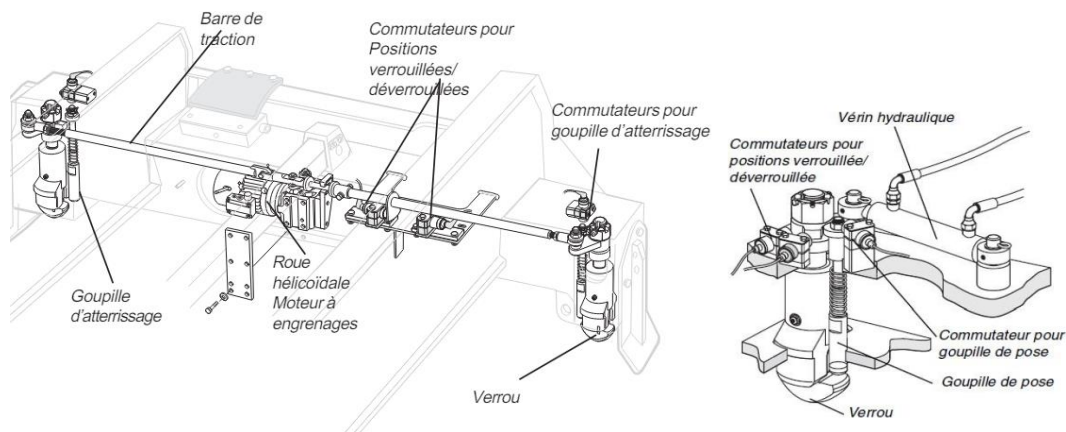


Figure II.6 : Twist locks

Lorsque le spreader est correctement posé sur le conteneur, la goupille d'atterrissage active un capteur de proximité. Les verrous peuvent être enclenchés uniquement lorsque tous les coins du palonnier sont posés. Au même moment la clé de blocage est déplacée suffisamment haut pour que la butée de blocage sur le bras du verrou passe en dessous de cette dernière.

La goupille de blocage reste en position basse pendant le levage.

Le Spreader est verrouillé sur les conteneurs au moyen des Twist locks.

Près de chaque extrémité de l'unité centrale du Spreader, il y a un ensemble de trois signaux lumineux, de couleur verte, rouge et orange, qui sont clairement visibles depuis la cabine de l'opérateur. Les voyants vert et rouge indiquent si les verrous tournants correspondants sont déverrouillés ou verrouillés respectivement, la lumière orange indique que le Spreader a correctement atterri et que les verrous tournants sont correctement engagés dans les coins du conteneur.

II.3. Cahier des charges du fonctionnement du Spreader

Le palonnier est raccordé à une tête d'accrochage distincte dotée de verrous tournants. La longueur du palonnier peut être ajustée en fonction de la taille du conteneur à l'aide du mouvement télescopique du palonnier.

Le conteneur est verrouillé aux quatre coins du palonnier à l'aide de verrous tournants. Un palpeur se trouve à côté de chaque verrou tournant afin de vérifier que le palonnier est correctement positionné dans le conteneur avant toute sollicitation des verrous tournants.

L'élaboration du cahier des charges vise à assurer des fonctions précises tout en respectant certaines conditions tel que :

- Le verrouillage et le déverrouillage des verrous (Twist lock), en toute sécurité une fois que le spreader est bien posé sur le conteneur
- L'ouverture et la fermeture, en toute sécurité, du palonnier en position exacte de 20 pieds ou 40 pieds.
- Allumage des voyants lumineux afin d'envoyer un retour d'informations à l'opérateur concernant :
 - L'état du spreader (marche/arrêt)
 - Le positionnement du palonnier sur le conteneur (landing)
 - Le verrouillage /Déverrouillage des twist locks

II.3.1. Conditions de mise en marche du spreader

- Non activation de l'arrêt d'urgence
- Connexion du câble du spreader
- Retour marche de l'alimentation du spreader
- Activation du bouton poussoir de mise en marche du spreader
- Non activation du bouton poussoir de la mise à l'arrêt du spreader

II.3.2. Conditions de verrouillage

Afin que le verrouillage des twist locks puisse avoir lieu, certaines conditions doivent être vérifiées :

- Non activation de la commande de déverrouillage
- Signal des capteurs relatifs au twist lock déverrouillés
- Signal des capteurs de positionnement du spreader
- Absence du signal des capteurs de verrouillage
- Activation de la commande de verrouillage
- Signal du capteur 20pied ou 40 pieds

II.3.3. Conditions de déverrouillage

- Activation de la commande de déverrouillage
- Signal des capteurs relatifs au twist lock verrouillés
- Signal des capteurs de positionnement du spreader
- Absence du signal des capteurs de déverrouillage
- Non activation de la commande de verrouillage
- Signal du capteur 20pied ou 40 pieds

II.3.4. Conditions d'extension du Spreader vers la position 40 pieds

- Signal des capteurs relatifs aux twist lock déverrouillés
- Signal du capteur de position du Spreader à 20 pieds
- Absence du signal de capteur de position du spreader à 40 pieds
- Absence du signal des capteurs relatifs aux twist lock verrouillés

- Absence du signal des capteurs de positionnement du spreader (landing)
- Activation de la commande d'extension du spreader à 40 pieds
- Non activation de la commande de rétraction du spreader à 20 pieds

II.3.5. Conditions de rétraction du Spreader à la position 20 pieds

- Signal des capteurs relatifs aux twist lock déverrouillés
- Absence du signal de capteur de position du Spreader à 20 pieds
- Signal de capteur de position du spreader à 40 pieds
- Absence du signal des capteurs relatifs aux twist lock verrouillés
- Absence du signal des capteurs de positionnement du spreader (landing)
- Activation de la commande de rétraction du spreader à 20 pieds
- Non Activation de la commande d'extension du spreader à 40 pieds

II.4. Cahier des charges des fonctions d'équilibrage (Trim) et d'équerrage (Skew)

II.4.1. Description des fonctions Trim/Skew

Afin d'assurer la mise en marche du dispositif d'équilibrage et d'équerrage du spreader, le système hydraulique mis en place permet de commander le système par contrôle des câbles jusqu'à obtention des inclinaisons souhaitées. La figure ci-dessous résume le fonctionnement :

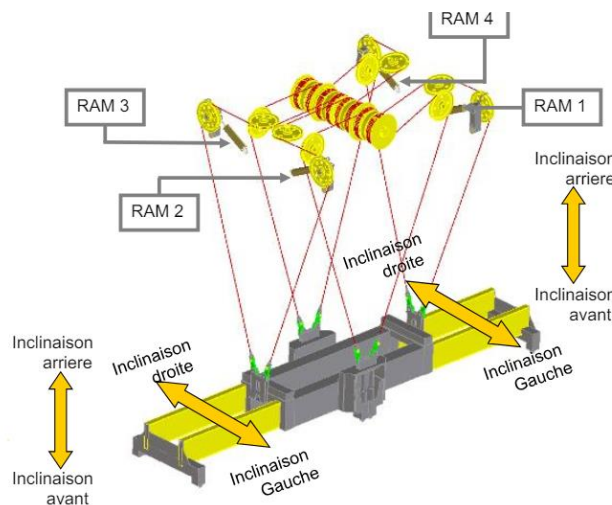


Figure II.7 : Dispositif d'inclinaisons

- **L'équilibrage (Trim) :** Ce dispositif permet de baisser / élever les extrémités de la traverse du spreader de $\pm 2.5^\circ$ par rapport à l'horizontale comme indiqué dans la figure ci-dessous :

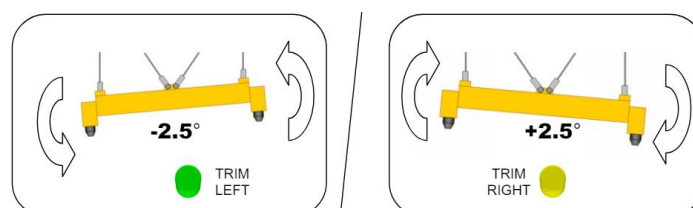


Figure II.8 : Dispositif Trim

- L'équerrage (Skew) :** Ce dispositif permet de pivoter le spreader sur son axe vertical d'un angle de $\pm 5^\circ$ par rapport à la normale, parallèlement à la position de déplacement comme indiqué dans la figure ci-dessous :

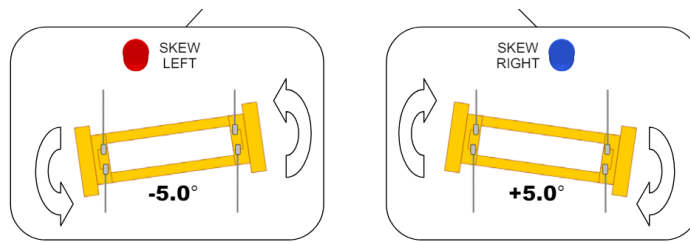


Figure II.9 : Dispositif Skew

Les mouvements d'équilibrage et d'équerrage s'obtiennent en raccourcissant ou en rallongeant les câbles du palan.

II.4.2. Cahier des charges

On actionne le dispositif d'équilibrage/ d'équerrage au moyen du bouton-poussoir "CRANE ON" situé sur le pupitre de commande de gauche pour une période limitée uniquement ou par une réinitialisation.

L'équilibrage et l'équerrage sont activés au moyen des boutons poussoirs situés sur le dessus du levier de gauche. Pour sélectionner l'équilibrage ou l'équerrage, il suffit d'appuyer sur le bouton adéquat jusqu'à ce que l'opération sélectionnée ait lieu.

Appuyez sur le bouton vert : : "équilibrage à gauche" / Appuyez sur le bouton jaune : : "équilibrage à droite"

Appuyez sur le bouton rouge : "équerrage à gauche" / Appuyez sur le bouton bleu : "équerrage à droite"

La figure ci-dessous représente le joystick de commande situé au niveau de la cabine de l'opérateur.

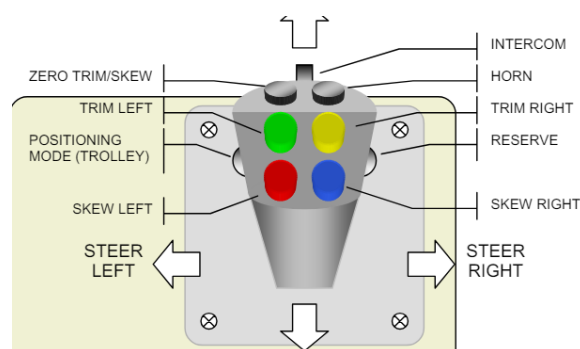


Figure II.10 : Joystick de commande Trim/Skew

Le panneau d'affichage EMS indique les angles d'équilibrage ou d'équerrage. Il est possible de remettre automatiquement à zéro le système d'équilibrage/d'équerrage en appuyant sur le bouton de gauche de l'avant du levier de gauche.

II.4.2.1. Conditions de mise en marche du dispositif trim/skew

Dans cette partie, on se focalise sur la commande des câbles du palan afin d'assurer une orientation adéquate du palonnier pour qu'il puisse se positionner correctement sur le conteneur.

Durant l'opération, le spreader est considéré en mode off et sans charge.

