



LICENCE
Electronique Télécommunication et Informatique
(ETI)

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

Optimisation des quatre
lignes d'expédition

Réalisé Par :

Nouha Filali Bouami

Encadré par :

Pr EL Hossain Abarkan (FST FES)

Mr Reda Boukallal (HOLCIM RAS EL MA)

Soutenu le 13 Juin 2014 devant le jury

Pr E.Abarkan (FST FES)

Pr M.Razi (FST FES)

Pr T.lamhamdi (FST FES)

Dédicace

A la mémoire de mes défunts grands-parents, à Méma Touria, vous avez toujours été un symbole de pudeur et sagesse pour moi, une source d'inspiration et un berceau de tendresse et d'affection,

Aux deux perles de ma vie : Maman, Papa c'est avec votre amour, votre soutien que la vie m'a ouvert grand ses bras, tout en moi est grâce à vous,

A ma petite Sœur, à mon petit frère, à ma famille, à mes amis : à nos moments de joie, de folie et à cet amour fraternelle nous unissons à jamais,

A mes chers professeurs, ceux qui m'ont offert le savoir, l'intellectualité et le bon conseil,

Ce modeste travail est dédié à Vous !

Remerciement

Ce travail n'est jamais une œuvre individuelle, il est le fruit de nombreuses expériences, rencontres, et collaborations.

Ainsi, on voudra exprimer toute notre gratitude à l'ensemble des personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, qui ont croisé notre route, et nous ont accordé temps, écoute, conseils, expérience et parfois réconfort et nous auront permis à leur manière de progresser, avancer, mûrir, apprendre et à mieux se découvrir.

Nous tenons à remercier dans un premier temps, l'équipe pédagogique de l'Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, et le responsable de la filière «électronique, télécommunication et informatique» **Professeur Farid Abdi**, pour avoir assuré théoriquement et pratiquement cette formation

On remercie aussi **Monsieur Younes Chettabi** le Directeur de l'usine Holcim de Fès Ras El Ma, de nous avoir accueilli et donner l'opportunité d'effectuer un stage au sein de la dite société, ainsi que **Monsieur Reda Boukallal**, qui nous a encadré et nous a porté conseil durant notre période de stage, merci pour tout le temps qu'il a pu nous consacrer en dépit de ses nombreux engagements professionnels, ainsi que pour tous ses précieux conseils et avis.

On remercie aussi tous les chefs d'équipe, les opérateurs et tout le personnel de l'entreprise, Notamment **Monieur Hmidouch** et **Monsieur Omar Errabai** qui ont contribué à l'élaboration de ce rapport pendant mon stage, et qui nous ont donné toutes les facilités nécessaires pour conclure ce travail

Nos sincères remerciements et aussi les plus profondes, à **Professeur El Hossain Abarkan**, mon encadrant à la FST de Fès pour nous avoir apporté avec son extrême gentillesse et son franc parlé de nombreux conseils et également pour sa totale compréhension et efficacité et à ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à la réussite de nos années d'études au sein de la faculté des sciences et techniques.

On ne manquera pas non plus de remercier **les honorables membres du jury** qui ont accepté d'évaluer cette soutenance à sa juste valeur, et de nous faire part de leurs remarques sûrement pertinentes qui contribueront, sans nul doute, au perfectionnement du présent travail.

C'est à DIEU que revient le grand mérite.

Nouha Filali Bouami

Résumé

Le monde industriel a connu une révolution depuis l'introduction des systèmes automatisés qui sont connus pour leurs efficacités.

L'apparition de l'intelligence dans ce type de systèmes a permis d'effectuer quotidiennement les tâches les plus difficiles, répétitives et dangereuses. Doté d'une rapidité et d'une précision particulières, ils peuvent réaliser des actions impossibles pour un être humain.

Ce projet de fin d'études envisage l'optimisation des quatre lignes d'expédition en élaborant un système automatisé permettant d'exploiter une capacité d'expédition élevée par un automate programmable industriel. En effet, il a été conçu pour faire expédier deux lignes par une seule machine ensacheuse.

La démarche générale adoptée dans l'étude du projet est le 2TUP : en effet, on a effectué parallèlement une étude fonctionnelle et matérielle puis on a réalisé un programme en employant une méthode itérative permettant d'améliorer couche par couche la performance de notre système.

Abréviation

CIMA	Cimenterie maghrébine
ODI	Office pour le développement industriel
CIOR	Cimenterie de l'orientale
BPE	Béton Prêt à l'Emploi
BTP	Bâtiment et travaux publics
2TUP	Two tracks unified Process
GEMMA	Guide d'études des modes de marche et d'arrêt

Liste des figures

1	Holcim à travers le monde
2	Organigramme hiérarchique de Holcim Maroc
3	Photo de Holcim Fès – Ras
4	Organigramme fonctionnel de Holcim Ras El Ma
5	CPJ 35
6	CPJ 45
7	CPJ 55
8	Chaine de production du ciment utilisé par Holcim Ras El Ma
9	Photo du concasseur
10	broyeur vertical à deux paires de galets.
11	La tour de préchauffage et le four
12	Le processus d'ensachage
13	l'expédition
14	2TUP
15	Planification des tâches dans le diagramme de Gant
16	Plan de l'atelier d'expédition
17	Plan ligne machine C – Caricamat A&B
18	Plan solution mécanique appliquée sur la ligne machine C – Caricamat A&B
19	GEMMA
20	GMM – Grafcet des modes de marche
21	GMR1 – Grafcet de mise en référence 1
22	GMR2 – Grafcet de mise en référence 2
23	GMR3 – Grafcet de mise en référence 3
24	GEN1 – Grafcet d'expédition normale vers caricamat A et Caricamat B
25	GEN2 – Grafcet d'expédition normale vers caricamat A
26	GEN3 – Grafcet d'expédition normale vers caricamat B
27	GAU – Grafcet d'arrêt d'urgence
28	GAU – Grafcet d'arrêt d'urgence
29	Photo De HAVER ROTOSEAL®-PACKER 12 RCC
30	Photo Caricamat AUTOMATIC Truck loader

31	les phases de chargement d'une Caricamat AUTOMATIC Truck loader
32	photo d'une bande transporteuse
33	Schéma de la ligne Machine C – Caricamat A&B avec les détails des moteurs-réducteur
34	Photo d'un vérin pneumatique à double effet
35	Diagramme du dimensionnement du vérin pneumatique à double effet
36	Fonctionnement d'un vérin pneumatique à double effet avec un distributeur bistable 4/2
37	Photo d'un détecteur par réflexion
38	photo Automate Siemens 300
39	Mode D'emploi De Step 7
40	création du projet
41	Configuration matérielle
42	Mnémonique du projet
43	GMM niv 1
44	Différent blocs du programme
45	S7 PLCSIM
46	Compilation du matériel
47	Compilation des blocs d'instruction
48	Simulation du programme

Liste des tableaux

1	cimenteries du Maroc et leurs parts du marché
2	cadre juridique de Holcim Maroc
3	Planification des tâches selon la durée du stage
4	Débit des machines ensacheuses
5	Débit des machines dans la zone de chargement
6	Donnée technique sur la machine C
7	Donnée technique Le vérin normalisé CRDNG
8	Donnée technique sur W24-2

Sommaire

Introduction Générale	10
Chapitre 1:Présentation de Holcim Maroc et le site de production de RAS EL MA	12
1.Présentation Holcim (Maroc)	13
1.1Généralités	13
1 .2 Cadre juridique	14
1.3. Historique	14
1.4 Hiérarchie de Holcim Maroc	15
1.5 Activités de Holcim Maroc	16
2. Présentation de la Holcim Fès - Ras El Ma	17
2.1 Produits de Holcim Fès – Ras El Ma.....	18
3. Processus de fabrication du ciment à Holcim Fès-Ras El Ma.....	20
3.1 Définition du ciment	20
3.2 Matières premiers du ciment	20
3.3 Caractéristiques et classifications du ciment	20
3.4 Processus de fabrication du ciment	21
Chapitre 2 :Contexte générale du projet.....	27
1. Introduction	28
2. Processus de l'expédition	28
3. Cahier de charge.....	29
4. 2TUP : Cycle Y	30
5. Plan d'action	30
Chapitre 3 :Analyse fonctionnelle.....	32
1. Le plan de l'atelier d'expédition	33
2. Caractéristique technique des dispositifs clés de l'atelier	34

3. zone de travail	34
4. Description de la ligne Machine C- Caricamat A&B	35
5. Description de la solution proposée	35
6. Définition du GEMMA	36
7. Description détaillé du GEMMA	38
8. Traduction du GEMMA sous forme de Grafcet niveau 2	39
Chapitre 4 :Analyse Matérielle.....	47
1. Machine C : HAVER ROTOSEAL®-PACKER RCC 12	48
2. Caricamat AUTOMATIC TRUCK LOADER.....	49
3. Bandes transporteuses	50
4. Vérin double-effet	51
5. Capteur photoélectrique	54
6. Automate Siemens 300.....	55
7. Logiciel Step7	56
7.1.Constitution d'un projet sur Step7	56
7.2.Applications disponibles	57
7.3.Langage de programmation	57
7.4.Mode d'emploi	57
7.5.Adressage des entrées et sorties au niveau de l'automate	58
7.6.Configuration matérielle	58
7.7.PROGRAMMATION EN LADDER	59
Chapitre 5 :Phase de réalisation du projet.....	62
1. Création du projet et configuration matérielle:	63
2. Table de la mnémonique	64
3. Grafcet niveau 1	65
4. Programmation du Grafcet niveau 1 en Ladder	65
5. Compilation et visualisation	77
5.1.Chargement de la partie matérielle:.....	78
5.2.Chargement des blocs d'instruction	79
5.3.Visualisation	79
Conclusion	80

Introduction Générale

Depuis des années, le Maroc est considéré comme un chantier ouvert : les secteurs économique et social ainsi que l'infrastructure ont connu une évolution remarquable depuis les années 70 et précisément l'industrie de cimenterie qui a connu ses débuts par la création de nombreuses unités de production partout dans le pays. Actuellement, le Maroc dispose de 8 cimenteries localisées dans tous les régions du pays, ce secteur est connu par la concurrence acharnée entre société.

Depuis de nombreuse années, Holcim met en œuvre une politique de développement au niveau de tous ses services visant à les optimiser pour atteindre la satisfaction de ces clients en optant pour la qualité, l'efficacité et la rapidité, un pari que Holcim fait face à ces concurrent sur l'échelle nationale et international mais surtout tient à gagner.

En effet, les systèmes automatisés sont connu pour leurs nombreux avantages : pilotage et paramétrage facile, optimisation et rentabilité accrue, ils représentent aussi une installation évolutive facilement modifiable.

A Holcim Ras El Ma, les services qui sont en contacte directe avec la clientèle sont le service commercial et le service d'expédition. En effet ces deux services peuvent être considérés comme le miroir qui reflète l'image des trois facteurs précités et donc ils représentent un outil efficace qui permet de gagner la confiance et la fidélité du client. Cela en assurant un produit de haute qualité avec un coût raisonnable et une rapidité au niveau de l'expédition du ciment.

C'est dans ce contexte et pour améliorer sa performance que l'atelier d'expédition a accueilli un nouveau dispositif lui permettant d'avoir une expédition plus rapide mais qui reste inexploité à cause de la non-conformité au niveau du débit entre l'ancien équipement et le nouveau. C'est dans ce cadre que le service de maintenance électrique nous a confié un projet portant sur « **l'optimisation des quatre lignes d'expédition** » visant à trouver une solution pour pouvoir exploiter le débit maximal de ce dispositif et cela en installant un système automatisé qui va garantir la réduction des temps d'arrêts et des coûts et notamment l'augmentation de la fiabilité des équipements.

Le cahier de charge qui nous a été confié vise à diviser le débit du nouveau dispositif sur les anciens. Pour ce faire, on va tout d'abord donner dans le premier chapitre une vision sur **Holcim Maroc** et précisément le **site de production de Fès**, un deuxième chapitre sera consacré à l'observation générale du processus d'expédition ainsi qu'à l'architecture de l'atelier afin de bien localiser la zone de notre travail et recueillir le maximum d'information sur l'équipement de cette zone. Pour assurer un travail bien ordonné et clair on va adopter la méthode du **2TUP** qui commence parallèlement par une analyse fonctionnelle et une étude matérielle de la solution et fini par la phase de réalisation à travers la programmation de la solution qui sera établie à l'aide du logiciel **Step 7**. Le troisième chapitre traitera l'analyse fonctionnelle du système, la solution sera détaillée puis traduit sous forme de Grafcet en employant la méthode **GEMMA**. Le quatrième chapitre parlera de l'aspect technique de la solution, sa faisabilité et permettra de définir les caractéristiques (modèle, dimensionnement) de l'équipement proposé par la solution. Un dernier chapitre s'intéressera à la réalisation du système sous forme de programme.

Chapitre 1 :

Présentation de Holcim Maroc et le site de production de Ras El Ma

1. Présentation Holcim (Maroc) :

1.1 Généralités :

Holcim est un groupe suisse fondée en 1912, il occupe la position de leader dans les produits des matériaux de construction pour un usage plus varié. Présent dans 70 pays à travers le monde, le groupe est actif dans les secteurs du ciment, des granulats, tels que le sable et graviers, ainsi que du béton, il compte 90000 employés à travers le monde.

Ce tableau représente les principaux opérateurs cimentiers au Maroc ainsi que leurs parts du marché en l'an 2013 :

Opérateurs cimentiers	Part du marché
Holcim Maroc	20,8%
Lafrage Maroc	37%
Ciment du Maroc	25,4%
Asment Temara	26,4%
Ciment de l'atlas	9,5%
Le reste (Ynna Ciment et autres)	1,7%

Tableau1 : cimenteries du Maroc et leurs parts du marché

Aujourd'hui Holcim est présente dans différentes régions du Maroc et dispose d'une capacité annuelle de production de 4.5 millions de tonnes, elle exploite trois cimenteries à Oujda Fès et Settat, un centre de broyage, d'ensachage et de distribution à Nador, ainsi qu'un centre de distribution à Casablanca.



Figure1 : Holcim à travers le monde

1.2 Cadre juridique :

Raison sociale	HOLCIM (MAROC)
Forme juridique	société anonyme de droit privé
Date de création	1976 pour une durée de 99 ans
Activité	production et commercialisation du ciment et matériaux de construction
Capital social	91.000.000 MAD
Registre commercial	24713
N° de production fiscale	512367
Affiliation à la CNSS	1515123
Capacité de production	4.500.000t/an

Tableau2 : cadre juridique de Holcim Maroc.

1.3. Historique :

1972 : Les gouvernements marocain et algérien décident de construire une cimenterie à Oujda, sous le nom de la Cimenterie Maghrébine (**CIMA**). Son capital social est de 75 millions de dirhams, réparti à égalité entre l'Office pour le Développement Industriel (**ODI**), organismes représentant respectivement le Maroc et l'Algérie. Le projet **CIMA** fut mis en veilleuse et placé sous administration provisoire à cause du retrait algérien de l'opération en 1975.

1976 : L'**ODI** crée une société nouvelle dénommée Cimenterie de l'Oriental (**CIOR**) qui reprend les actifs de la **CIMA** avec pour objet la réalisation d'une cimenterie dans la région d'Oujda.

1979 : Mise en service de l'usine d'Oujda qui démarre avec une capacité de production de 1,2 millions de tonnes par an.

1980 : Installation à Fès d'un centre d'ensachage d'une capacité de 500 000 tonnes par an.

1982 : Installation à Casablanca d'un centre d'ensachage d'une capacité de 350 000 tonnes par an.

1985 : Création de Ciments Blanc du Maroc à Casablanca.

1989 : Installation d'un centre de broyage à Fès d'une capacité de 350 000 tonnes par an.

1990 : Début des travaux pour la réalisation d'une ligne complète de production de clinker à Fès et lancement de l'activité **BPE** avec l'installation d'une première centrale à béton à Fès.

1993 : Démarrage de l'unité de Fès portant la capacité de production globale à 1,9 million de tonnes par an. Prise de contrôle majoritaire du capital de la **CIOR** par Holcim dans le cadre du programme de privatisation.

1997 : Installation d'une centrale à béton à Rabat et d'une autre à Casablanca.

1999 : Construction d'une seconde centrale à béton à Casablanca. Mise en service d'un centre de broyage et d'ensachage à Nador. Mise en service des installations de valorisation de combustibles de substitution à l'usine de Fès Ras El Ma, d'une troisième centrale à béton à Casablanca et d'une autre à Nador.

2001 : Certification ISO 9 001 et ISO 14 001 de la cimenterie de Fès.

2002 : Changement de l'identité visuelle: **CIOR** devient Holcim Maroc. Démarrage de la nouvelle activité granulats (Benslimane). Début des investissements relatifs à la rationalisation du dispositif industriel de Fès. Certification ISO 9 001 et ISO 14 001 de la cimenterie d'Oujda.

- 2004** : Extension de la cimenterie de Fès.
- 2005** : Démarrage du centre d'ensachage et de distribution de Settat.
- 2006** : Extension du centre de Nador.
- 2007** : Démarrage de la cimenterie de Settat et de la plateforme de prétraitement de déchets Ecoval.
- 2008** : Lancement du projet de doublement de capacité de production de l'usine de Fès. Certification ISO 9 001 et ISO 14 001 du centre de Nador.
- 2009** : Création du premier réseau de distribution des matériaux de construction au Maroc: BATIPRO Distribution. Certification ISO 9 001 et ISO 14 001 du centre de distribution de Casablanca, de la cimenterie de Settat et de la plateforme de traitement de déchets Ecoval
- 2010** : Lancement du projet de doublement de la capacité de production clinker de la cimenterie de Fès.
- 2012** : Doublement de la capacité de production clinker de l'usine de Fès.

1.4 Hiérarchie de Holcim Maroc :

HOLCIM est le promoteur du professionnalisme des filières **BTP** et du développement durable au Maroc. Il est nécessaire à cette société d'intégrer toutes ses forces en terme de ressources humaines dans un schéma de structure interne bien organisé : Toutes les directions sont centralisées au niveau du siège à Rabat.

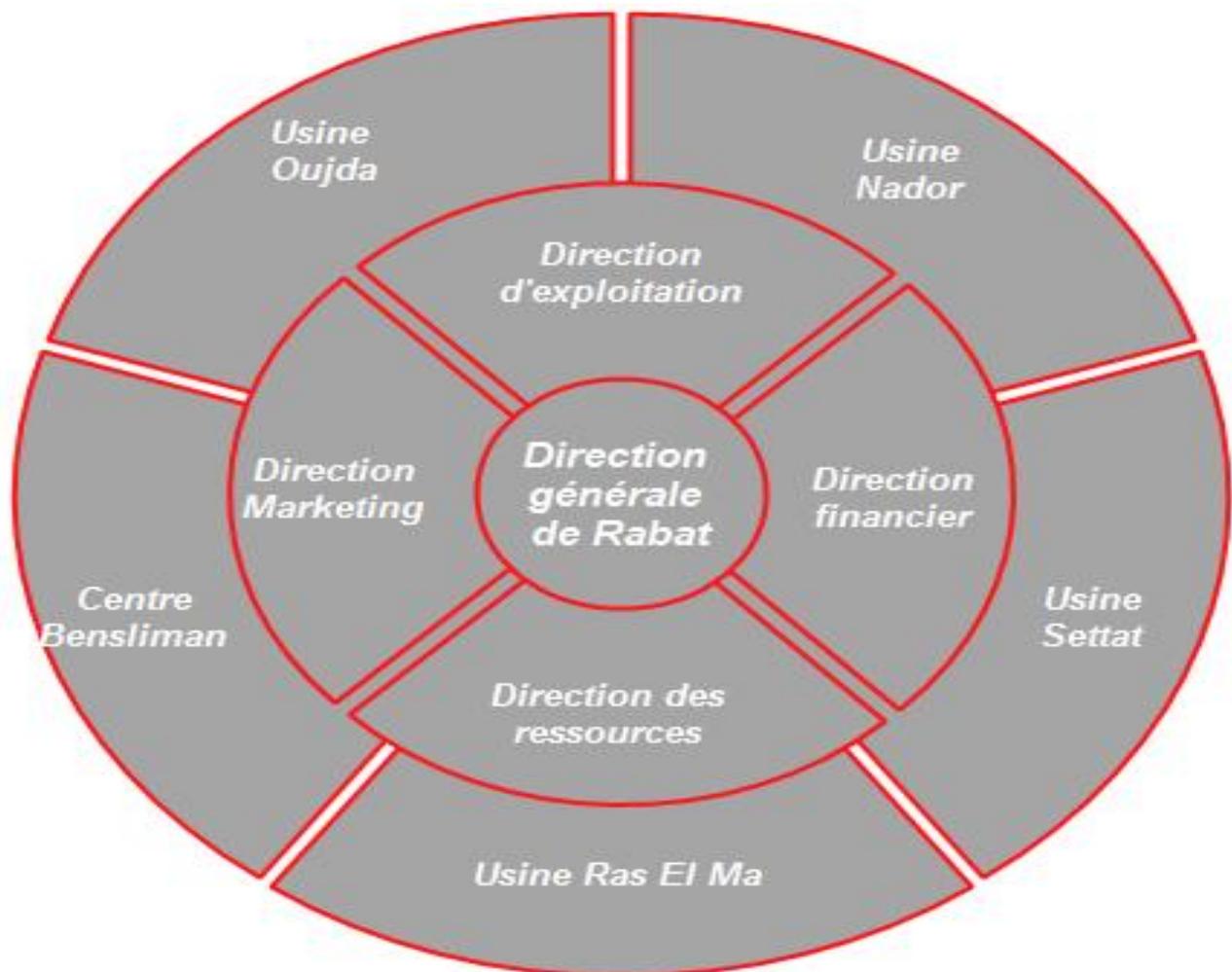


Figure2 : Organigramme hiérarchique de Holcim Maroc

1.5 Activités de Holcim Maroc :

• Ciment:

Holcim Maroc exploite trois cimenteries (Oujda, Fès et Settat), un centre de broyage, d'ensachage et de distribution (Nador) et un centre d'ensachage et de distribution (Casablanca).

• Bétons:

Holcim Bétons, filiale à 100% de Holcim Maroc, est présente sur le marché de l'Oriental, du Centre et du Centre-Nord avec 10 centrales (Fès, Nador, Settat, 2 à Rabat, 2 à Tanger, et 3 à Casablanca).

Holcim Bétons propose une gamme de bétons répondant aux attentes de ses clients (bétons normalisés et bétons spéciaux) et propose également un éventail de services allant de la livraison au pompage ainsi que l'assistance technique dans le choix du béton, le dimensionnement et la mise en œuvre.

• Granulats :

L'activité granulats a démarré en 2002 avec la création de la filiale Holcim Granulats qui exploite une carrière dans la région de Benslimane.

• Ecoval - Traitement de déchets :

La plateforme de prétraitement de déchets Ecoval a démarré ses activités en juin 2007 dans la région d'El Gara à 40 km de Casablanca. Filiale à 100% de Holcim Maroc, Ecoval comprend différents ateliers de prétraitement et de reconditionnement des déchets industriels en fonction de leurs caractéristiques et de leur nature.

• Batipro distribution – distribution de matériaux de construction :

Œuvrant pour la modernisation des circuits de distribution des matériaux de construction, Holcim Maroc a initié le premier réseau de distribution de matériaux de construction au Maroc sous l'enseigne "BATIPRO Distribution".

A travers ce réseau, qui prône le professionnalisme, la qualité et la transparence, Holcim Maroc souhaite fédérer des distributeurs indépendants de divers horizons autour d'un même idéal et leur faire partager les mêmes bonnes pratiques commerciales au bénéfice de l'amélioration de leur compétitivité et pour une meilleure satisfaction de leur clientèle.

• Mateen - Promotion immobilière :

Holcim Maroc a lancé, en partenariat avec deux opérateurs immobiliers marocain et français, une société de promotion immobilière. Mateen, qui a démarré son activité en 2007, a pour vocation de développer un projet pilote dans le segment du logement et de définir les bases du développement de cette activité.

2. Présentation de la Holcim Fès - Ras El Ma :

Située à 25 Km au sud de Fès, l'usine de Fès utilise le procédé de fabrication à voie sèche intégrale avec une capacité annuelle de 1 million de tonnes, il comporte des ateliers de : concassage, broyage, stockage de la farine, cuisson, stockage du clinker, broyage des combustibles, broyage du ciment, ensachage et expédition du ciment.

La cimenterie de Fès est certifiées **ISO 9001** version 2008 et **ISO 14001** version 2004.



Figure3 : Photo de Holcim Fès – Ras

Vous trouverez ci-dessous l'organigramme de la direction de l'usine qui présente les différents services de la société :

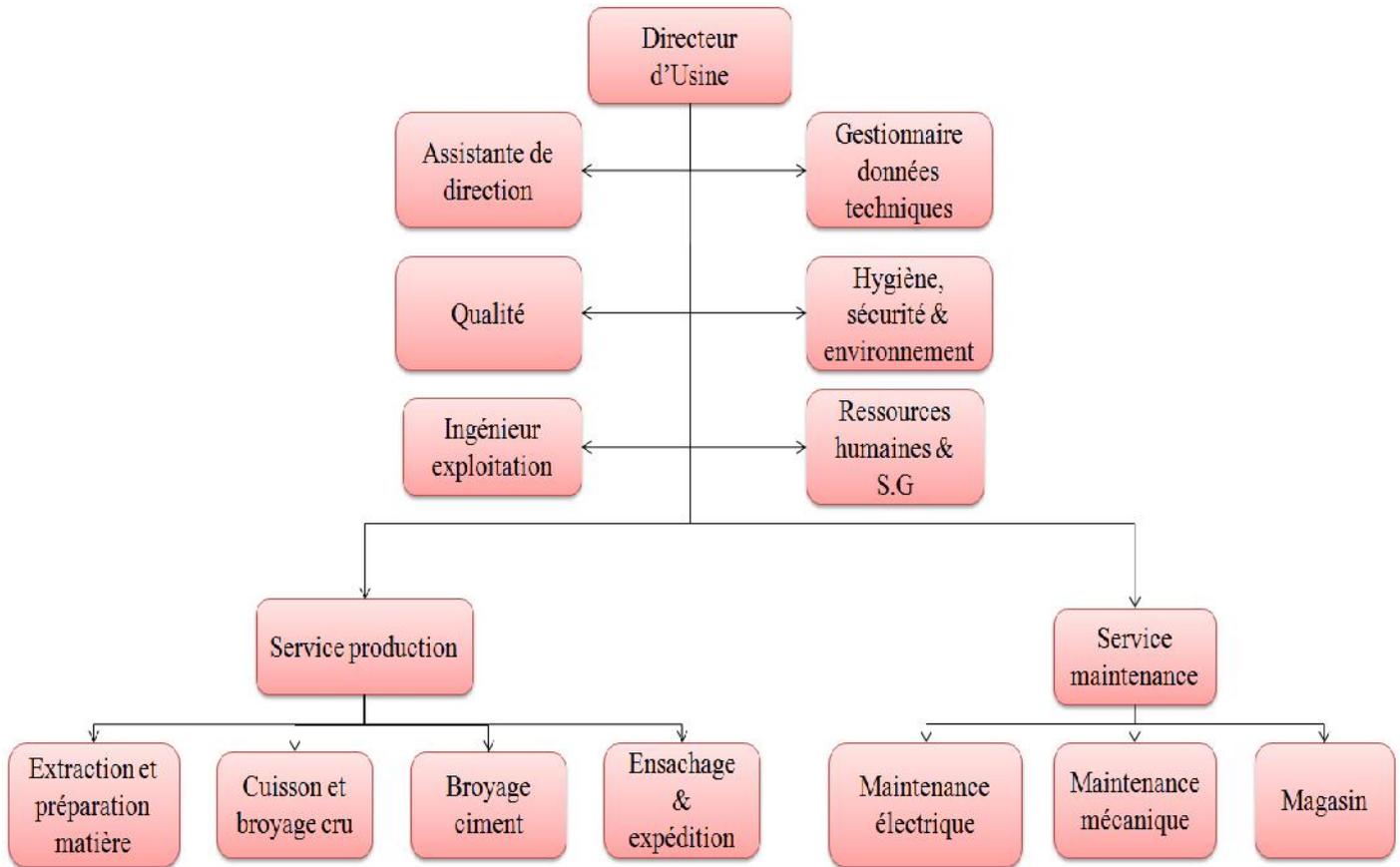


Figure4 : Organigramme fonctionnel de Holcim Ras El Ma

2.1 Produits de Holcim Fès – Ras El Ma:

CPJ 35 : Ciment portland composé

• Définition :

Le CPJ 35 est un liant hydraulique résultant du cobroyage de clinker, gypse et ajouts. Ses caractéristiques techniques sont conformes à la norme marocaine NM 10.01.004

• Domaine d'utilisation :

Le CPJ 35 est un ciment adapté aux applications ne nécessitant pas des résistances élevées :

- Mortiers pour revêtement et rejointement des maçonneries, dallage.
- Béton de forme, dallage de trottoirs et de passage pour piétons.