Pour la mise en marche du dispositif skew/trim, certaines conditions doivent être respectées :

- ✓ Activation du bouton poussoir « Crane on »
- ✓ Non activation du bouton poussoir « Crane off »
- ✓ Non activation de l'arrêt d'urgence
- ✓ Activation du bouton poussoir de mise en marche de la pompe hydraulique
- ✓ Non activation du bouton poussoir de mise à l'arrêt de la pompe hydraulique

II.4.2.2. Conditions d'équerrage à gauche (skew left)

- ✓ Activation du bouton rouge (skew left)
- ✓ Non activation du bouton bleue (skew right)
- ✓ Non activation du bouton de remise à zéro (trim/skew 0°)

II.4.2.3. Conditions d'équerrage à droite (skew Right)

- ✓ Activation du bouton bleue (skew right)
- ✓ Non Activation du bouton rouge (skew left)
- ✓ Non activation du bouton de remise à zéro (trim/skew 0°)

II.4.2.4. Conditions d'équilibrage à gauche (trim left)

- ✓ Activation du bouton vert (Trim left)
- ✓ Non activation du bouton jaune (trim right)
- ✓ Non activation du bouton de remise à zéro (trim/skew 0°)

II.4.2.5. Conditions d'équilibrage à droite (trim Right)

- ✓ Activation du bouton jaune (trim right)
- ✓ Non Activation du bouton vert (Trim left)
- ✓ Non activation du bouton de remise à zéro (trim/skew 0°)

II.5. Elaboration des grafjets du système avec « Automgen »

Présentation du Logiciel Automgen

Automgen est un logiciel de conception d'automatismes, propriétaire édité par la société française IRAI ; atelier d'automatisme, de supervision et de simulation de parties opératives 2D et 3D. Fonctionnant sur PC sous système d'exploitation WINDOWS, il est utilisé pour l'apprentissage des automatismes et dans l'industrie pour le développement d'applications. AUTOMGEN peut travailler avec plusieurs outils de

représentation graphiques, comme les logigrammes, Ladder... etc... et bien sûr le GRAFCET, outil avec lequel on va travailler dans ce chapitre.

Le lancement de l'application fournit la fenêtre ci-dessous pour l'élaboration du grafjet :

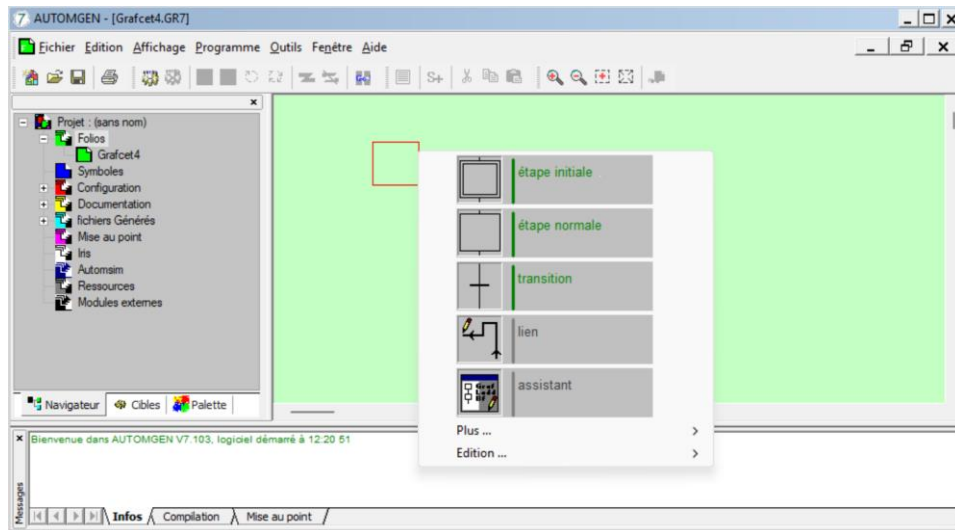


Figure II.11 : Vue sur l'espace de travail

II.5.1. Grafjet de verrouillage du spreader

Après avoir affecté une variable Automgen à chaque réceptivité/Action, une table de symboles est créée pour le grafjet.

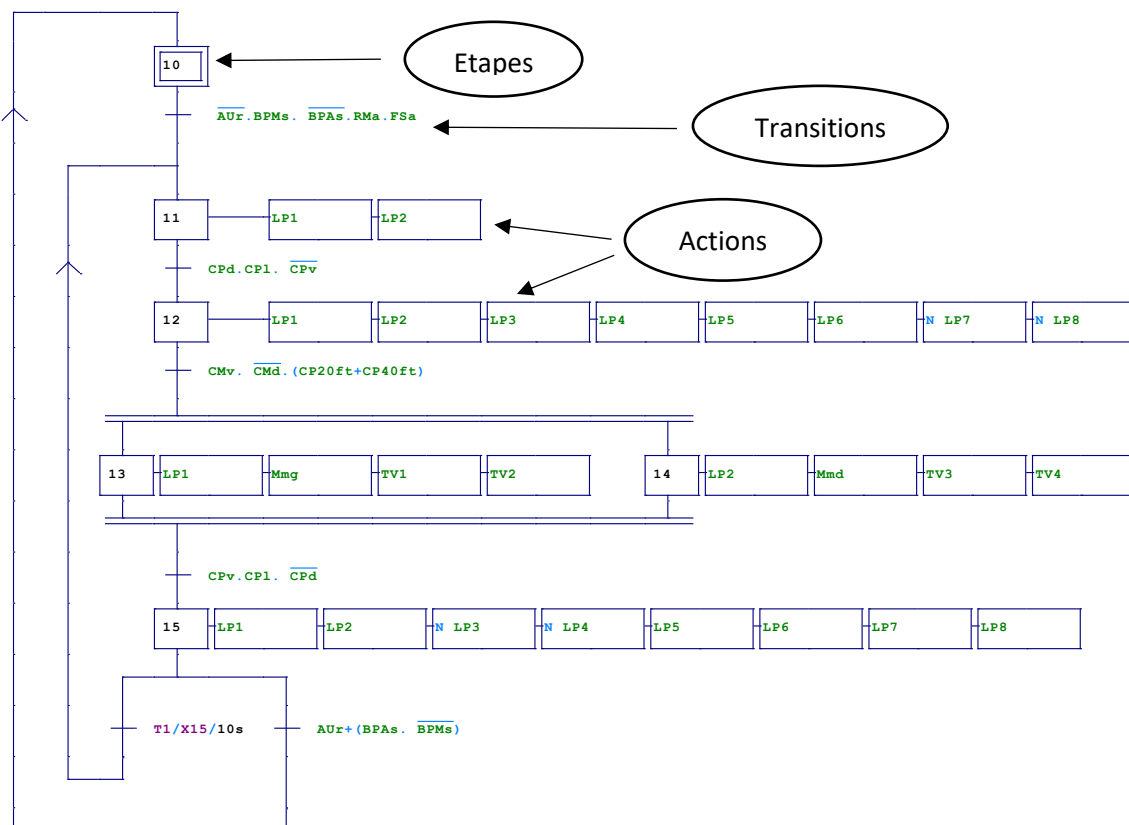
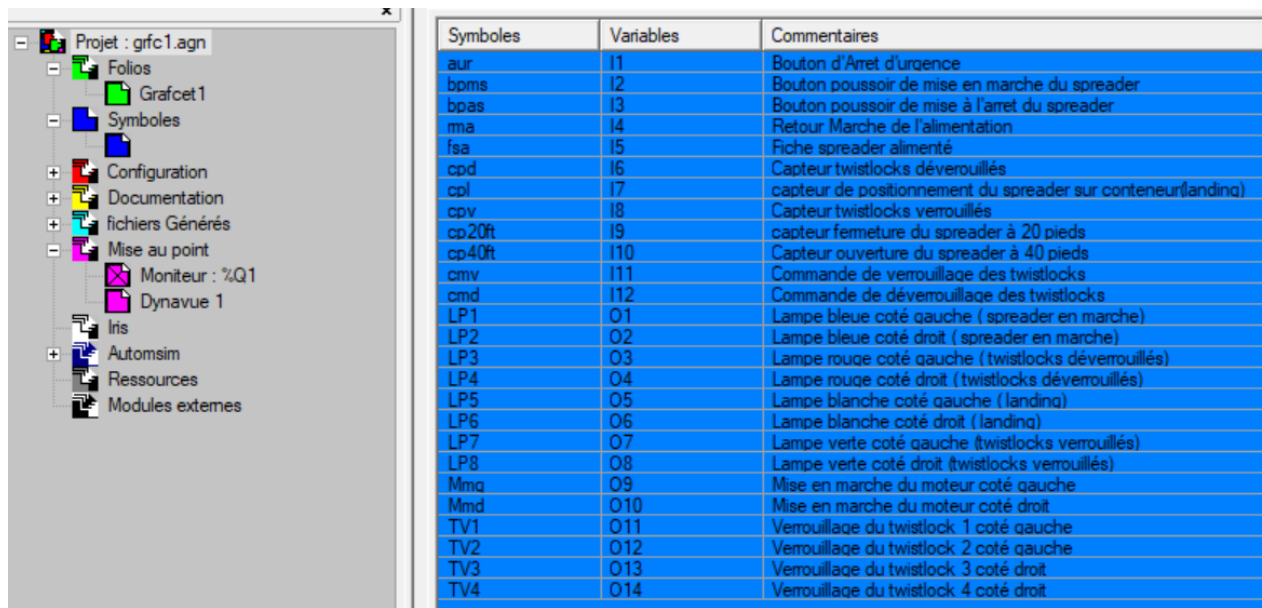


Figure II.12 : Grafjet de verrouillage du Spreader

Avec le logiciel « AUTOMGEN », On prendra l'indice ' I ' pour les entrées (input) et ' O ' pour les sorties (output).



Symboles	Variables	Commentaires
aur	I1	Bouton d'Arrêt d'urgence
bpms	I2	Bouton poussoir de mise en marche du spreader
bpas	I3	Bouton poussoir de mise à l'arrêt du spreader
rma	I4	Retour Marche de l'alimentation
fsa	I5	Fiche spreader alimenté
cpd	I6	Capteur twistlocks déverrouillés
cp1	I7	capteur de positionnement du spreader sur conteneur(landing)
cpv	I8	Capteur twistlocks verrouillés
cp20ft	I9	capteur fermeture du spreader à 20 pieds
cp40ft	I10	Capteur ouverture du spreader à 40 pieds
cmv	I11	Commande de verrouillage des twistlocks
cmd	I12	Commande de déverrouillage des twistlocks
LP1	O1	Lampe bleue coté gauche (spreader en marche)
LP2	O2	Lampe bleue coté droit (spreader en marche)
LP3	O3	Lampe rouge coté gauche (twistlocks déverrouillés)
LP4	O4	Lampe rouge coté droit (twistlocks déverrouillés)
LP5	O5	Lampe blanche coté gauche (landing)
LP6	O6	Lampe blanche coté droit (landing)
LP7	O7	Lampe verte coté gauche (twistlocks verrouillés)
LP8	O8	Lampe verte coté droit (twistlocks verrouillés)
Mmg	O9	Mise en marche du moteur coté gauche
Mmd	O10	Mise en marche du moteur coté droit
TV1	O11	Verrouillage du twistlock 1 coté gauche
TV2	O12	Verrouillage du twistlock 2 coté gauche
TV3	O13	Verrouillage du twistlock 3 coté droit
TV4	O14	Verrouillage du twistlock 4 coté droit

Figure II.13 : Table des symboles E/S

II.5.2. Grafjet de déverrouillage du spreader

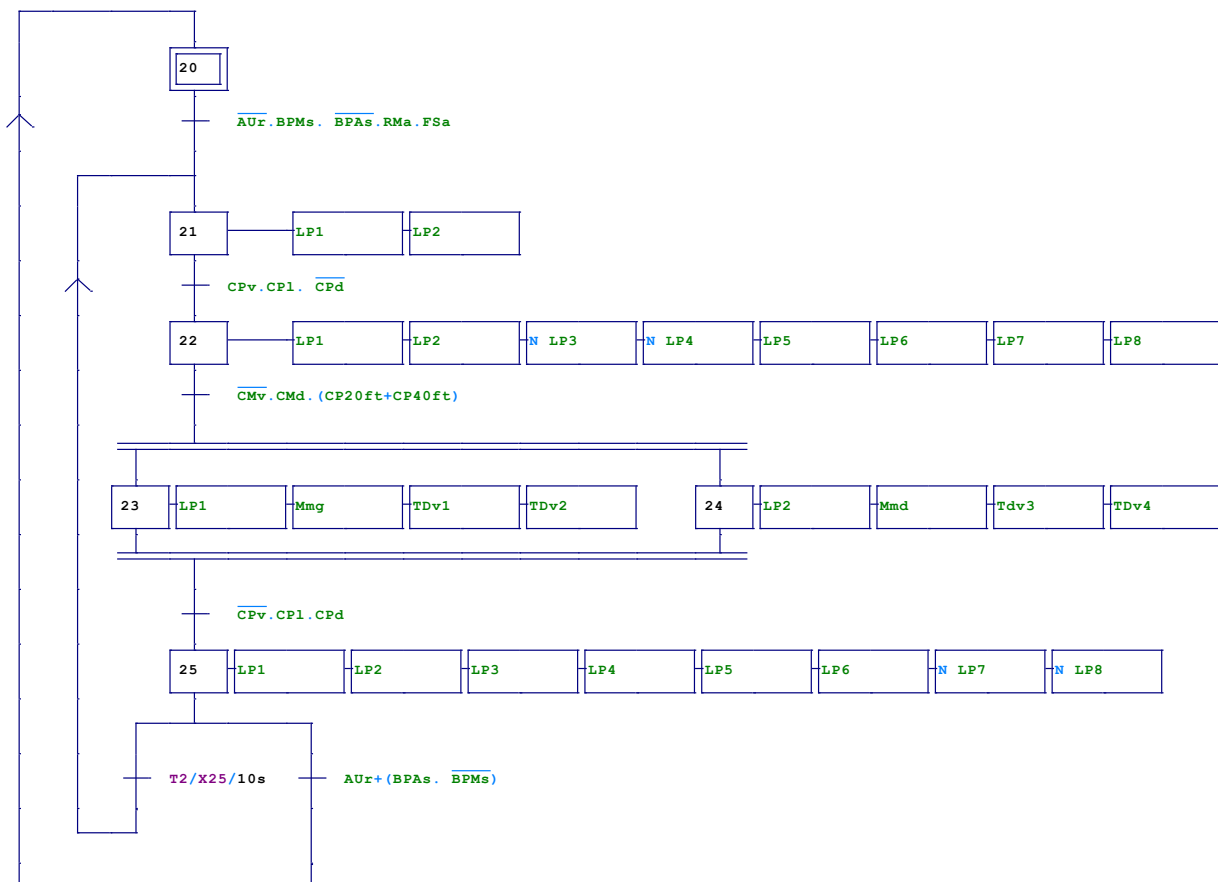


Figure II.14 : Grafjet de déverrouillage

Symboles	Variables	Commentaires
aur	I1	Arrêt d'urgence
bpms	I2	bouton de mise en marche du spreader
bpas	I3	bouton de mise à l'arrêt du spreader
rma	I4	retour marche de l'alimentation
isa	I5	fiche spreader connecté
cpv	I6	capteur de verrouillage
cpl	I7	capteur de positionnement (landing)
cpd	I8	capteur de déverrouillage
cp20ft	I9	capteur de rétraction 20 pieds
cp40ft	I10	capteur d'extension 40 pieds
cmv	I11	commande de verrouillage des twistlocks
cmd	I12	commande de déverrouillage des twistlocks
LP1	O1	Lampe bleue coté gauche
LP2	O2	lampe bleue coté droit (spreader en marche)
LP3	O3	lampe dv rouge gauche
LP4	O4	lampe dv rouge droite
LP5	O5	lampe landing blanche gauche
LP6	O6	lampe landing blanche droite
LP7	O7	lampe Vr verte gauche
LP8	O8	lampe Vr verte droite
Mmq	O9	moteur marche coté gauche
Mmd	O10	moteur marche coté droit
TDv1	O11	twistlock 1 gauche déverouillé
TDv2	O12	twistlock 2 gauche déverouillé
Tdv3	O13	twistlock 3 droit déverouillé
TDv4	O14	twistlock 4 droit déverouillé

Figure II.15 : Table des symboles

II.5.3. Grafcet d'extension et de rétraction du spreader

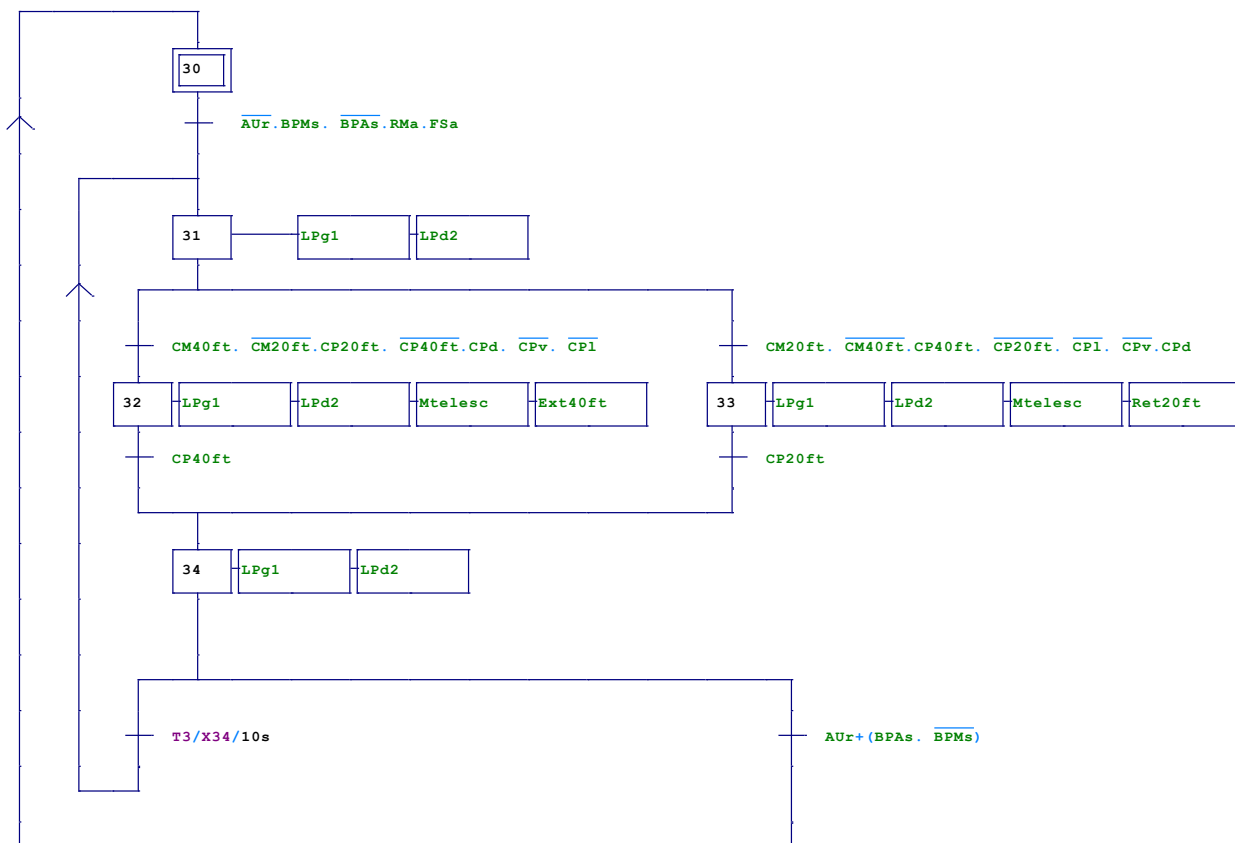


Figure II.16 : Grafcet d'extension et de rétraction

Symboles	Variables	Commentaires
aur	I1	arrêt d'urgence
bpms	I2	bouton de mise en marche du spreader
bpas	I3	bouton de mise à l'arrêt du spreader
ma	I4	retour marche de l'alimentation
fsa	I5	fiche spreader connecté
cm20ft	I6	commande de rétraction 20 pieds
cm40ft	I7	commande d'extension 40 pieds
cp40ft	I8	capteur de position 40 pieds
cp20ft	I9	capteur de position 20 pieds
cpl	I10	capteur de positionnement du spreader sur la conteneur (landing)
cpv	I11	capteur de verrouillage des twistlocks
cpd	I12	capteur de déverrouillage des twistlocks
LPq1	O1	lampe gauche bleue (spreader activé)
LPd2	O2	lampe droite bleue (spreader activé)
Mtelesc	O3	moteur télescopique
Ext40ft	O4	commande d'extension à 40 pieds
Ret20ft	O5	commande de rétraction à 20 pieds

Figure II.17 : Table des symboles E/S

II.5.4. Grafjet d'équerrage (skew)

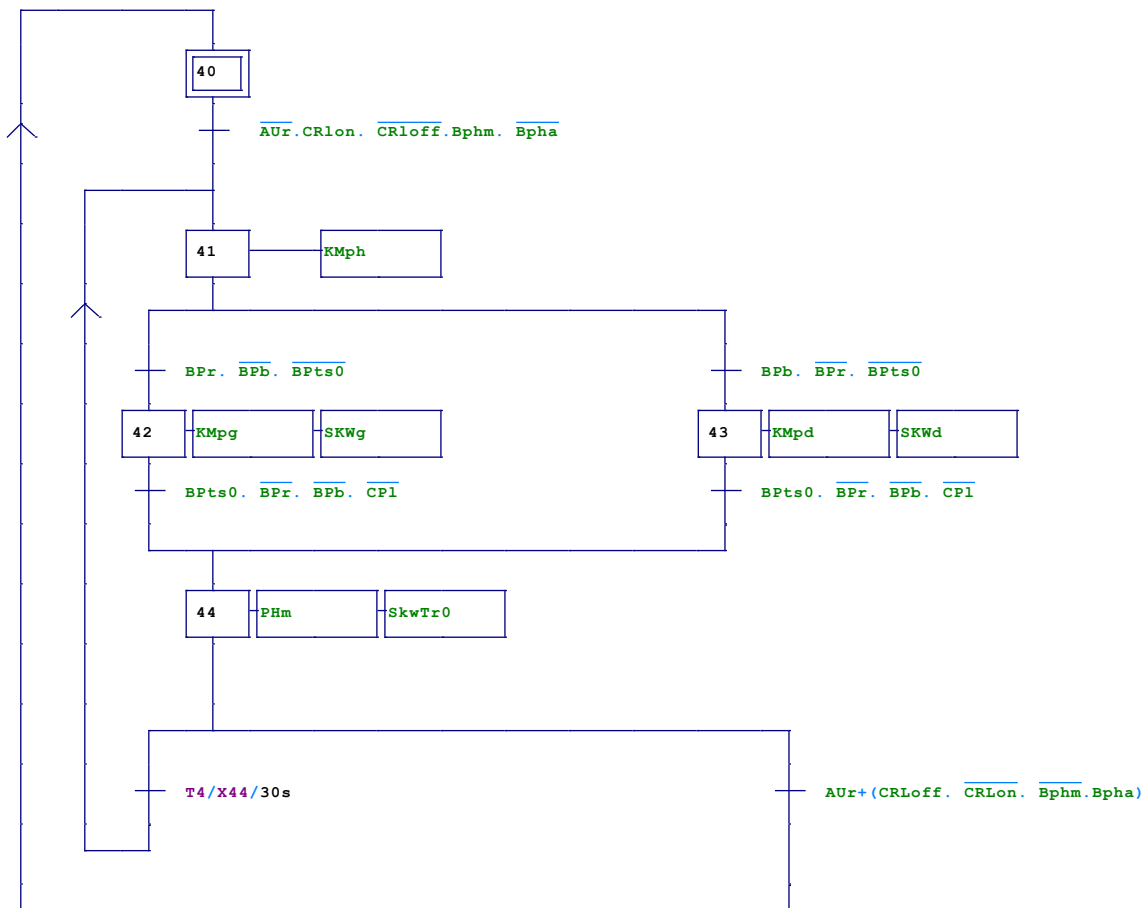


Figure II.18:Grafjet d'équerrage (skew)