L'utilisation du CPJ 35 pour les éléments de structures (fondation, poteaux, poutres, dalles, ...) est fortement déconseillée.

• Conditionnement

Sac de 50 kg



Figure 5 : CPJ 35

CPJ 45 : Ciment portland composé avec ajouts

• **Définition :**

Le CPJ 45 est un liant hydraulique résultant du cobroyage de clinker, gypse et ajouts. Ses caractéristiques techniques sont conformes à la norme marocaine NM 10.01.004

• **Domaine d'utilisation :**

Le CPJ 45 est un ciment destiné principalement aux bétons des éléments de structures (fondation, poteaux, poutres, dalles, ...) généralement ferrillées et nécessitant une résistance permettant d'assurer la stabilité et la sécurité des structures.

L'utilisation en béton du CPJ 45 requiert une étude de formulation de béton préalable.

• **Conditionnement**

- Sac de 50 kg.
- Vrac en citerne.



Figure 6 : CPJ 45

CPJ 55: Ciment portland composé avec ajouts

• **Définition :**

Le CPJ 55 est un liant hydraulique résultant du cobroyage de clinker, gypse et ajouts. Ses caractéristiques techniques sont conformes à la norme marocaine NM 10.01.004

• **Domaine d'utilisation :**

Par ses résistances élevées, le CPJ 55 est le ciment mieux adapté aux bétons à haute résistance (précontraintes et structures fortement sollicitées ...). Les résistances élevées à jeune âge (2 jours) que le CPJ 55 permet d'atteindre, confèrent aux applications de la préfabrication, les avantages de décoffrage et de durcissement rapide.

L'utilisation en béton du CPJ 55 requiert une étude de formulation de béton.

• **Conditionnement**

- Vrac en citerne.



Figure 7 : CPJ 55

3. Processus de fabrication du ciment à Holcim Fès-Ras El Ma:

3.1 Définition du ciment :

Le ciment est une gangue hydraulique utilisée dans différents domaines, principalement comme matériau de construction. Il est fabriqué à partir de la cuisson, le mélange et le broyage de différentes matières premières.

Les ciments usuels sont fabriqués à partir d'un mélange de calcaire (CaCO_3) environ de 80% et d'argile ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$) environ de 20%. Selon l'origine des matières premières, ce mélange peut être corrigé par apport de bauxite, oxyde de fer ou autres matériaux fournissant le complément d'alumine et de silice requis.

3.2 Matières premiers du ciment :

Les matières premières qui rentrent dans la fabrication du Ciment sont essentiellement de calcaire et d'argile ou de toutes matières renfermant essentiellement de la chaux (CaO), de la silice (SiO_2), de l'alumine (AlO_3), et de l'oxyde ferrique (Fe_2O_3).

Les matières d'ajout sont principalement:

- **Le Gypse** : son rôle est de régulariser le temps de prise du ciment.
- **Le Calcaire** : Ajout qui diminue la résistance du ciment et qui peut être remplacé par la Pouzzolane qui a les mêmes caractéristiques. C'est le composant principal du Clinker.
- **Le Schiste** : le gisement de schiste se situe à 20 Km de Sud-ouest de la ville Fès (Bhalil).
- **Les matières de correction**: Les matières de correction sont en général : le sable et les minerais de fer, elles sont ajoutées à la matière crue, leur coût est élevé car elles sont fournies par des fournisseurs étrangers.
- **La Pouzzolane** : une matière volcanique, et spécialement utilisée pour la fabrication de tous les types du ciment commercialisé par HOLCIM sauf pour le CPJ35.

3.3 Caractéristiques et classifications du ciment :

La propriété essentielle des ciments en vue de leur emploi, est de donner un mélange avec l'eau sous forme d'une pâte qui va durcir. Ceci est obtenu grâce au phénomène très complexe de l'hydratation du ciment.

L'hydratation du ciment est une somme de réactions chimiques de vitesses variables entre les différents constituants du ciment et l'eau, si bien que l'on observe au bout d'un certain temps une augmentation de la consistance de la prise de ciment, puis progressivement la pâte durcit. Le durcissement est un phénomène de longue durée.

Pour essayer les ciments, on a défini conventionnellement un début de prise et une fin de prise. Mais en réalité il s'agit d'un phénomène continu. On distinguera à ce sujet des ciments à prise rapide, demi-lente, ou lente (ciments courants).

Les ciments sont classés en tenant compte de **leur composition** : le ciment Portland artificiel (CPA) résulte de la mouture du clinker avec un peu de gypse, mais on peut également ajouter

en quantité variable d'autres matières soit inertes, soit plus au moins actives pour obtenir le ciment Portland à ajouts (CPJ), les ajouts pouvant être : la pouzzolane, la cendre volante, le calcaire, Filler siliceux, le laitier...

3.4 Processus de fabrication du ciment :

La fabrication du ciment est un procédé complexe qui exige un savoir-faire, une maîtrise des outils et des techniques de production ainsi que des contrôles rigoureux et continus de la qualité. Il existe 4 principaux procédés de fabrication du ciment :

- ☞ **La voie humide** : La matière première, après son concassage est délavée dans l'eau, puis broyée en humide. La pâte obtenue est homogénéisée, puis alimente le four. Cette méthode est abandonnée pour des raisons d'économie d'énergie.
- ☞ **La voie semi humide** : La matière est préparée en voie humide, puis séchée avant le four.
- ☞ **La voie semi sèche** : La farine crue, sèche, passe d'abord dans un granulateur où elle est humidifiée.
- ☞ **La voie sèche** : C'est la plus utilisée et la plus économique. La matière première, une fois concassée, est broyée à sec, homogénéisée, et avant l'entrée au four, elle est chauffée à travers des cyclones (type DOPOL). A l'entrée du four rotatif, la farine est à une température de 900 à 1000°C. Cette voie est plus rentable et plus optimale au niveau énergétique.

Le procédé de fabrication du ciment utilisé à l'usine de Ras El Ma est la voie sèche.

Elle est répartie en 14 étapes de production:

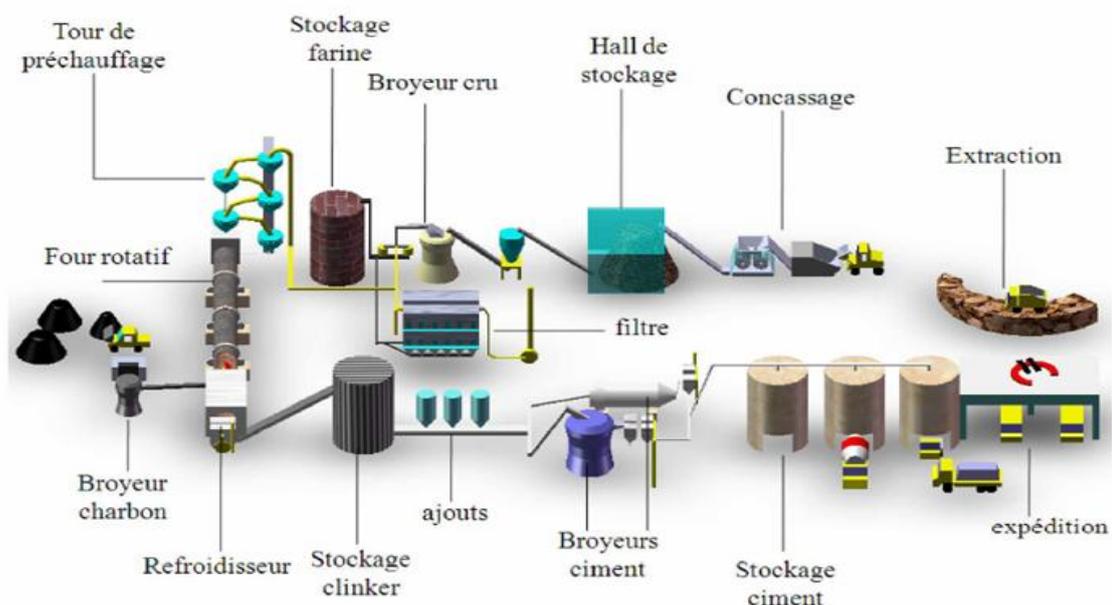


Figure 8 : Chaîne de production du ciment utilisé par Holcim Ras El Ma

3.4.1 Extraction de la matière première :

Pour assurer son approvisionnement en matières premières, la cimenterie de Fès dispose de deux carrières : l'une du calcaire et l'autre des schistes, ils sont extraits par abattage à l'explosif ou à la pelle mécanique ou encore au bulldozer afin de réduire les coûts de transport.

- **Carrière de calcaire :**

Le Calcaire est exploité à partir de la carrière située à proximité de l'usine, l'extraction se fait à partir d'un abattage à l'explosif, le pourcentage du calcaire dans la production peut atteindre 80%.

- **Carrière de schiste :**

La carrière du schiste est située à 45 Km du site de l'usine, l'extraction est sous-traitée et le pourcentage peut aller de 13 à 14%.

Les autres matières dites de correction, le sable et le minerai de fer sont utilisées à hauteur de 4% et 1.8% respectivement.

La production du ciment nécessite d'abord la production d'un produit semi-fini de base «le Clinker », qui subira en suite des transformations jusqu'au produit fini « le ciment ».

3.4.2 Concassage :

En vue d'optimiser et faciliter le stockage et la manutention des matières premières, les blocs extraits au niveau de la carrière sont introduits dans un concasseur pour réduire leur dimensions. Pour réduire la taille des blocks, le concassage soumet les matières premières à des efforts impact, de cisaillement ou de compression. Le type du concasseur est choisi en fonction du procédé de concassage adopté par la cimenterie, la granulométrie dit positionnelle et l'état hydraulique des matières premières.

Ce concasseur est constitué de deux rotors, chaque rotors contient 18 marteaux et il peut traiter jusqu'à 400 tonnes par heure.

La matière sortant du concasseur est acheminée vers un hall de stockage par un convoyeur à bande.



Figure 9 : Photo du concasseur

3.4.3 Dosage cru :

Cette étape a pour but de déterminer et de réaliser un pré-dosage des quartes constituants de base du «clinker» (77.5% calcaire + 18% d'argile + 3% de schiste + 1,5% de minerai de fer). Pour cela, on dispose de quatre trémies assurant le stockage des matières premières. Par ailleurs, Il y a deux bandes navettes:

- La première permet suivant la consigne appliquée de remplir la trémie de calcaire ou de schiste.
- La seconde remplit la trémie de sable ou de minerai de fer.

La bande navette est une bande qui peut tourner dans un sens ou dans l'autre suivant le sens de rotation du moteur d'entraînement.

Une fois le dosage effectué, les constituants sont rejetés ans une bande transporteuse pour le broyage.

3.4.4 Broyage cru :

Les matières préparées par le concassage et la pré-homogénéisation doivent être maintenues réduites à la finesse requise pour la cuisson. Le broyeur est constitué de deux paires de galets à suspension flottante. Ces paires de galets sont entraînées par un plateau de broyage. Sous l'effet de la force centrifuge, la matière passe sous les galets, alors que les particules trop lourdes retombent sous le plateau de broyage dans un élévateur à godets qui les recycle dans le broyeur, les fines entraînées par le flux de gaz, sont dirigées vers le séparateur monté sur le broyeur. La pression des galets est fournie par un système de vérins hydrauliques.



Figure 10 : broyeur vertical à deux paires de galets.

3.4.5 Dépoussiérage :

Une fois la matière broyée, les particules fines sont entraînées par le flux gazeux. Pour cela, on dispose avant la disparition des gaz, de filtres à manches, ils libèrent donc la matière des gaz. Cette opération de dépoussiérage s'effectue avec un rendement de 99.8%. En outre, cette opération est presque utilisée dans toutes les unités de production : tour DOPOL, avant la trémie doreuse, après refroidissement du «clinker», autrement dit, partout dans l'installation, il y a des filtres de dépoussiérage.

3.4.6 Homogénéisation :

A la sortie du broyeur, après séparation, la cimenterie dispose d'un produit sec d'une extrême finesse comparable à celle du boulanger, d'où le nom de "Farine" qu'on lui donne en cimenterie.

Avant de procéder à la cuisson, une ultime étape de préparation va conférer à la matière crue une composition quasi-stable, c'est le but de l'homogénéisation.

Une cuve de grande capacité, appelée silo de capacité 6000 tonnes, reçoit la farine produite par le broyeur. Celle-ci est éversée par le haut à l'aide d'un élévateur. Le fond du silo est équipé par des conduites à l'intérieur desquelles de l'air sous pression est soufflé. Par l'effet de la fluidisation par l'air s'effectue une mise en mouvement de la masse de la farine, ce qui assure l'homogénéisation de la composition chimique de la matière afin d'être préparé à la cuisson.