Symboles	Variables	Commentaires
aur	I1	Bouton d'arrêt d'urgence
cr1on	I2	Mise en marche du dispositif trim/skew
crloff	I3	Mise à l'arrêt du dispositif trim/skew
bphm	I4	bouton on de la pompe hydraulique
bpha	I5	Bouton off de la pompe hydraulique
bob	I6	Bouton poussoir bleue (skew right)
bpr	I7	bouton poussoir rouge (skew left)
bpts0	I8	bouton poussoir trim/skew 0°
cpl	I9	capteur landing
KMph	O1	Moteur pompe hydraulique
KMpg	O2	moteur gauche
SKWg	O3	position skew gauche
KMpd	O4	moteur droit
SKWd	O5	position skew à droite
PHm	O5	pompe hydraulique en marche
SkwTr0	O6	trim/skew en position 0°

Figure II.19 : Table des symboles

II.5.5. Grafjet d'équilibrage (Trim)

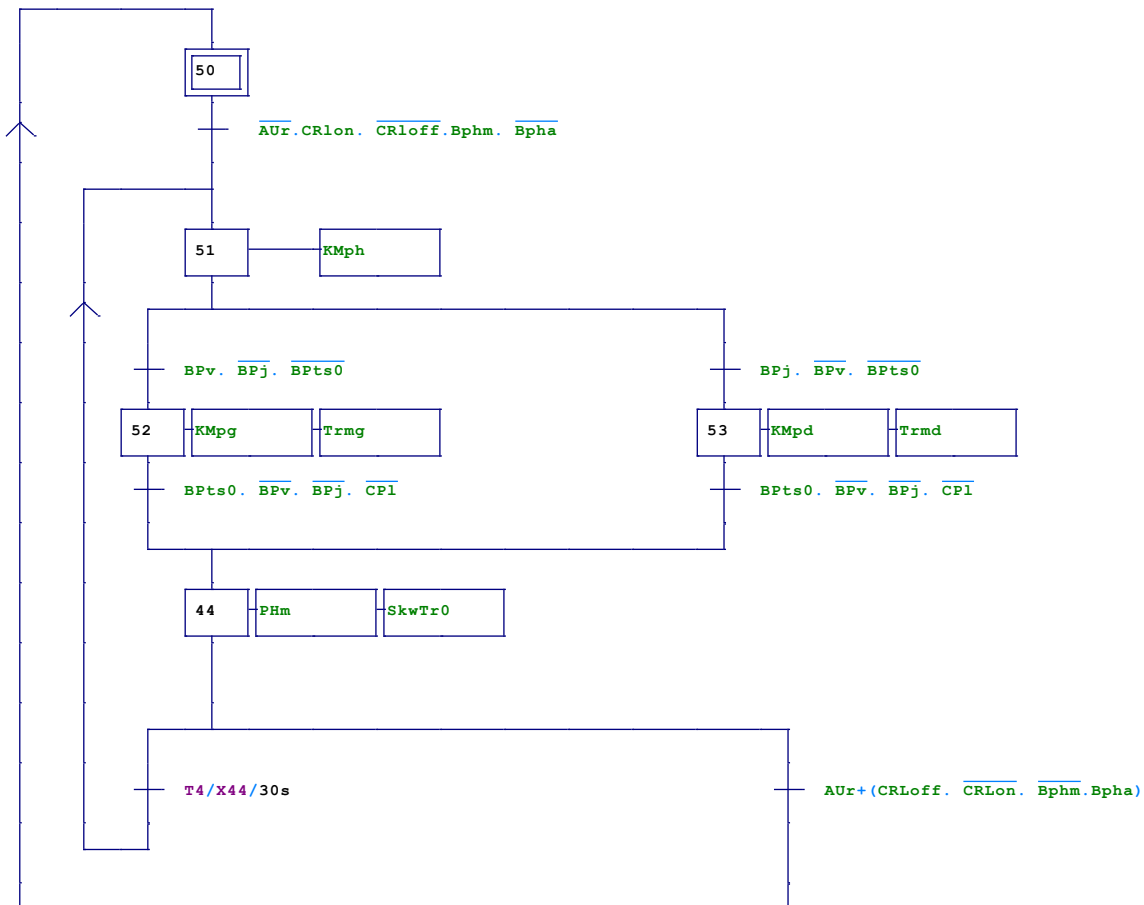
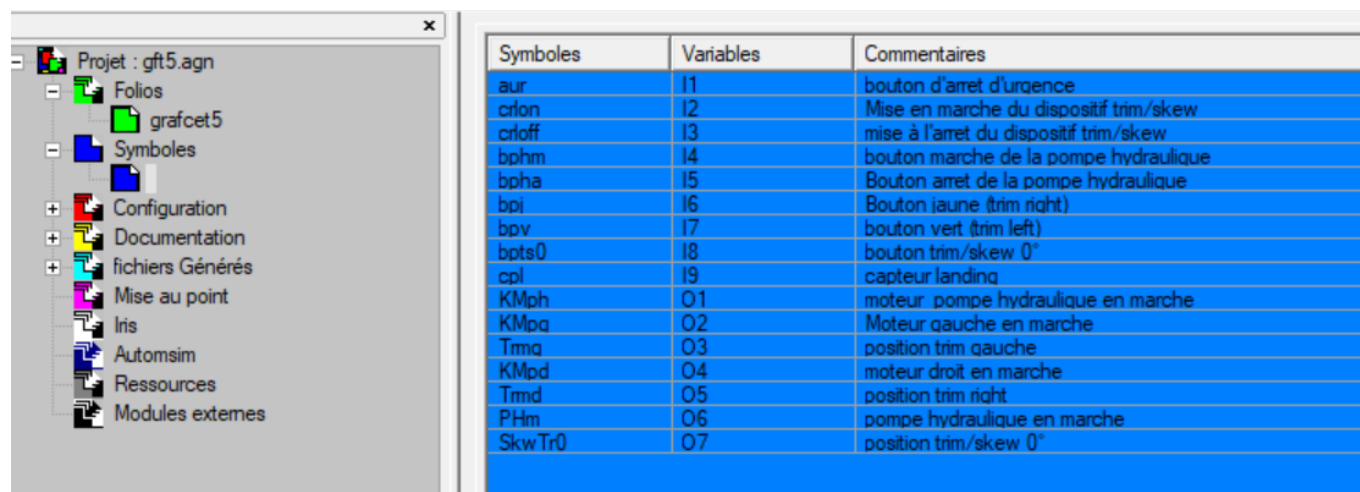


Figure II.20:Grafjet d'équilibrage (trim)



Symboles	Variables	Commentaires
aur	I1	bouton d'arrêt d'urgence
crion	I2	Mise en marche du dispositif trim/skew
crioff	I3	mise à l'arrêt du dispositif trim/skew
bphm	I4	bouton marche de la pompe hydraulique
bpha	I5	Bouton arrêt de la pompe hydraulique
bpi	I6	Bouton jaune (trim right)
bpv	I7	bouton vert (trim left)
bpts0	I8	bouton trim/skew 0°
cpl	I9	capteur landing
KMph	O1	moteur pompe hydraulique en marche
KMpc	O2	Moteur gauche en marche
Tmq	O3	position trim gauche
KMpd	O4	moteur droit en marche
Tmd	O5	position trim right
PHm	O6	pompe hydraulique en marche
SkwTr0	O7	position trim/skew 0°

Figure II.21: Table des symboles

II.6. Cahier des charges de l'opération de levage (HOIST)

Le levage est l'exécution du mouvement de montée ou de descente du Spreader tenu par des câbles. Le composant chargé de cette opération est le palan.

II.6.1. Fonctionnement :

Un palan électrique est un appareil de levage motorisé utilisé pour soulever et déplacer des charges lourdes. Il est constitué d'un moteur électrique, d'un mécanisme de transmission de puissance, d'un tambour et d'un câble ou d'une chaîne. Le câble ou la chaîne est enroulé autour du tambour, et lorsque le moteur électrique est activé, il entraîne le tambour pour soulever ou abaisser la charge.

Les composants de base d'un palan électrique sont :

- **Moteur électrique** : Le moteur électrique est le cœur du palan électrique. Il convertit l'énergie électrique en mouvement mécanique pour actionner le mécanisme de levage.
- **Réducteur de vitesse** : Le réducteur de vitesse est un composant qui réduit la vitesse de rotation du moteur électrique. Cela permet d'augmenter la force de levage du palan tout en diminuant la vitesse de levage.
- **Tambour** : Le tambour est un cylindre sur lequel est enroulé le câble de levage. Lorsque le moteur électrique tourne, le tambour tourne également, entraînant le câble de levage avec lui.
- **Câble de levage** : Le câble de levage est enroulé sur le tambour et est utilisé pour soulever la charge.
- **Limiteur de charge** : Le limiteur de charge est un dispositif de sécurité qui empêche le palan électrique de soulever une charge supérieure à sa capacité nominale. Il s'agit d'un dispositif important qui protège l'opérateur et le palan contre les dommages.
- **Système de freinage** : Le système de freinage est un dispositif de sécurité qui permet d'arrêter le mouvement du tambour lorsque le moteur électrique est arrêté. Il empêche également le câble de levage de se dérouler de manière incontrôlable.

II.6.2. Cahier des charges

Les leviers principaux de levage sont des leviers à rappel qui reviennent en position zéro. Le dispositif de levage s'utilise au moyen du levier situé sur le pupitre de commande de droite. Pour baisser, il faut avancer le levier. Pour lever, il faut le reculer. Dans les deux sens, il est possible d'atteindre des vitesses très lentes et très rapides. Pour commencer à lever, placez le levier dans la direction souhaitée. Plus vous avancez le levier, plus le mouvement de levage sera rapide.

II.6.2.1. Interrupteurs de fin de course

Le dispositif de contrôle de levage est équipé d'interrupteurs de fin de course, qui assurent le bon déroulement de la fonction de levage "vers le haut".

Pour la fonction d'abaissement « hoist down », le dispositif de contrôle de levage est équipé d'interrupteurs de fin de course à cames.

Voici les interrupteurs de fin de course fournis :

Palan vers le haut/ vers le bas

Interrupteur de fin de course rotatif associé à des tambours à câble, comprenant les fonctions suivantes :

Pré-limite de palan vers le haut

Ralentit le mouvement ascensionnel du palan à une vitesse très lente à proximité de la position la plus élevée.

Palan vers le haut

Arrête le mouvement ascensionnel du palan à la position la plus élevée.

Pré-limite du palan vers le bas

Ralentit le mouvement de descente du palan à une vitesse très lente à environ 6 mètres du sol

Palan vers le bas

Arrête la descente du palan et place le spreader au sol jusqu'à la position la plus basse.