3.4.7 Préchauffage :

Avant d'introduire la matière dans le four, elle passe par une tour. Cette dernière est composée d'un ensemble de cyclones disposés verticalement sur cinq étages, et d'un ventilateur situé à sa partie basse qui sert à tirer les gaz chauds avec une grande vitesse, du four vers les cyclones. La matière est ensuite remontée par des élévateurs jusqu'à la partie supérieure puis elle descend et en même temps se réchauffe grâce à son contact avec les gaz chauds.

3.4.8 Décarbonatation :

La décarbonatation s'effectue dans un pré-calciateur placé entre le four et la tour des cyclones, où la farine est à 60% décarbonatée, le but principal du pré-calciateur est d'augmenter le degré de décarbonatation de la matière à l'entrée du tube rotatif, de réduire la quantité relative de combustible et d'augmenter la capacité du four.

3.4.9 Clinkerisation :

Le four assure le transfert de chaleur le plus efficace possible du combustible en flamme à la farine préchauffée. Avant d'entrer au four celle-ci a déjà atteint la température de 1000°C, à l'intérieur, elle passe à 1450°C, à cette température élevée, les minéraux constituant la farine réagissent pour former du clinker, composé principalement de cristaux de silicate de calcium. Le four conçu par POLYSIUS, peut tourner jusqu'à 2,5 tours par minute, il est incliné de 3,5%.

L'inclinaison et la rotation du four font progresser la matière.

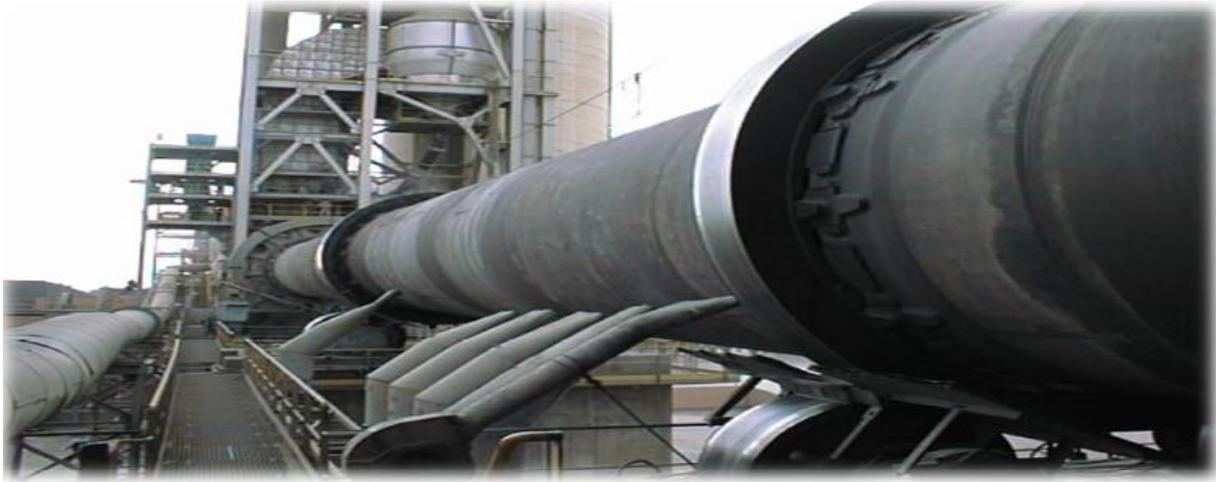


Figure 11 : La tour de préchauffage et le four

3.4.10 Refroidissement :

Quand le «clinker» sort du four, à environ 1300°C, il faut le refroidir pour le stockage, pour cela, l'usine dispose d'un refroidisseur à grille. Il est constitué de deux grilles, chaque grille est composée de plusieurs éléments légèrement inclinés. Le «clinker» progresse le long de la grille, grâce au mouvement alternatif des plaques de la grille, ce mouvement est actionné par des vérins hydrauliques. Sous la grille, cinq ventilateurs propulsent de l'air à travers la couche de «clinker», assurant un refroidissement progressif.

Le clinker quitte à 120°C le refroidisseur sur un transporteur à plaques.

3.4.11 Stockage et expédition du clinker :

Le « clinker » prêt à l'emploi est transféré soit vers un silo de stockage pour être broyé sur site ultérieurement, avec un ajout de calcaire, de gypse et d'adjuvant pour obtenir les trois types du ciment fabriqués actuellement : Le CPJ35, le CPJ45 ou le CPJ55.

3.4.12 Broyage du ciment :

Le clinker stocké dans un silo de capacité de 5000 tonnes est broyé avec addition de gypse (7%) pour régulariser le temps de prise du ciment et éventuellement d'un ou deux constituants secondaires ou ajouts qui donnent au ciment les propriétés spécifiques correspondant aux différentes qualité du ciment.

Les ajouts utilisés sont :

- **Cendre volantes** : récupération des poussières des centrales thermiques au charbon.
- **Les pouzzolanes** : roches d'origines volcaniques.

Les broyeurs utilisés sont :

- **Un broyeur vertical à galets** : ce type de broyeur est constitué d'une piste rotative, deux galets masters et deux galets esclaves, conçu par LOESCHE. Ce broyeur a un débit de 120 tonnes par heure.

- **Un broyeur horizontal à boulets** : ce broyeur a la forme d'un gros cylindre d'un diamètre de 2.8m. Ce type de broyeur peut broyer jusqu'à 25 tonnes par heure.

Les catégories du ciment fabriqué à HOLCIM de Fès sont :

- **CPJ 55** :
 - Le clinker est utilisé avec 90%,
 - Le gypse est utilisé à 7%,
 - La pouzzolane + le calcaire sont utilisés à : 3%.
- **CPJ 45** :
 - Le clinker est utilisé avec 67%,
 - La pouzzolane + le calcaire sont utilisés à : 18%.
 - Les cendres volantes sont utilisées à : 8%,
 - Le gypse est utilisé à 7%.
- **CPJ 35** :
 - Le clinker est utilisé avec 63%,
 - La pouzzolane + le calcaire sont utilisés à : 30%.
 - Le gypse est utilisé à 7%.

A la sortie des broyeurs, le ciment est transféré par voie pneumatique vers trois silos de stockage de capacité de 5000 tonnes pour chaque catégorie du ciment.

3.4.13 **Ensachage :**

L'ensachage du ciment se fait par fluidisation à l'aide de suppresseurs au niveau des silos de stockage. Le ciment est ensuite transporté par des aéroglisseurs et des élévateurs à godets puis passe par des cribles pour l'élimination des corps étrangers. L'installation d'ensachage comporte trois ensacheuses automatiques dont une à été récemment changé par une nouvelle ensacheuse doté d'un débit de 1800 t/h.

3.4.14 **Expéditions :**

L'expédition des différents types de ciment se fait en sacs de 50 Kg et en vrac soit par route soit par voie ferrée. Le chargement des camions en sacs se fait manuellement ou à l'aide des caricamats, le chargement des wagons en sac est assuré par des chargeurs de wagons, l'expédition du ciment en vrac par camion ou wagons citernes se fait directement à partir des silos de stockage.

Chapitre 2 :

Contexte générale du projet

1. Introduction :

Dans le cadre de l'amélioration de la performance du service d'expédition, l'atelier a accueilli une nouvelle machine ensacheuse de 12 becs reconnu pour sa capacité assez élevé, et qui ne concorde pas avec le débit des caricamats dont dispose actuellement l'atelier, d'où l'idée de faire expédier les sacs de la machine C vers les deux caricamat A et B.

Pour assurer un travail optimal et ordonné, on a choisi d'utiliser une méthodologie de travail inspiré du **2TUP (two tracks unified process)**, mais avant d'effectuer ce travail, il faut tout d'abord étudier de près le processus d'expédition, puis situer la zone où on va concentrer notre travail.

2. Processus de l'expédition :

Comme il a été mentionné dans le chapitre précédent, l'ensachage et l'expédition constituent les deux dernières parties du processus de fabrication du ciment, c'est dans l'atelier d'expédition que ces deux étapes s'effectuent.

L'atelier dispose de trois machines ensacheuses A, B et C, le ciment ensaché est expédié depuis les silos pour être stocké dans deux trémies positionné sur la machine ensacheuse. Chaque machine est connecté à une balance de contrôle qui a une marge de tolérance, si le poids d'un sac ne respecte pas cette marge il est automatiquement éliminé par un piège-sac qui détruit le sac et réintroduit le ciment dans le processus, cette zone de contrôle est commandé par un automate qui gère la balance le piège sac et qui est lié aussi à l'ensacheuse. Les sacs sont ensuite évacués avec des convoyeurs à rouleaux ou à bande pour être chargé dans les camions a travers les caricamats A et B ou les zones manuels 1 et 2, l'orientation des sacs dans les bandes d'expédition se fait grâce aux déviateur à bandes avec moteurs.

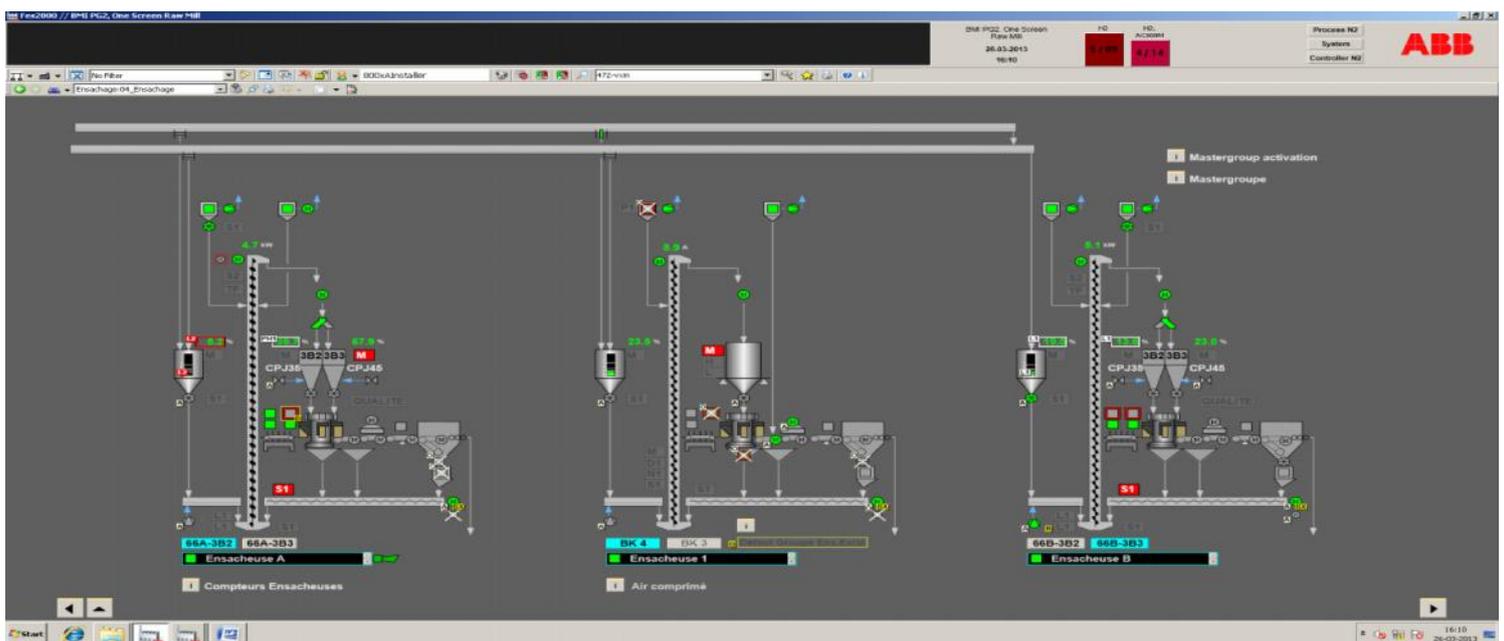


Figure 12 : Le processus d'ensachage

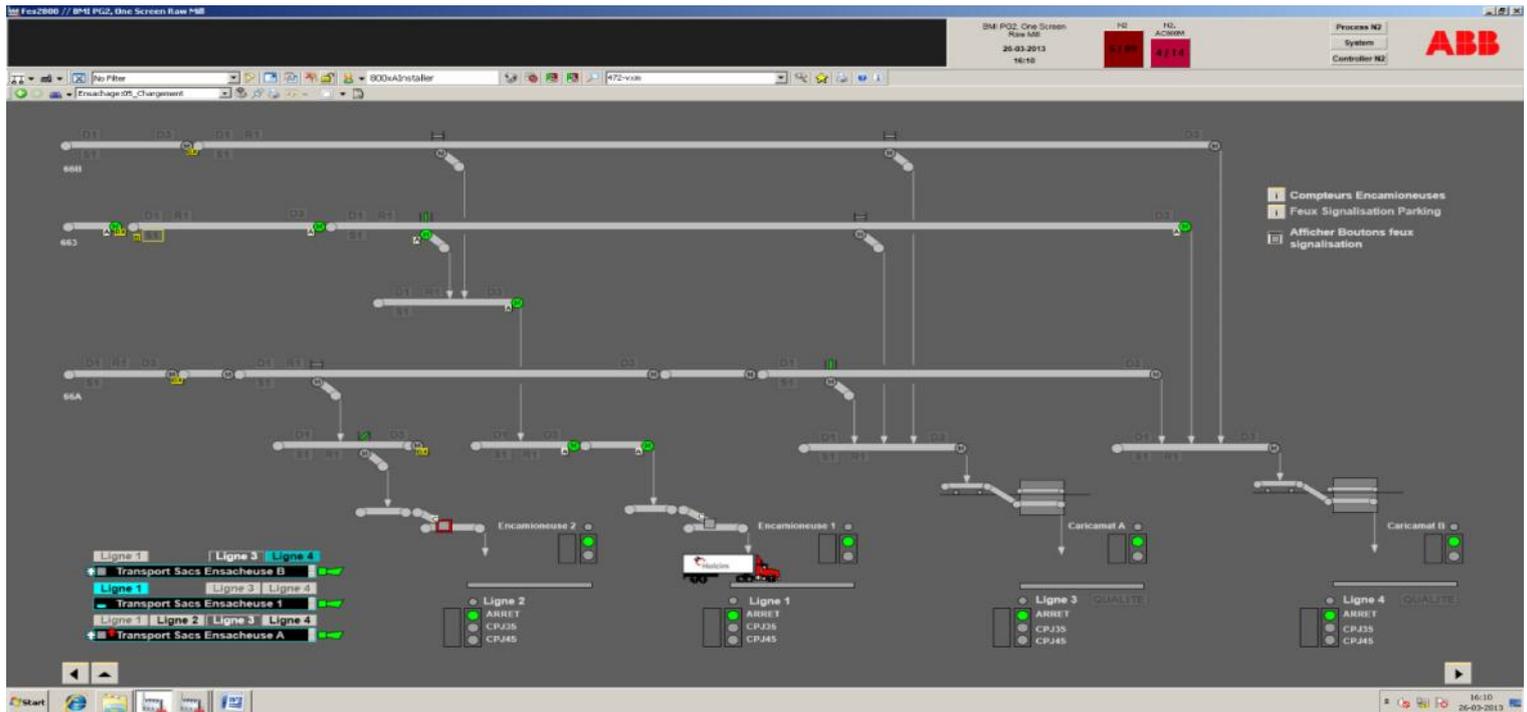


Figure 13 : l'expédition

3. Cahier de charge :

Le cahier des charges a été défini en collaboration avec notre encadrant interne durant les premières semaines de stages et a connu plusieurs modifications par la suite. Suivant la logique employée par la méthode 2TUP, le Cahier de charge peut être formulé sous la forme suivante :

1- Faire une analyse fonctionnelle de la solution à travers les étapes suivante:

- proposer une solution mécanique.
- Détailler la solution proposée.
- Traduire la solution sous forme de Grafcet.

2- Faire une analyse matérielle de cette solution en passant par:

- Description technique du dispositif de la zone du travail.
- Etude technique du matériel ajouté.
- Etude de l'automate programmable utilisé pour l'automatisation de la solution.
- Documentation sur le logiciel Step 7.

3- Phase de réalisation :

- La programmation de la solution à l'aide de STEP 7.

4. 2TUP : Cycle Y

2TUP (two tracks unified process) propose un cycle de développement en Y, qui dissocie les aspects techniques des aspects fonctionnels. Il commence par une étude préliminaire qui consiste essentiellement à identifier les acteurs qui vont interagir avec le système à construire, les messages qu'échangent les acteurs et le système, à produire le cahier des charges et à modéliser le contexte. Le processus s'articule ensuite autour de trois phases essentielles :

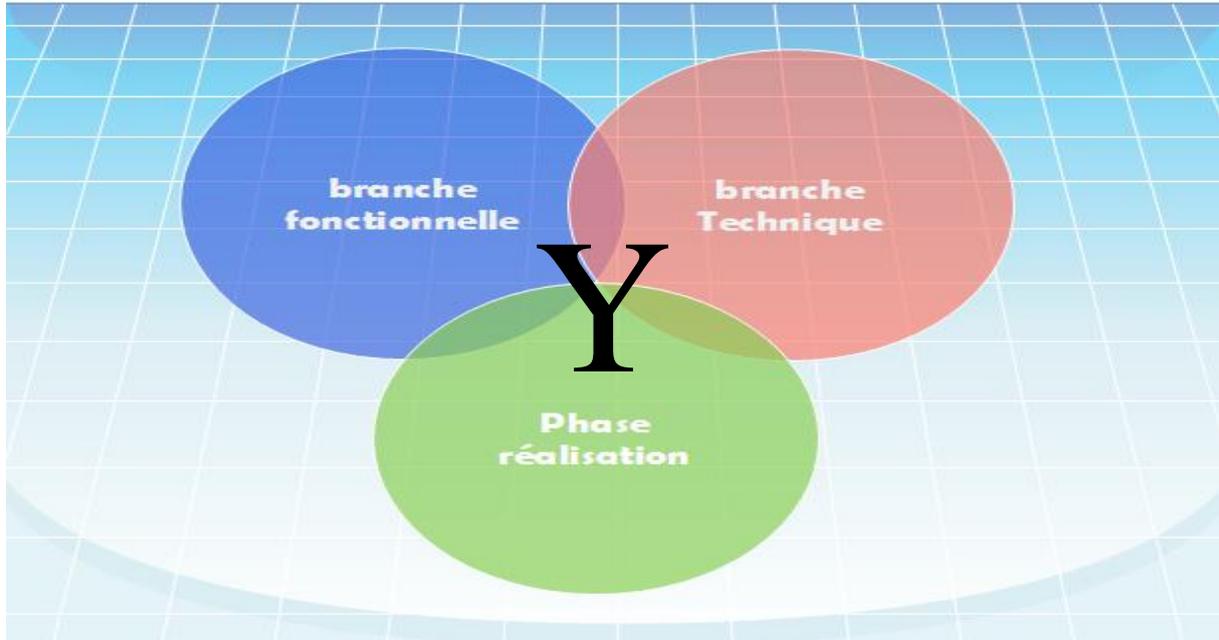


Figure 14 : 2TUP

La branche fonctionnelle permet de faire une analyse du problème en capturant ses besoins fonctionnels : elle consiste à étudier précisément les spécifications fonctionnelle de manière à obtenir une idée de ce que va réaliser le système. Les résultats de l'analyse doivent faire preuve de cohérence et d'exhaustivité afin qu'ils puissent être pratiquement réalisable.

La branche technique s'intéresse à l'aspect technique de la solution envisagé par l'étude fonctionnelle : les contraintes et les choix dimensionnant la conception du système.

La phase réalisation est la phase qui découle des deux branches précédentes elle consiste à réunir les deux branches, permettant de mener une conception applicable et enfin la livraison d'une solution adaptée aux besoins.

5. Plan d'action :

Les objectifs étant bien définis, plusieurs contraintes se présentaient à l'horizon : la collecte des données, la maîtrise des nouvelles techniques employées, la maîtrise du logiciel Step 7 et finalement le respect des délais fixées au préalable.

Afin de remplir ma tâche convenablement, il était de mon devoir de réaliser un plan d'action me permettant de bien planifier la durée de mon stage d'une façon optimale.

Le plan d'action adopté est le suivant :

Tâches	Début	Fin	Durée
1 - Observation générale du processus de production dans l'usine.	07-04-2014	13-04-2014	7J
2 - Découverte des différents services et ateliers de l'usine.			
3 - Observation du processus de fabrication d'expédition.	14-04-2014	27-04-2014	14J
4 - Localisation de la zone de travail.			
5 - Documentation sur Step7.			
6 - Réalisation d'un petit projet sur Step7	28-04-2014	30-04-2014	3J
7 - Proposition d'une solution.	01-05-2014	09-05-2014	9J
8 - Etudier la faisabilité de la solution du point de vue fonctionnelle et technique.			
9 - Automatiser la solution.	10-05-2014	18-05-2014	9J
10 - Réalisation du programme sur Step7.	19-05-2014	01-06-2014	14J
Durée total			56J

Tableau 3 : Planification des tâches selon la durée du stage

Le diagramme suivant est le **diagramme de GANT** qui permet de visualiser dans le temps les diverses tâches composant un projet :

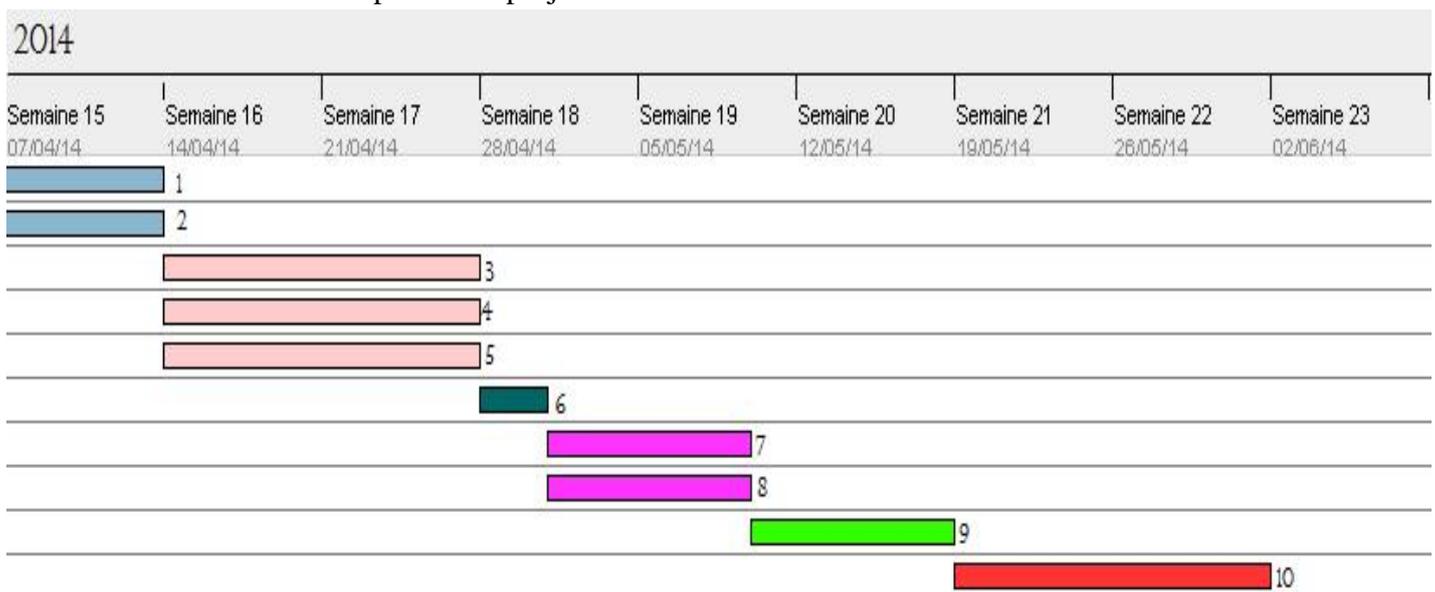


Figure 15 : Planification des tâches dans le diagramme de Gant

Chapitre 3 :

Analyse

fonctionnelle

1. Le plan de l'atelier d'expédition :

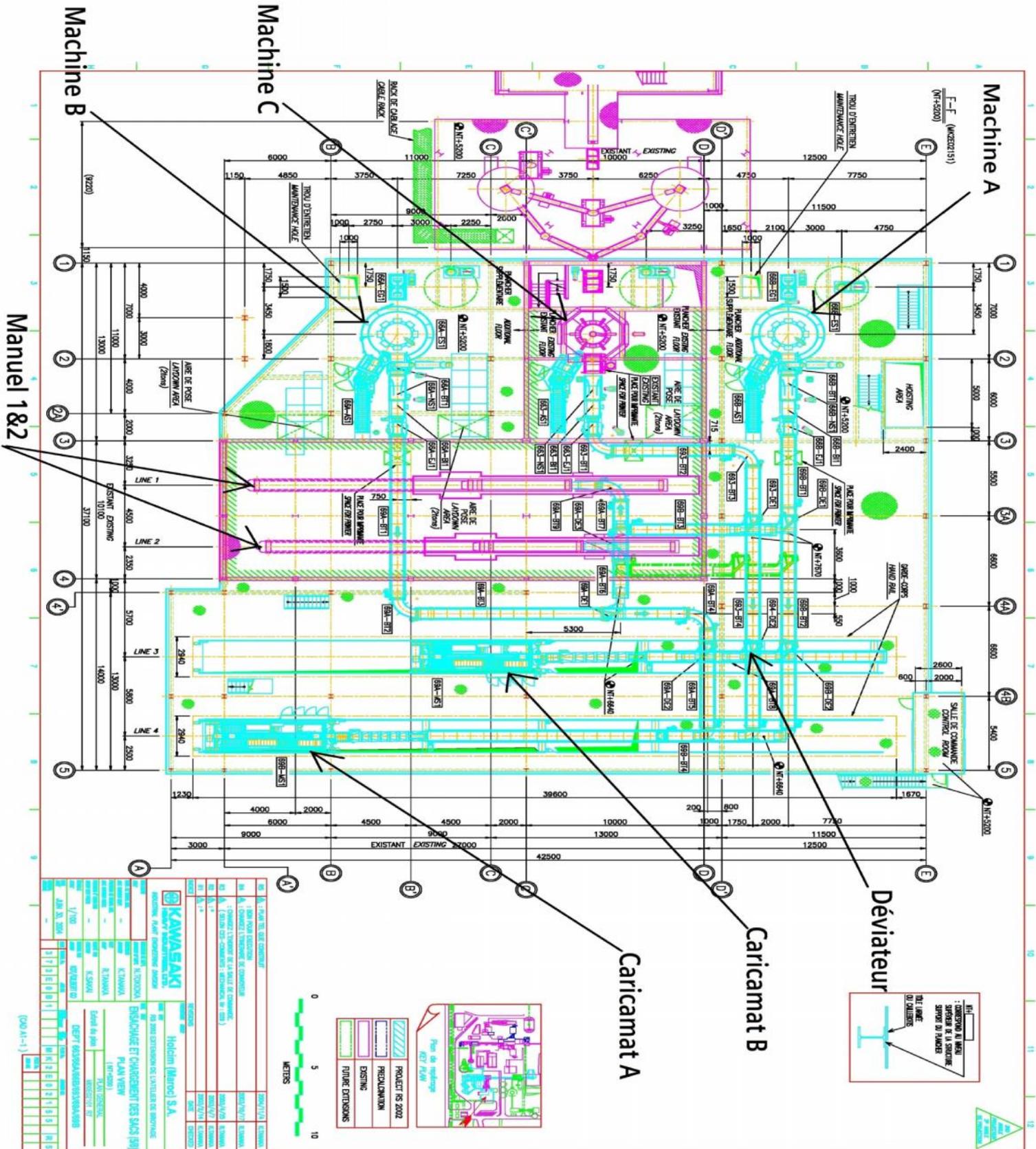


Figure 16 : Plan de l'atelier d'expédition

2. Caractéristique technique des dispositifs clés de l'atelier :

- Les machines ensacheuse du ciment :