II.6.2.2. Conditions d'activation du dispositif de levage

- Non activation de l'arrêt d'urgence
- Activation du Contrôle ON
- Non activation du contrôle OFF
- Retour de marche d'alimentation
- Fiche spreader connectée
- Absence du signal relatif au capteur hoist max

II.6.2.3. Conditions d'activation de la commande d'abaissement

Les conditions à respecter sont comme suit :

- Absence du signal limit switch and stop hoist Down (LS1)
- Présence du signal de l'un des 3 capteurs limit switch (LS2 OU LS3 OU LS4)
- Absence du signal relatif au capteur de positionnement (Landing)
- Activation du joystick en avant pour le hoist down
- Non activation du joystick en arrière

II.6.2.4. Conditions d'activation de la commande de levage

- Absence du signal limit switch and stop hoist Up (LS4)
- Présence du signal de l'un des 3 capteurs limit switch (LS1 OU LS2 OU LS3)
- Activation du joystick en arrière pour le hoist Up
- Non activation du joystick en avant

II.6.2.5. Tableau des transitions et actions

Liste des Transitions :

Tableau II-1: Variables d'entrée pour la commande de levage

Entrées	Commentaires
AUR	Arrêt d'urgence
CRon	Contrôle on
CRoff	Contrôle off
RMa	Retour de marche d'alimentation
FSc	Spraeder connecté
INTmax	Interrupteur hoist maximum
INTbr	Interrupteur de frein
JK1	Joystick avant
JK2	Joystick arrière
LS1	Limit switch and stop hoist dawn
LS2	Limit switch slow hoist DOWN
LS3	Limit switch slow hoist UP
LS4	Limit switch and stop hoist UP
CPI	Capteur landed (posé)

Remarque : LS1/LS2/LS3/LS4 représentent les différentes positions de levage au niveau du cam switch

Les interrupteurs à came sont un type d'interrupteur électrique actionné par rotation. Les commutateurs à came permettent à l'utilisateur de tourner un bouton ou un arbre qui augmente ou diminue la résistance

conduite à travers les contacts en fonction du sens de rotation. Ils représentent une alternative idéale aux interrupteurs à bascule ou à glissière plus conventionnels.

Liste des sorties (Actions) :

Tableau II-2: Variables de sortie pour la commande de levage

Sorties	Commentaires
DM	Démarrage du moteur de levage
LVB	Levage vers le bas
LVH	Levage vers le haut
KM+	Rotation du moteur pour le hoist down
KM-	Rotation du moteur en sens inverse
AM	Arrêt du moteur de levage

II.6.3. Grafjet du système de levage

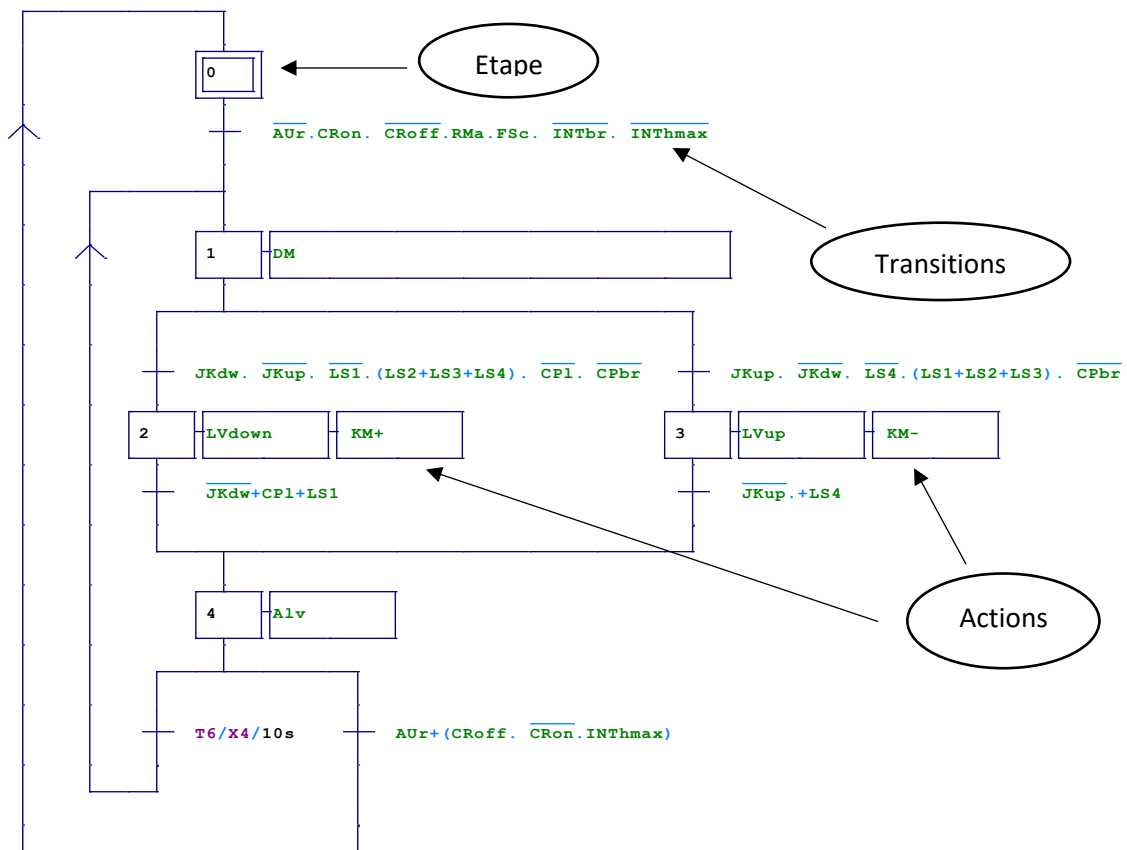


Figure II.22: Grafjet du système de levage

II.7. Conclusion

Après avoir décrit le mode de fonctionnement des éléments de la chaîne de levage, nous avons conçu un cahier des charges qui illustre les fonctionnalités du Spreader ainsi que de l'opération du Hoist qu'on a simulé avec « Automgen », ce qui nous facilitera la tâche afin de procéder à l'automatisation du système et de sa supervision dans le chapitre qui suit.

Chapitre III : Automatisation et supervision de la chaîne de levage avec Spreader

III.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation du logiciel Step7 pour l'automatisation de la chaîne de levage, ainsi que du logiciel WinCC Flexible pour la supervision de notre système.

III.2. Automatisation de la chaîne de levage

L'automatisation de la chaîne de levage pour un portique gerbeur sur pneus (RTG) implique l'intégration de technologies avancées pour améliorer l'efficacité, la précision, et la sécurité des opérations de levage et de manutention des conteneurs tel que :

- Des moteurs électriques ou hydrauliques sont contrôlés par des systèmes automatisés pour effectuer les opérations de levage et d'abaissement des conteneurs.
- Un Spreader est équipé de capteurs et de systèmes de verrouillage automatiques pour saisir, soulever, et déposer les conteneurs avec précision.
- Des capteurs de Position fournissent des données précises sur la position du spreader et du conteneur, permettant des mouvements précis et coordonnés.
- Des caméras et des technologies de reconnaissance optique sont utilisées pour identifier et positionner les conteneurs correctement.

L'automatisation du process se déroulera sous Step 7 qui est conçu pour la programmation des API.

III.2.1. Description de l'Automate programmable utilisé

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS ; le S7-300 est un automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules et une mise en réseau par l'interface MPI, PROFIBUS et Industrial Ethernet.

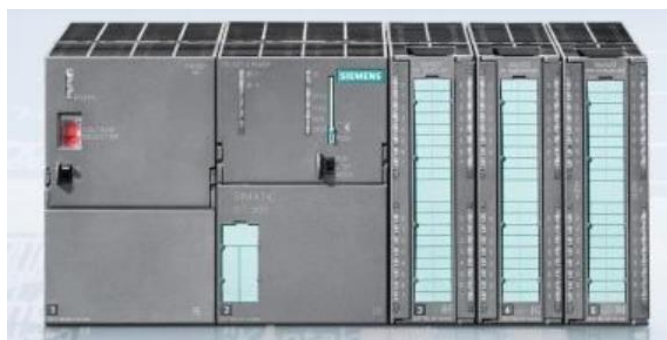


Figure III.1: Automate API S7-300

Il est constitué de :

- **L'Unité Centrale de Traitement (CPU)** : qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un processeur, des circuits périphériques de

gestion des entrées/sorties et des mémoires pour stocker le programme utilisateur, les données de configuration, et les variables de processus.

- **Le bloc d'alimentation** : Fournit l'énergie nécessaire pour faire fonctionner l'API et ses modules. Les API peuvent fonctionner en courant continu (DC) ou alternatif (AC), généralement entre 24V et 220V.
- **Modules d'Entrée/Sortie (I/O)** : De type 'Tout Ou Rien' (TOR) ou analogiques.
- **Interfaces de Communication** : Interfaces pour connecter l'API à d'autres appareils et réseaux industriels, tels qu'Ethernet, RS-232, RS-485, Modbus, Profibus, etc

III.2.2. Le logiciel STEP 7

STEP7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S7-400. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation.

III.2.2.1. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager [8]

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, quel que soit le système cible sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

III.2.2.2. Le simulateur des programmes PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable qu'on simule dans un ordinateur, elle dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme.

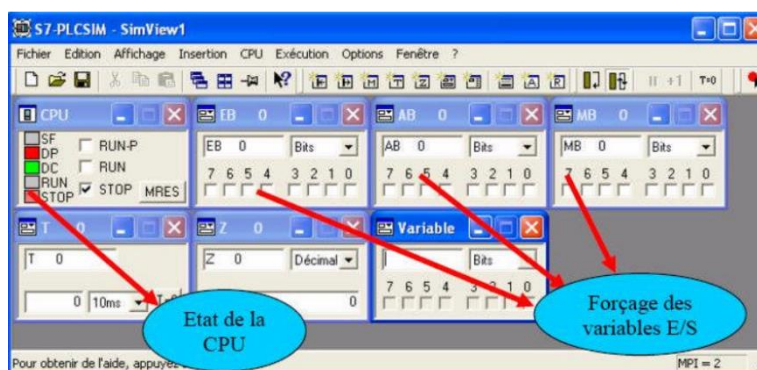


Figure III.2 : Interface de simulation PLCSIM

III.2.2.3. Paramétrage de l'interface PG-PC [9]

Cet outil sert à paramétrer l'adresse locale des PG/PC, la vitesse de transmission dans le réseau MPI (Multi-Point Interface ; protocole de réseau propre à SIEMENS) ou PROFIBUS en vue d'une communication avec l'automate et le transfert du projet

III.2.2.4. Langage de programmation utilisé

Le LD (ladder Diagram) sera le langage qui va être utilisé pour l'automatisation de notre système. Ce langage est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts (en entrée) et des relais (en sortie).

La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage LD permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

III.2.3. Mise en place du Programme

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP7, nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- **Création du projet SIMATIC STEP7**
- **Configuration matérielle HW Config**

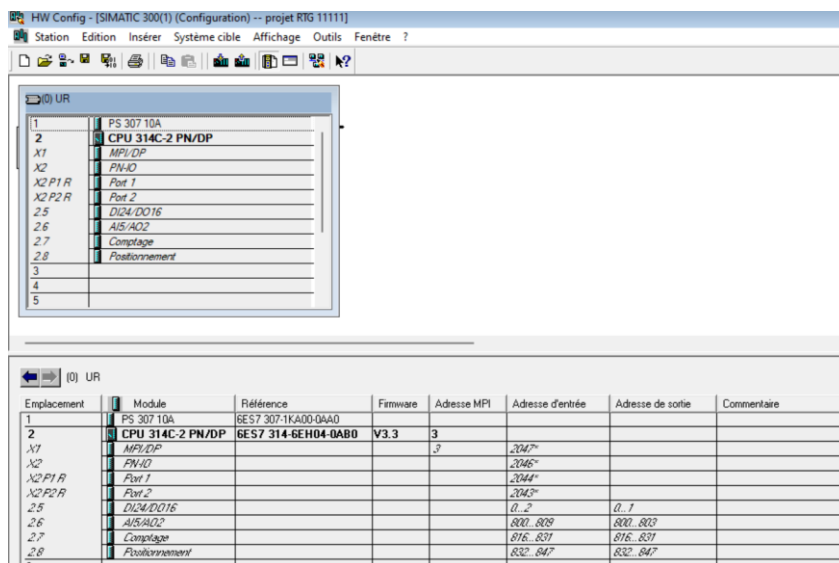


Figure III.3 : Configuration matérielle

Une configuration matérielle est nécessaire pour les paramètres ou les adresses pré-réglées d'un module ainsi que la configuration des liaisons de communication.

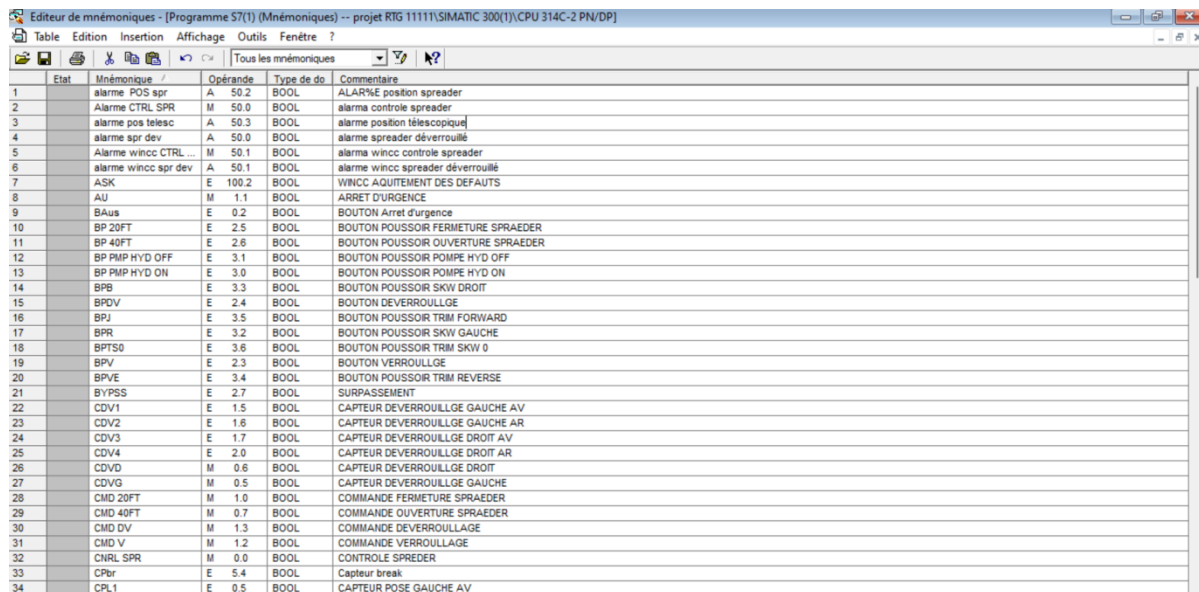
Pour le matériel SIMATIC S7-300 avec une CPU 314C-2 PN/DP, on introduit le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé. Sur ce profil, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1, notre choix s'est porté sur la PS 307 10A.

La CPU 314 est mise à l'emplacement n°2

Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur.

➤ Définition des mnémoniques

Dans tout programme il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible est plus facile à manipuler.



Etat	Mnémonique	Opérande	Type de do	Commentaire
1	alarme POS spr	A 50.2	BOOL	ALARME position spreader
2	Alarme CTRL SPR	M 50.0	BOOL	alarme controle spreader
3	alarme pos telesc	A 50.3	BOOL	alarme position telescopique
4	alarme spr dev	A 50.0	BOOL	alarme spreader déverrouillé
5	Alarme wincc CTRL ...	M 50.1	BOOL	alarme wincc controle spreader
6	alarme wincc spr dev	A 50.1	BOOL	alarme wincc spreader déverrouillé
7	ASK	E 100.2	BOOL	WINCC AQUITEMENT DES DEFAUTS
8	AU	M 1.1	BOOL	ARRET D'URGENCE
9	BAus	E 0.2	BOOL	BOUTON Arrêt d'urgence
10	BP 20FT	E 2.5	BOOL	BOUTON POUSSOIR FERMETURE SPRAEDER
11	BP 40FT	E 2.6	BOOL	BOUTON POUSSOIR OUVERTURE SPRAEDER
12	BP PMP HYD OFF	E 3.1	BOOL	BOUTON POUSSOIR POMPE HYD OFF
13	BP PMP HYD ON	E 3.0	BOOL	BOUTON POUSSOIR POMPE HYD ON
14	BPB	E 3.3	BOOL	BOUTON POUSSOIR SKW DROIT
15	BPDV	E 2.4	BOOL	BOUTON DEVERROULLGE
16	BPJ	E 3.5	BOOL	BOUTON POUSSOIR TRM FORWARD
17	BPR	E 3.2	BOOL	BOUTON POUSSOIR SKW GAUCHE
18	BPTS0	E 3.6	BOOL	BOUTON POUSSOIR TRM SKW 0
19	BPV	E 2.3	BOOL	BOUTON VERRLOULLGE
20	BPVE	E 3.4	BOOL	BOUTON POUSSOIR TRM REVERSE
21	BYSS	E 2.7	BOOL	SURPASSEMENT
22	CDV1	E 1.5	BOOL	CAPTEUR DEVERROULLGE GAUCHE AV
23	CDV2	E 1.6	BOOL	CAPTEUR DEVERROULLGE GAUCHE AR
24	CDV3	E 1.7	BOOL	CAPTEUR DEVERROULLGE DROIT AV
25	CDV4	E 2.0	BOOL	CAPTEUR DEVERROULLGE DROIT AR
26	CDVD	M 0.6	BOOL	CAPTEUR DEVERROULLGE DROIT
27	CDVG	M 0.5	BOOL	CAPTEUR DEVERROULLGE GAUCHE
28	CMD 20FT	M 1.0	BOOL	COMMANDE FERMETURE SPRAEDER
29	CMD 40FT	M 0.7	BOOL	COMMANDE OUVERTURE SPRAEDER
30	CMD DV	M 1.3	BOOL	COMMANDE DEVERROULLAGE
31	CMD V	M 1.2	BOOL	COMMANDE VERRLOULLAGE
32	CNRL SPR	M 0.0	BOOL	CONTROLE SPREDER
33	CPbr	E 5.4	BOOL	Capteur break
34	CPL1	E 0.5	BOOL	CAPTEUR POSE GAUCHE AV

Figure III.4 : Table des Mnémoniques du système étudié

➤ Création du programme utilisateur

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition (LD pour notre cas), on crée un programme affecté qu'on enregistre sous forme de blocs.

➤ Exploitation des données

En créant des données de références, on pourra les utiliser afin de faciliter le test et la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le "control commande".

➤ Test du programme et détection d'erreurs

Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs de variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.

➤ Chargement du programme dans le système cible

Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système cible (module programmable de la solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.

III.2.4. Programme réalisé

Après la configuration matérielle, on passe à la création des réseaux pour notre programme qui est constitué de 49 réseaux qu'on a créé dans différents blocs selon leur fonction.

Le dossier bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation ; il englobe : [8]

- Les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

➤ **Les blocs d'organisation (OB) :** Les OB déterminent quand et comment d'autres blocs de programme, tels que les blocs fonctionnels (FB) et les blocs de fonction (FC) sont exécutés.

OB1 est le bloc principal qui contient le programme de contrôle principal. Il est exécuté de manière cyclique et appelle d'autres blocs (FB, FC) selon les besoins. C'est généralement le point d'entrée du programme.

➤ **Les blocs fonctionnels (FB) :** Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres.

➤ **Les fonctions (FC) :** La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales.

➤ **Les blocs de données (DB) :** Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données. Les données utilisateurs stockés seront utilisées par la suite par d'autres blocs.

Le programme réalisé contient les blocs représentés dans la figure ci-dessous :

Nom de l'objet	Nom symbolique	Langage de création	Taille dans la mémoire...	Type	Version (en:)
Données système	---	---	---	SDB	---
OB1		CONT	1360	Bloc d'organisation	0.1
FB1		CONT	190	Bloc fonctionnel	0.1
FB2	SYSTEME HOIST	CONT	228	Bloc fonctionnel	0.1
FC1		CONT	272	Fonction	0.1
FC2		CONT	246	Fonction	0.1
FC105	ALRMES	CONT	342	Fonction	0.1
DB1		DB	40	DB d'instance du FB 1	0.0
DB2		DB	40	DB d'instance du FB 2	0.0

Figure III.5 : Blocs du programme

Voici un aperçu de quelques programmes réalisés sous step 7 :

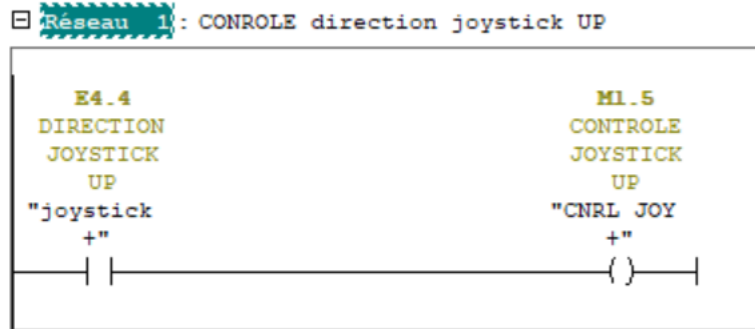


Figure III.6 : Activation du joystick de Levage

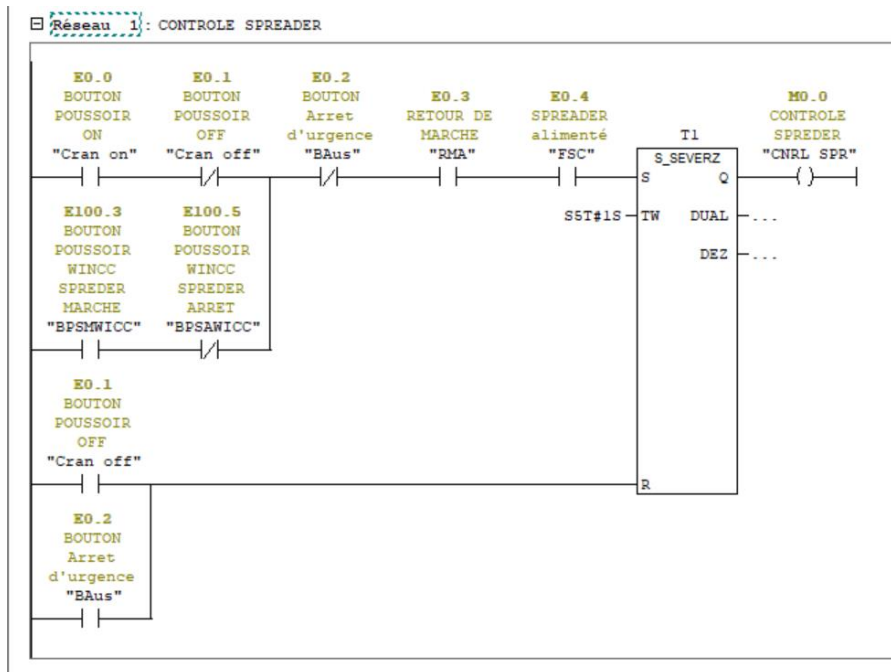


Figure III.7 : Contrôle du Spreader

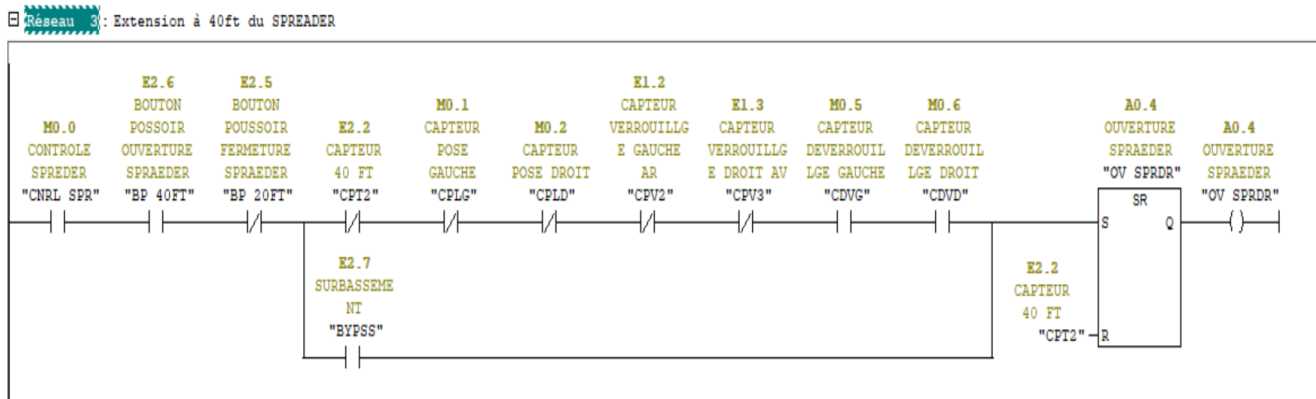


Figure III.8 : Activation de la commande d'extension du spreader à 40Ft

Une fois notre programme créé, on passe à l'étape suivante qui consiste à créer une interface IHM pour la supervision.