	Type du dispositif	Débit nominale
Machine A	HAYER ROTOSEAL®-PACKER 8 becs	120 t/h
Machine B	HAYER ROTOSEAL®-PACKER 8 becs	120 t/h
Machine C	HAYER ROTOSEAL®-PACKER 12 becs	180 t/h

Tableau 4 : Débit des machines ensacheuses

- Machine dans la zone de chargement :

	Débit nominale
Caricamat A	150 t/h
Caricamat B	150 t/h
Manuel 1	90 t/h
Manuel 2	90 t/h

Tableau 5 : Débits des machines dans la zone de chargement

3. zone de travail :

La ligne d'expédition qui lie entre la machine C et les deux caricamat est la suivante :

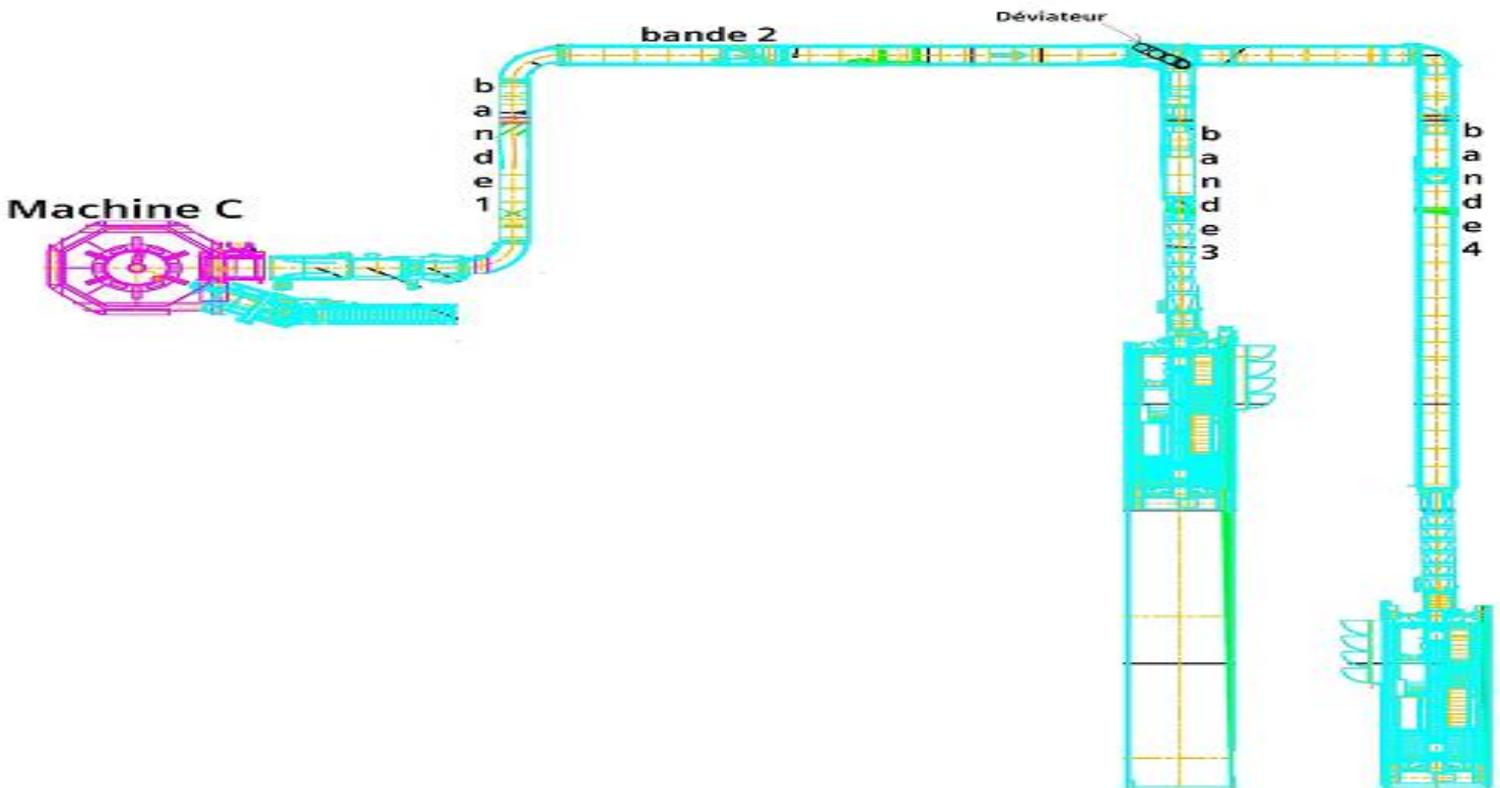


Figure 17 : Plan ligne machine C – Caricamat A&B

4. Description de la ligne Machine C- Caricamat A&B :

La ligne Machine C- Caricamat A&B est constitué de :

- Machine C : une ensacheuse rotative de ciment ayant un débit de 180 t/h (1sac par seconde).
- Balance de contrôle ayant une marge de tolérance entre 48.9kg et 51kg.
- Un piège-sac (déchiqueteur).
- Un convoyeur courbé d'environ 3m.
- Bande 1 : bande transporteuse ou encore convoyeur à bande d'environ 7.75m.
- Bande 2 : mesure en totale 17.50m.
- Déviateur à bande avec moteur, la distance entre le déviateur et la fin de la bande 2 est de 3m.
- Bande de caricamat A : elle est composée de 3 bandes superposées, la 1^{er} mesure 3.26m et les deux dernières de 6.5m.
- Caricamat A avec un débit nominal de 150t/h.
- Bande de caricamat B : elle est composée de 3 bandes superposées, la 1^{er} mesure 5m et les deux dernières de 6.5m.
- Caricamat B avec un débit nominal de 150t/h.

Le sac est déplacé depuis la machine C jusqu'à le piège-sac avec une vitesse de 1.36 m/min, tandis que la vitesse linéaire sur le convoyeur courbé et les autre dispositifs est de l'ordre de 0.9 m/min.

Toutes les bandes transporteuse sont équipées d'un moteur asynchrone qui permet de faire tourner leurs bandes.

5. Description de la solution proposée :

Le but de la solution est d'exploiter le débit maximal de la machine C (180t/h) en alimentant les deux caricamats en même temps et donc les faire fonctionner avec un débit de l'ordre de 90t/h chacune voir plus pour éviter tous bourrage dans la ligne.

La solution proposée est de fixer un vérin pneumatique à double effet sur le déviateur à bande afin qu'il puisse actionner la fermeture et l'ouverture du déviateur sous commande automatisée. Un capteur photoélectrique seras placé avant le déviateur sur la bande 2 et un autre à distance précise du déviateur sur la même bande pour détecter les sacs, on associera à ses capteurs lors de l'automatisation un compteur qui nous permettras de compter le nombre de sacs transmis à chaque caricamat. La distance séparant le déviateur et le capteur 2 est de l'ordre 60 cm afin qu'on puisse détecter le 10^{ème} sac dès qu'il dépasse le déviateur et aussitôt actionner sa fermeture à l'aide du vérin.

Sachant que le chargement des sacs par les caricamats se fait par 10 sacs, on choisi d'alimenter les caricamat en alternance de sorte que chacune des caricamat reçoit 10 sacs quand l'autre est entrain de les charger dans le camion.

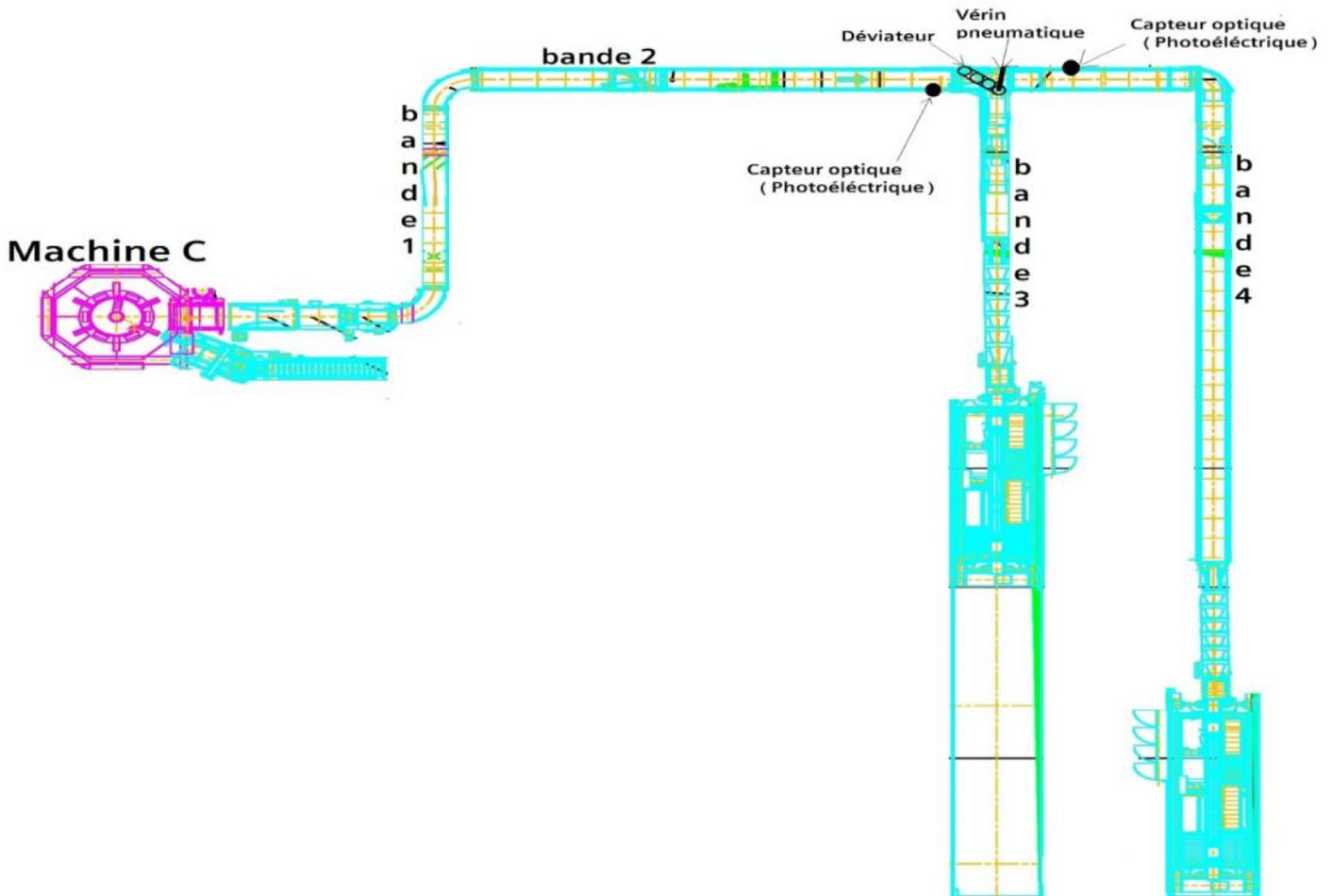


Figure 18 : Plan solution mécanique appliquée sur la ligne machine C – Caricamat A&B

6. Définition du GEMMA :

Le **GEMMA** ou *Guide d'étude des modes de marche et d'arrêt* est en automatisation un outil graphique permettant une approche structurée d'un système automatisé. Cette approche permettra de prendre en compte la plupart des états rencontrés par un système automatisé lors de son fonctionnement. Il permet une analyse temporelle afin d'établir le ou les Grafcet.

Le **GEMMA** est fondé sur quelques concepts de base matérialisés par un guide graphique. Il fournit une approche fonctionnelle d'un processus automatisé et permet de répondre à plusieurs critères :

- Partie Commande hors énergie et Partie Commande sous énergie.
- Production et hors production.
- Procédures de fonctionnement, d'arrêt et en cas de défaillance de la Partie Opérative.

Le GEMMA adopté pour notre solution est le suivant :

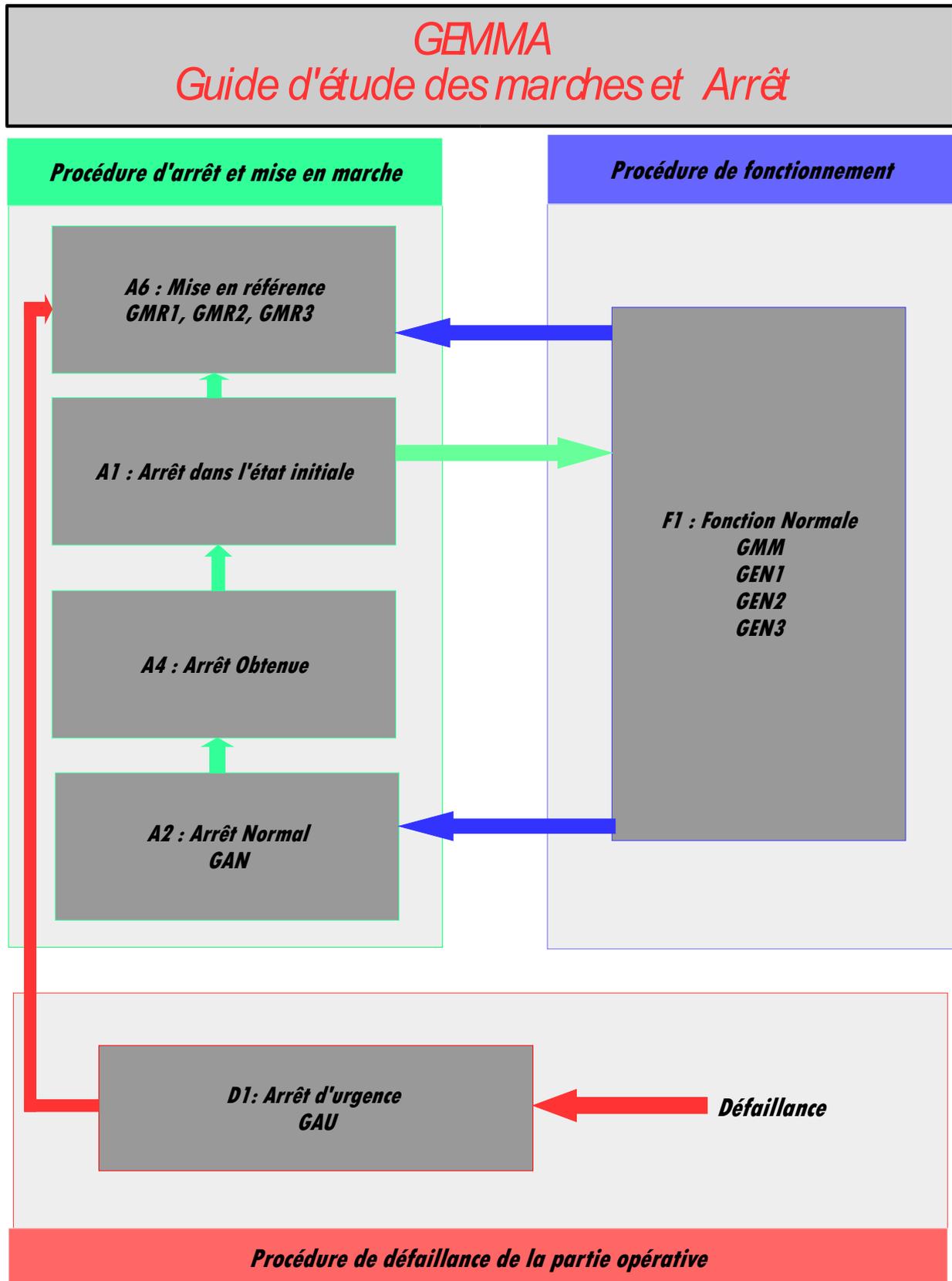


Figure 19: GEMMA

7. Description détaillé du GEMMA :

i. La mise en référence :

Chaque mode de chargement nécessite une mise en référence au préalable :

- **Mise en référence 1 :** dans le cas du Mode A et Mode B on active le moteur de la bande du Caricamat A, le moteur de la bande de la caricamat B, le moteur de la bande 2, le moteur de la bande 1, le moteur du convoyeur à rouleaux courbé (escargot), la zone de contrôle et finalement la machine C avec un débit de 180t/h.
- **Mise en référence 2 :** dans le cas du Mode A on active le moteur de la bande du Caricamat A, le moteur de la bande 2, le moteur de la bande 1, le moteur du convoyeur à rouleaux courbé (escargot), la zone de contrôle et finalement la machine C avec un débit de 140t/h.
- **Mise en référence 3 :** dans le cas du Mode B on active le moteur de la bande de la Caricamat B, le moteur de la bande 2, le moteur de la bande 1, le moteur du convoyeur à rouleaux courbé (escargot), la zone de contrôle et finalement la machine C avec un débit de 140t/h.

ii. Chargement vers Caricamat A et Caricamat B : MODE A ET MODE B

La machine C est réglé sur un débit de 180 t /h , le sac sort de la machine C, une fois il passe par le 1^{er} capteur le compteur 1 (cmpt1) s'incrémente de 1, le déviateur est ouvert donc le sac est détecté par le capteur 2 et donc le deuxième compteur (cmpt2) s'incrémente de 1 et le sac arrive enfin à la caricamat A, à chaque passage du sac le compteur s'incrémente jusqu'à ce qu'il atteint $\text{cmpt } 2 = 10$, l'automate excite la bobine Y+ du distributeur, le vérin est actionné et donc le déviateur se ferme. Les compteurs 1 et 2 des deux capteurs sont remis à zéro, le passage du 11^{ème} sac est capté par le premier capteur, une fois $\text{cmpt1} = 10$, l'automate excite la bobine Y- qui rend le vérin dans la position 1 et donc le déviateur à bande s'ouvre à nouveau et le compteur est de nouveau remis à zéro et donc on reprend le cycle depuis le début.

Si les deux caricamats finissent le chargement en même temps on obtient un arrêt normal, si le chargement de la caricamat A est terminé tandis que le chargement dans la caricamat B est toujours en cours on bascule ver le MODE B, si c'est l'inverse on bascule vers le MODE A.

iii. Chargement vers caricamat A : MODE A

La bobine Y+ du distributeur est excitée, le vérin est en position ouvert, les sacs sors de la machine C qui est réglé sur un débit de 140 t/h et arrivent à la Caricamat A ou ils sont chargés dans les camions.

Si le chargement dans la Caricamat A est fini et il n'existe pas de chargement dans la Caricamat B on obtient un arrêt normale, s'il y a un chargement dans la caricamat B on bascule vers le MODE B.

iv. Chargement vers caricamat B :

La bobine Y- du distributeur est excitée, le vérin est en position fermé, les sacs sors de la machine C qui est réglé sur un débit de 140 t/h et arrivent à la *Caricamat B* ou ils sont chargés dans les camions.

Si le chargement dans la Caricamat B est fini et il n'existe pas de chargement dans la Caricamat A on obtient un arrêt normale, s'il y a un chargement dans la caricamat A on bascule vers le MODE A.

v. Arrêt normale :

On commence par arrêter la Machine C, la zone de contrôle, le moteur du convoyeur à rouleaux courbé, le moteur de la bande 1, le moteur de la bande 2, le moteur de la bande de la Caricamat B, le moteur de la bande de la Caricamat A.

8. Traduction du GEMMA sous forme de Grafcet niveau 2 :

i. Fonctionnement :

a) GMM : Grafcet de mode de marche

Pour permettre le choix de l'utilisation entre MODE A&B ou MODE A ou MODE B. Ce Grafcet est au deuxième niveau hiérarchique, assure la gestion des modes de marches en forçant les Grafcet GEN et GMR. Il n'a pas d'étape initiale puisqu'il est forcé par le Grafcet d'arrêt d'urgence au départ

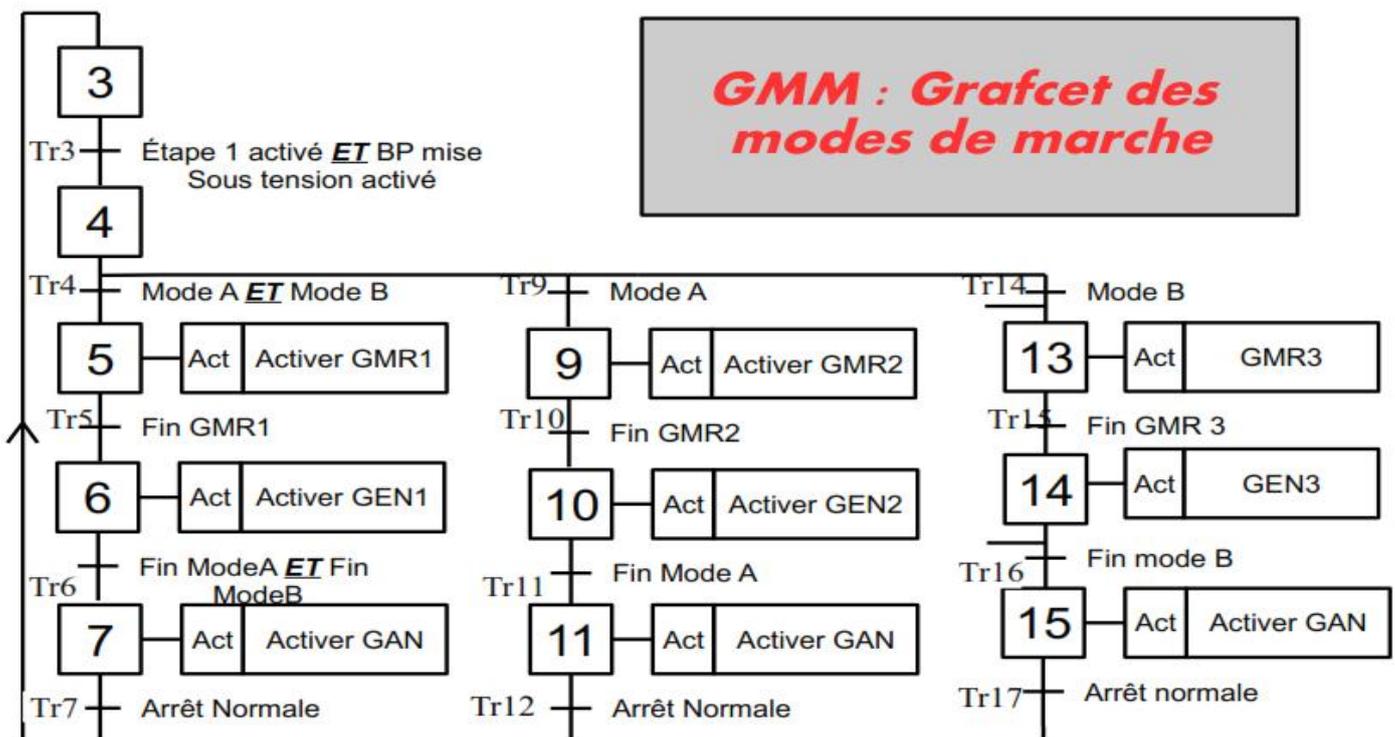


Figure 20: GMM – Grafcet des modes de marche

b) GMR1 : Grafcet de mise en référence 1

Pour mettre notre système dans une position prédéfinie qui permettra l'exécution du cycle dans le cas du MODE A et MODE B.

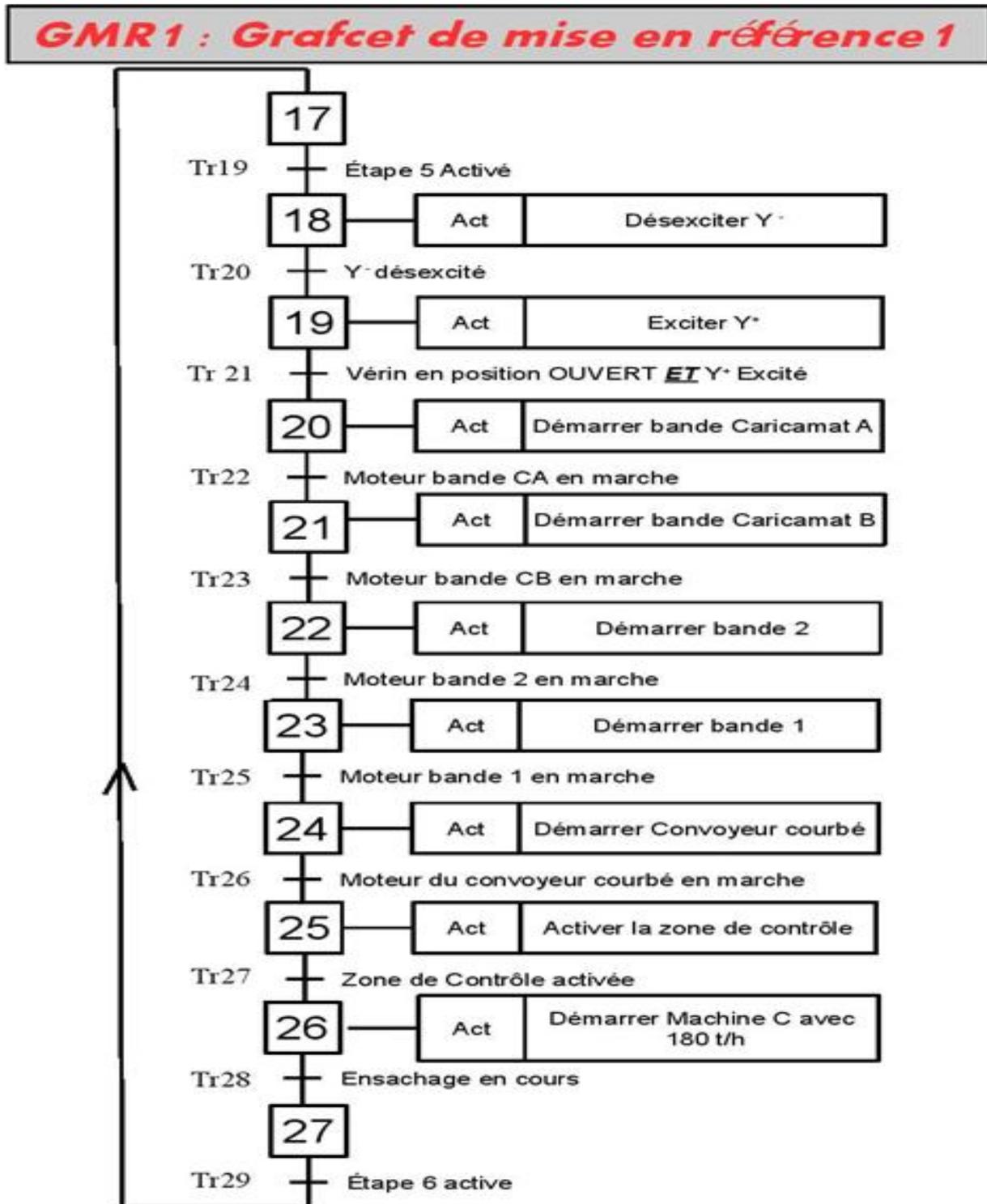


Figure 21: GMR1 – Grafcet de mise en référence 1

c) **GMR2 : Grafcet de mise en référence 2**

Pour mettre notre système dans une position prédéfinie qui permettra l'exécution du cycle dans le cas du MODE A.