III.3. Supervision de la chaîne de levage [7]

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface homme-Machine (IHM). Ce dernier constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation).

III.3.1. Etapes de mise en œuvre

Pour créer une interface Homme/Machine, il faut avoir au préalable pris connaissance des éléments de l'installation ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé. Nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide du logiciel WinCC Flexible qui est le mieux adapté pour le matériel de la gamme SIEMENS.

III.3.1.1. Présentation du logiciel WinCC Flexible

WinCC flexible est un logiciel développé par Siemens pour la création et la gestion des interfaces homme-machine (IHM) et des systèmes de supervision. Il fait partie de la famille de produits SIMATIC HMI (Human-Machine Interface) de Siemens et est utilisé pour concevoir des solutions de visualisation pour les automates programmables industriels (API) et autres systèmes de contrôle.

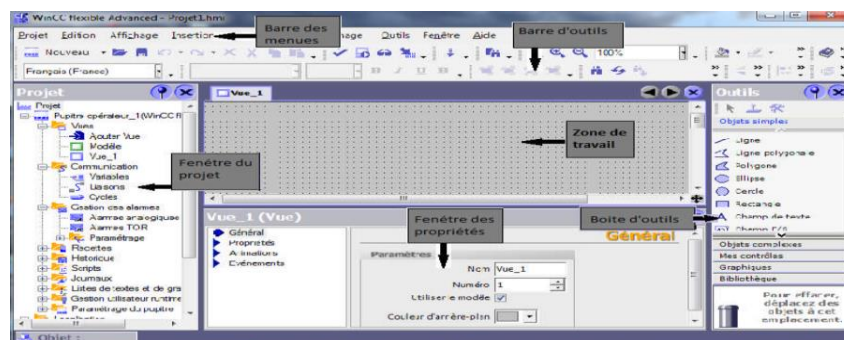


Figure III.9 : Vue sur l'espace de travail

III.3.1.2. Etablir une liaison directe

En premier lieu, on doit créer une liaison directe entre WinCC et notre automate afin qu'il puisse aller lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate. Après avoir créé notre projet WinCC, nous cliquons sur l'onglet liaison afin de créer une nouvelle liaison que nous nommerons « liaison_2 », nous indiquons ensuite les différents paramètres tels que :

- Interface MPI/DP : Notre automate est relié par un MPI-DP
- Adresse : Permet de spécifier l'adresse de la station, dans ce cas-ci, c'est l'adresse MPI. L'éditeur "Liaisons" affiche la connexion à l'automate configuré, comme le montre la figure ci-dessous :

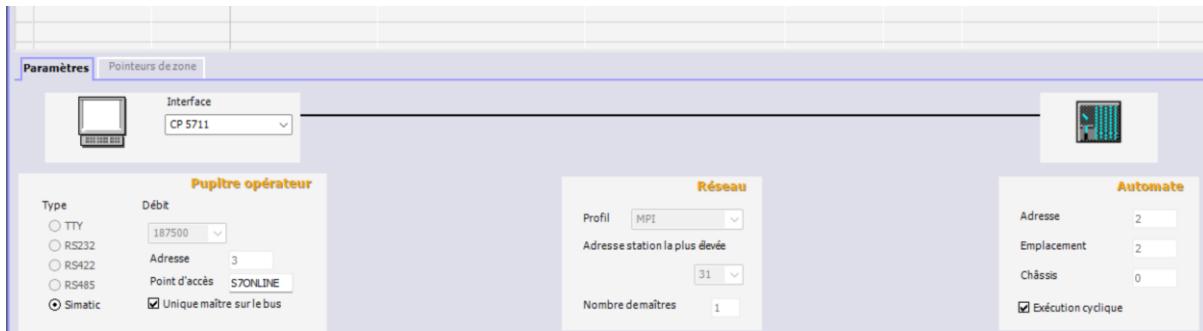


Figure III.10 : Liaison de l'automate au pupitre opérateur

III.3.1.3. Création de la table des variables

Maintenant que la liaison entre notre projet WinCC et notre automate est établie, il nous est possible d'accéder à toutes les zones mémoire de l'automate, à savoirs :

- Mémoire entrée/sortie
- Memento
- Bloc de données

Les variables permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate

Afin de faire la correspondance entre les données du projet Step7 et les données du projet WinCC, il est possible de faire une table de correspondance des données via l'onglet Variable. Chaque ligne correspond à une variable de WinCC. Elle est spécifiée par :

- Son nom
- La liaison vers l'automate
- Son type

L'éditeur "Variables" affiche toutes les variables du projet, comme le montre la figure ci-dessous :

Nom	Nom d'affichage	Connexion	Type de données	Nom symbolique	Adresse	Éléments du ta...	Cycle d'acquisi...	Commentaire
CPL3		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 0.7	1	1 s	CAPTEUR POSE DROIT AV
CPLD		Liason_3	Bool	<indéfini>	M 0.2	1	1 s	CAPTEUR POSE DROIT
CPL2		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 0.6	1	1 s	CAPTEUR POSE GAUCHE AR
HOIST DWN		Liason_3	Bool	<indéfini>	Q 2.4	1	1 s	ACTIVATION HOIST DWN
HOIST UPT		Liason_3	Bool	<indéfini>	Q 2.5	1	1 s	ACTIVATION HOIST UPT
CPV1		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 1.1	1	1 s	CAPTEUR VERROUILLGE GAUCHE
CDV1		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 1.5	1	1 s	CAPTEUR DEVERROUILLGE GAUCHE
FSC		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 0.4	1	1 s	SPREADER alimenté
CPVD		Liason_3	Bool	<indéfini>	M 0.4	1	1 s	CAPTEUR VERROUILLGE DROIT
CPL4		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 1.0	1	1 s	CAPTEUR POSE DROIT AR
BAlus		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 0.2	1	1 s	BOTON Arrêt d'urgence
WINCC SP DE...		Liason_3	Bool	<indéfini>	Q 20.1	1	1 s	
MOTOR H+ WCC		Liason_3	Bool	<indéfini>	Q 2.1	1	1 s	
MOTOR H-		Liason_3	Bool	<indéfini>	M 2.0	1	1 s	MOTOR DE LEVAGE EN MARCHÉ
RMA		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 0.3	1	1 s	RETOUR DU MARCHÉ
SPREADER VERR		Liason_3	Bool	<indéfini>	Q 0.2	1	1 s	
CPLG		Liason_3	Bool	<indéfini>	M 0.1	1	1 s	CAPTEUR POSE GAUCHE
CPT2		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 2.2	1	1 s	CAPTEUR 40 FT
WINCC OV 40FT		Liason_3	Bool	<indéfini>	Q 20.2	1	1 s	
CPV3		Liason_3	Bool	<indéfini>	I 1.3	1	1 s	CAPTEUR VERROUILLGE DROIT
CMD 40FT		Liason_3	Bool	<indéfini>	M 0.7	1	1 s	COMMUNDE OUVERTUER SPRAI
WINCC OV 20FT		Liason_3	Bool	<indéfini>	Q 20.3	1	1 s	

Figure III.11 : Table des variables du programme

III.3.1.4. Création des vues

Les principales étapes ci-dessous sont nécessaires à la création de vues :

- Planifier la structure de la représentation du process : Combien de vues sont nécessaires, dans quelle hiérarchie ; Exemple : les process partiels peuvent être représentés dans des vues séparées, puis regroupés en une vue principale
- Planifier la navigation entre les diverses vues
- Adapter le modèle
- Créer les vues

III.3.2. Vues du programme

Pour la supervision de notre système, on a créé trois (03) vues différentes ainsi qu'une vue principale pour naviguer entre les trois.

III.3.2.1. Vue initiale

La figure qui suit représente une vue initiale (Modèle) qui permet d'accéder aux vues du système Hoist ; du spreader et celle de la commande de ses fonctionnalités.

La simulation est mise à l'arrêt par le bouton STOP.

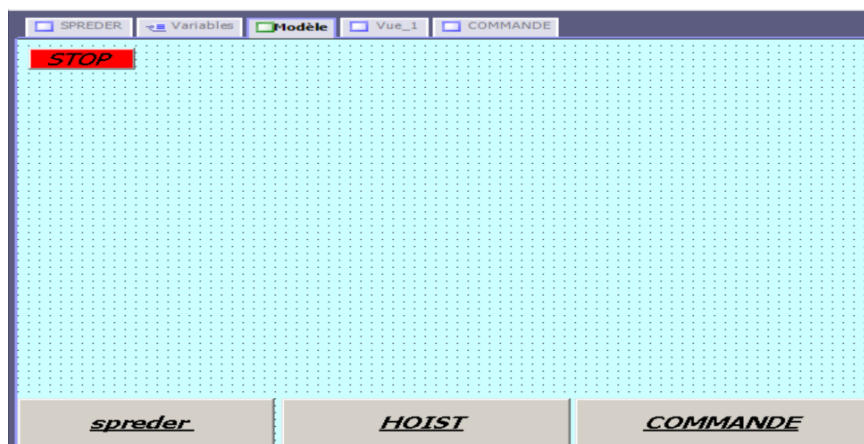


Figure III.12 : Aperçu de la vue initiale

III.3.2.2. Vue du système Hoist

Elle permet la visualisation et le contrôle de l'activation du moteur de levage ainsi que le suivi de l'opération de levage et d'abaissement du spreader lors de l'activation des leviers pour effectuer les manœuvres.

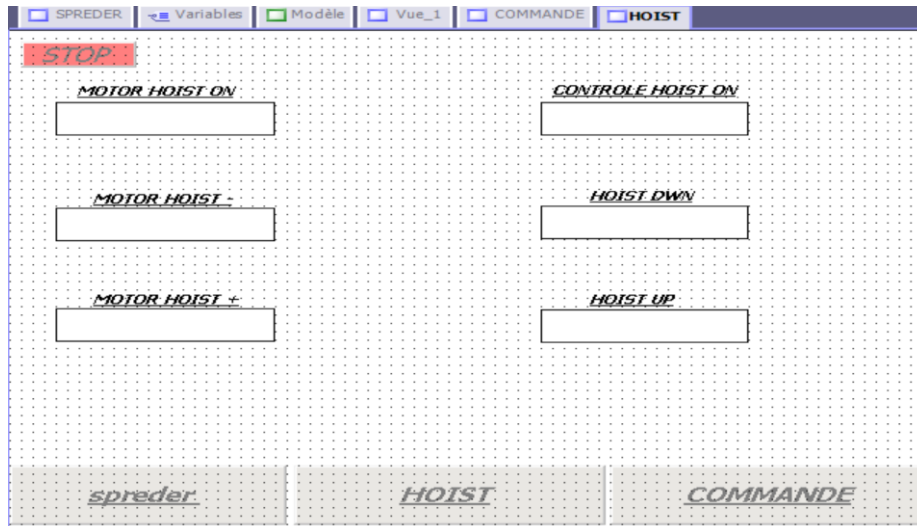


Figure III.13 : Vue sur le système Hoist

III.3.2.3. Vue du système de commande du Spreader

Elle permet de suivre l'état du spreader en vérifiant son activation/désactivation ainsi que la commande de son verrouillage/déverrouillage et ouverture /fermeture télescopique des bras .

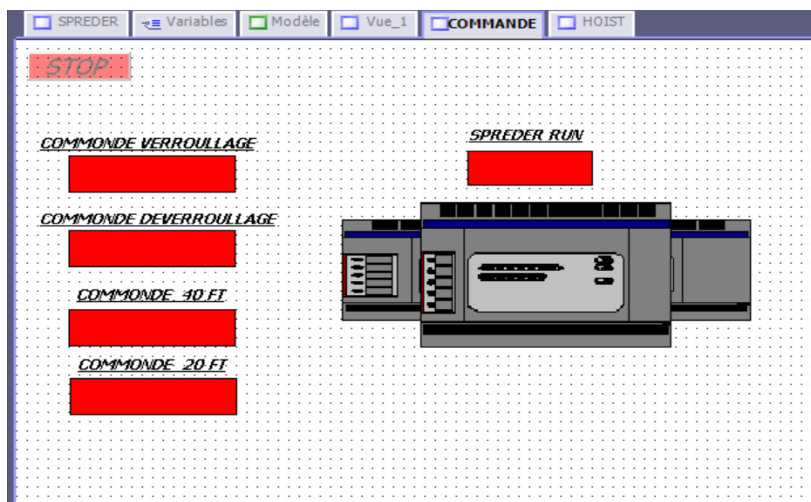


Figure III.14 : Vue de la commande du Spreader

III.3.2.4. Vue sur la signalisation des capteurs

Elle permet à l'opérateur de vérifier l'état des capteurs afin d'activer les commandes adéquates.

Elle permet aussi de suivre le début et la fin de la commande de verrouillage/déverrouillage des twistlock ainsi que la rétraction et extension du spreader.

La figure ci-dessous illustre la vue sur l'état du spreader.

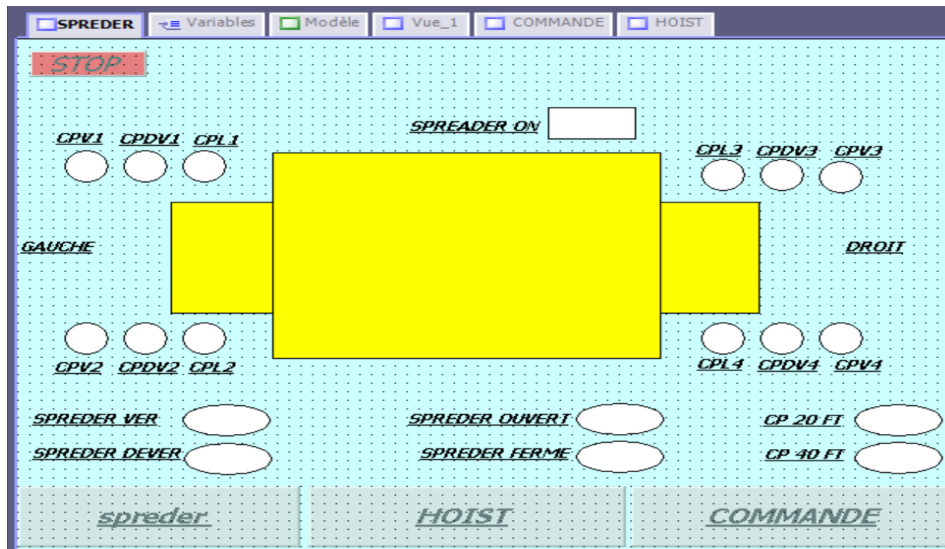


Figure III.15 : Vue du spreader

III.3.3. Compilation et simulation du programme

La figure ci-dessous représente l’affichage de l’IHM après simulation de la partie du programme correspondant à la commande de verrouillage des twis locks.

L’interface indique à l’opérateur que le spreader est activé (Spreader Run) et que les capteurs relatifs au positionnement (Signalisation orange) et au verrouillage (signalisation rouge) sont activés.

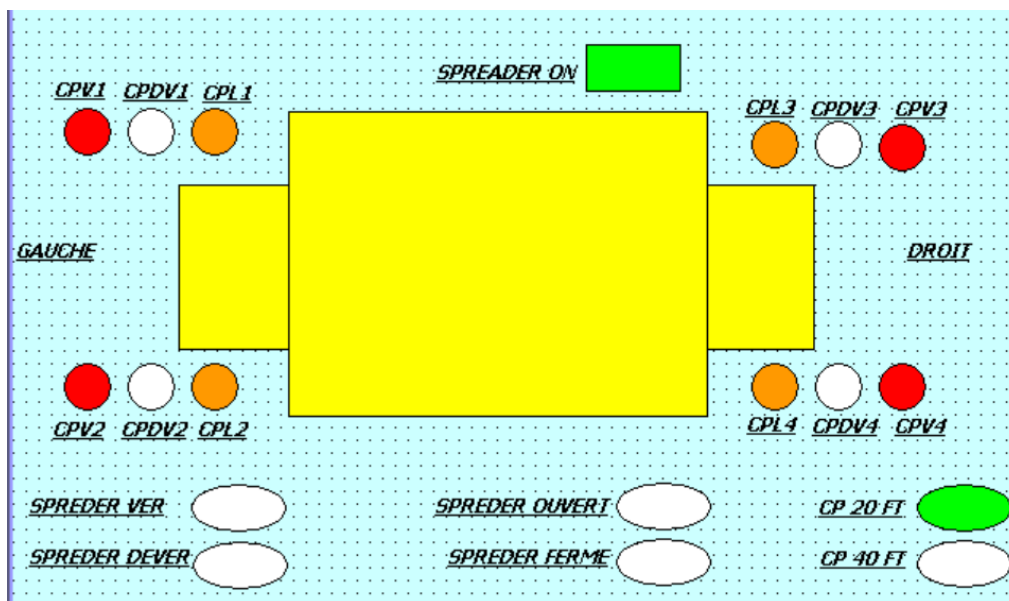


Figure III.16 : Résultats de simulation du verrouillage

III.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la procédure à suivre pour la création du programme d'automatisation et d'une IHM pour le contrôle et la commande de la chaîne de levage d'une RTG.

La supervision offre à l'opérateur une transparence sur le fonctionnement en temps réel de l'RTG ce qui lui permet de décider des démarches à suivre afin de garantir une manipulation sécurisée et précise et ainsi pouvoir intervenir rapidement en cas de détection de défauts.

Conclusion générale

En vue de l'amélioration du système de manutention des conteneurs au sein de l'entreprise BMT de Bejaia, on a proposé de faire une étude sur la conception et réalisation d'une solution d'automatisation de la grue portique Liebherr (RTG). Cela permettra d'accroître la productivité ainsi que la flexibilité et d'améliorer la qualité et les conditions de travail.

En premier lieu, on a regroupé les éléments essentiels au fonctionnement du système de manutention et de sa chaîne de levage.

Par la suite, on a élaboré un cahier des charges afin d'établir les graficets du système qu'on a simulé sur « Automgen », ceci nous a facilité la tâche pour pouvoir passer à la programmation sous STEP 7.

Pour l'automatisation de la chaîne de levage, on a fait appel au logiciel SIMATIC MANAGER pour la création d'un programme de réseaux en utilisant le matériel SIMATIC S7-300 avec une CPU 314C-2 PN/DP.

Sous le logiciel WinCC Flexible, nous avons procédé à la conception de l'interface IHM.

Pour la conception de l'interface IHM pour le contrôle et la commande de la chaîne de levage avec Spreader, nous avons exploité les performances du logiciel WinCC Flexible. Ce dernier, permet de gérer des interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées.

Cela facilitera le travail de l'opérateur lors des opérations et permettra aux techniciens de détecter un éventuel défaut du système. Ce qui fera accroître la productivité du système de manutention en minimisant le temps de chargement et déchargement des conteneurs qui contribuera par la suite à améliorer le rendement de l'entreprise et impactera positivement l'économie du pays.

Enfin, nous espérons que ce travail, constituera un point de départ et un élément d'appuis pour l'étude et l'automatisation des systèmes de manutention portuaire, et sera d'une grande utilité aux ingénieurs et aux techniciens de l'entreprise BMT de Bejaia.

Bibliographie

- [1] : Site officiel de BMT <https://bejaiamed.com/> Consulté le 02/05/24
- [2] : YAICHE Hichem « Modélisation et optimisation de mouvement des conteneurs au niveau du terminal à conteneurs BMT » mémoire de fin d'études, Université Abderrahmane Mira, Bejaïa, 2023.
https://www.memoireonline.com/06/24/14576/m_Modelisation-et-optimisation-de-mouvement-des-conteneurs-au-niveau-du-terminal--conteneurs-BMT2.html
- [3] : « Spécifications techniques de l'RTG Liebherr » 2015, Entreprise BMT.
- [4] : MIMOUNE Ismail et HEBBACHE Adel « Etude et commande d'une chaîne de translation d'une Rubber Tyred Gantry (RTG) » PFE, Université Abderrahmane Mira, Bejaïa, 2018.
- [5] : « Manuel Bromma », Bromma conquip, Entreprise BMT.
- [6] : « Liebherr RTG -Hydraulic Manual », Entreprise BMT.
- [7] : STAMBOULI Sid Ahmed et BENZAID Adel « Automatisation et supervision du spreader EH5U dans le Système de Manutention des Conteneurs au sein de l'Entreprise BMT de Bejaïa », PFE, Université Abderrahmane Mira, Bejaïa, 2020.
- [8] : Manuel SIEMENS. « Programmation avec STEP7 ». (2000)
- [9] : Manuel SIEMENS. « Appareils de terrain pour l'automatisation des processus » (2005).

Résumé

Ce projet de fin d'études concernant la conception et réalisation d'une solution d'optimisation pour le système de levage avec épandeur d'un RTG Liebherr est réalisé au sein de l'entreprise d'accueil de BMT (Bejaia Mediterranean Terminal). La première étape se caractérise par la récolte de données concernant le fonctionnement du système étudié et l'élaboration du cahier des charges. La deuxième étape décrit les étapes d'automatisation du système sous logiciel STEP7 ainsi que la création d'une IHM sous WinccFlexible afin de permettre aux opérateurs de piloter et superviser en temps réel la grue portique mobile (RTG).

Mots Clés

STEP 7, SIMATIC Manager, WinccFlexible, automatisation, supervision, IHM, RTG, BMT.

Abstract

This final dissertation project concerning the design and creation of an optimization solution for the lifting system with spreader of a Liebherr RTG is carried out within the BMT (Bejaia Mediterranean Terminal) reception company. The first stage is characterized by the collection of data concerning the operation of the system studied and the development of the specifications. The second stage describes the stages of automation of the system under STEP7 software as well as the creation of an HMI under WinccFlexible in order to allow operators to control and supervise the mobile gantry crane (RTG) in real time.