GMR2 : Grafcet de mise en référence 2

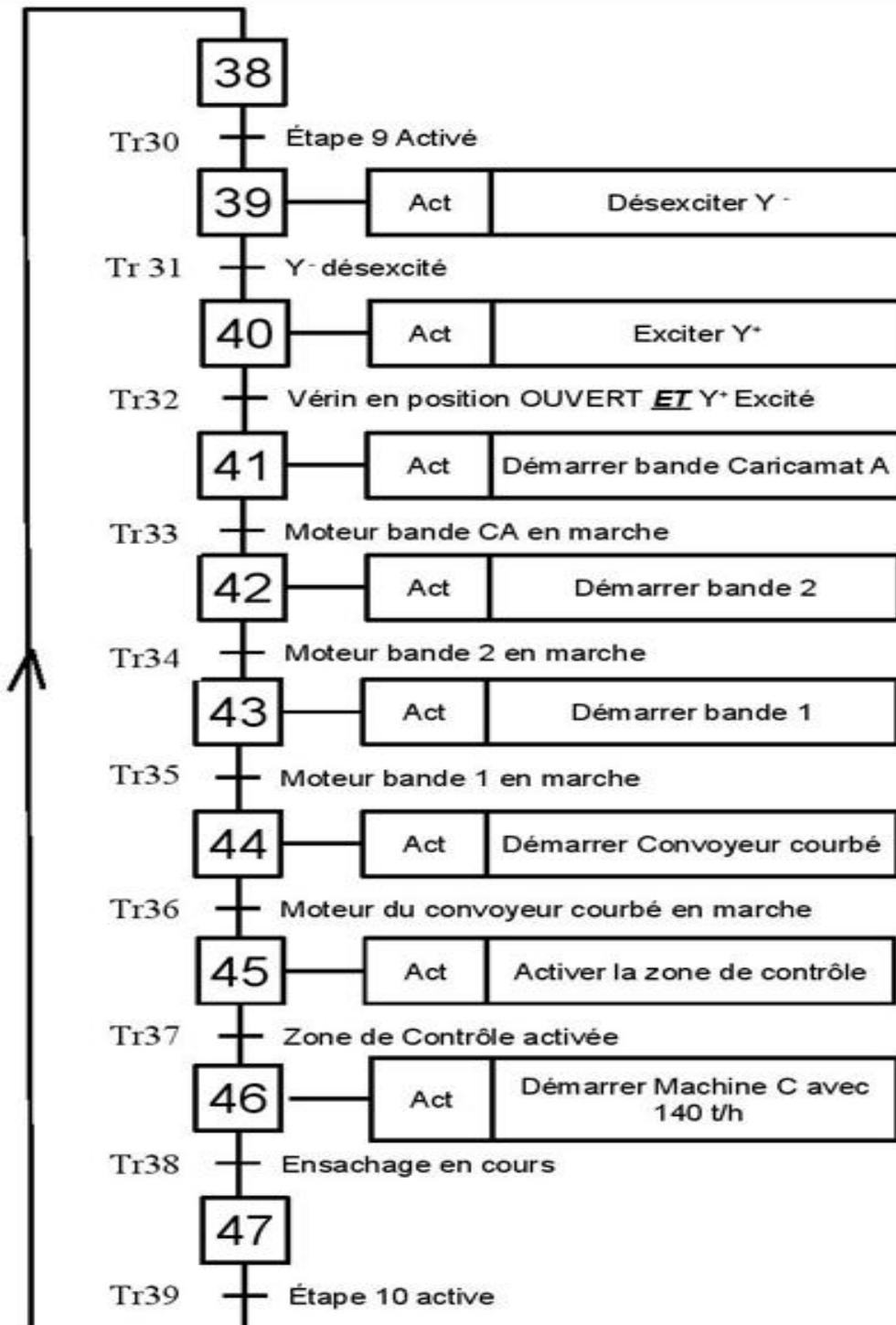


Figure 22: GMR2 – Grafcet de mise en référence 2

d) **GMR3 : Grafcet de mise en référence 3**

Pour mettre notre système dans une position prédéfinie qui permettra l'exécution du cycle dans le cas du MODE B.

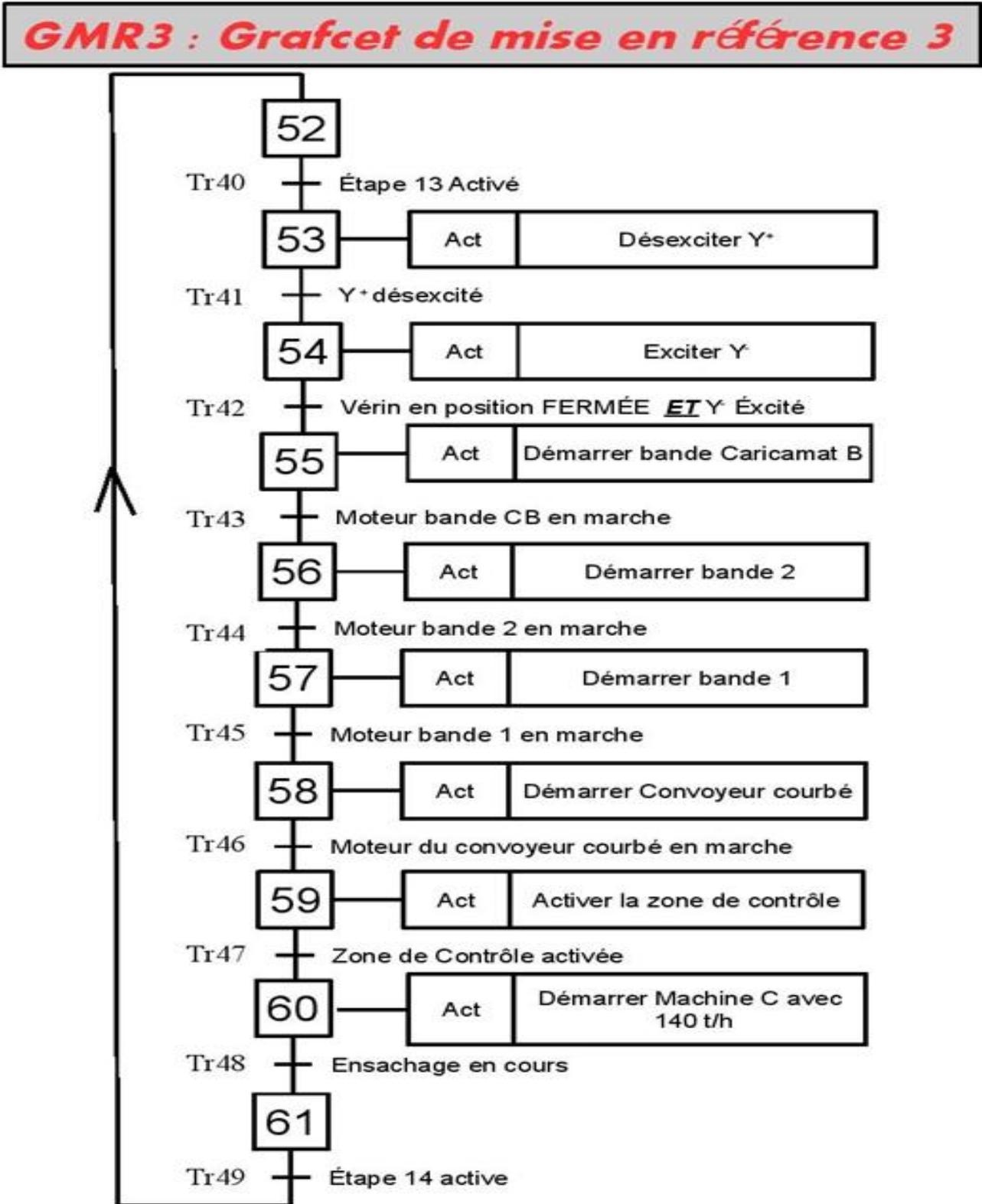


Figure 23: GMR3 – Grafcet de mise en référence 3

- e) GEN1 : Grafcet d'expédition normale 1
 Pour guider le cycle du système en MODE A et MODE B.

**GEN1 : Grafcet d'expédition
 Normale vers Caricamat A et Caricamat B**

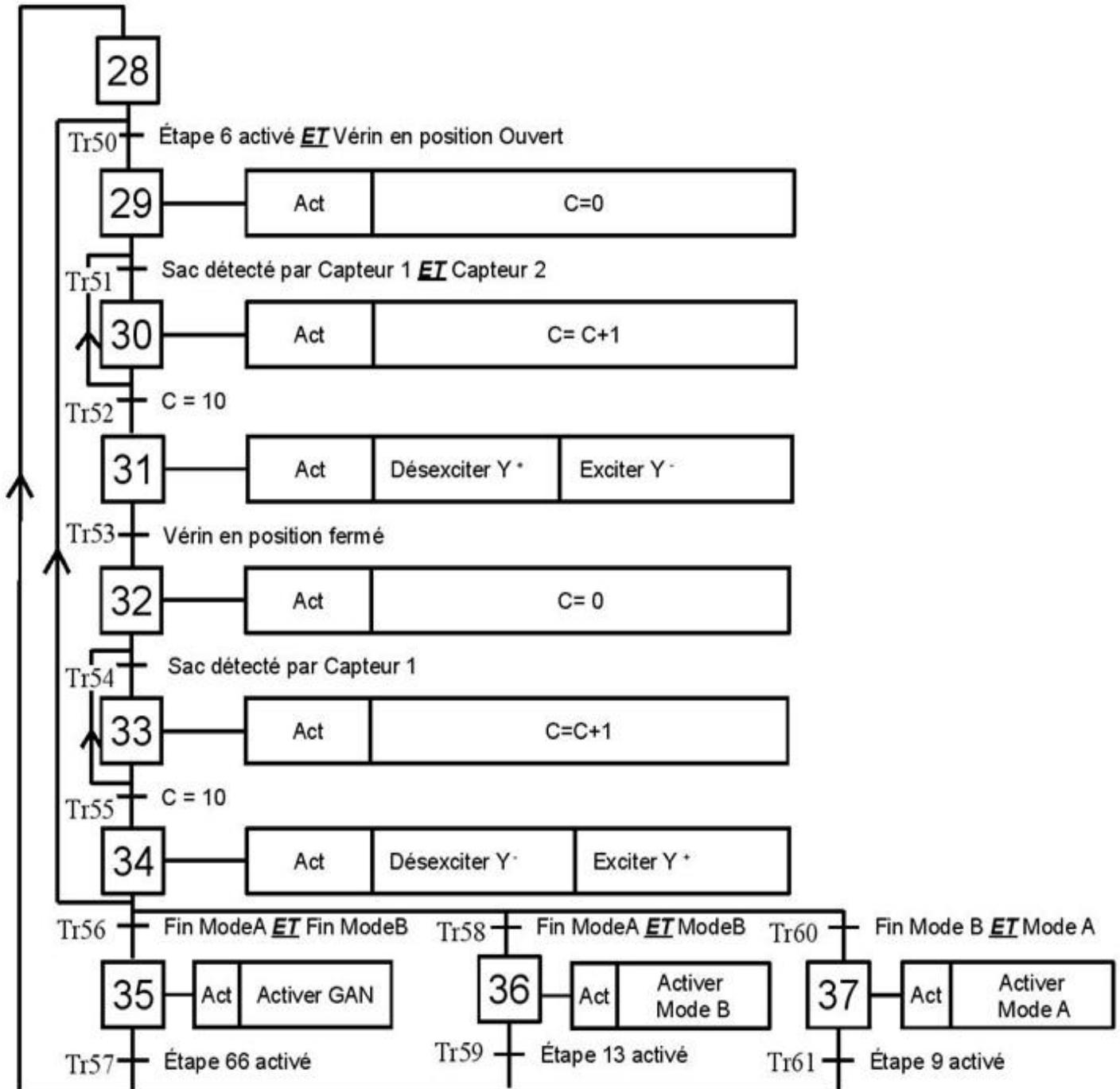


Figure 24: GEN1 – Grafcet d'expédition normale vers caricamat A et Caricamat B

- f) GEN2 : Grafcet d'expédition normale 2
 Pour guider le cycle du système en MODE A.

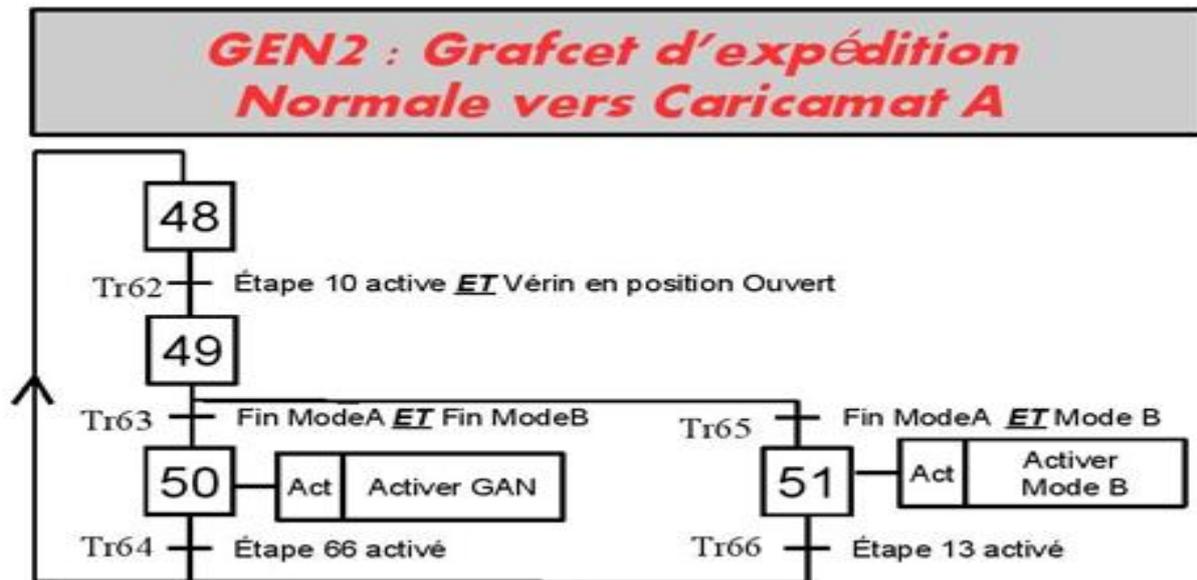


Figure 25: GEN2 – Grafcet d'expédition normale vers caricamat A

- g) GEN3 : Grafcet d'expédition normale 3
 Pour guider le cycle du système en MODE B.

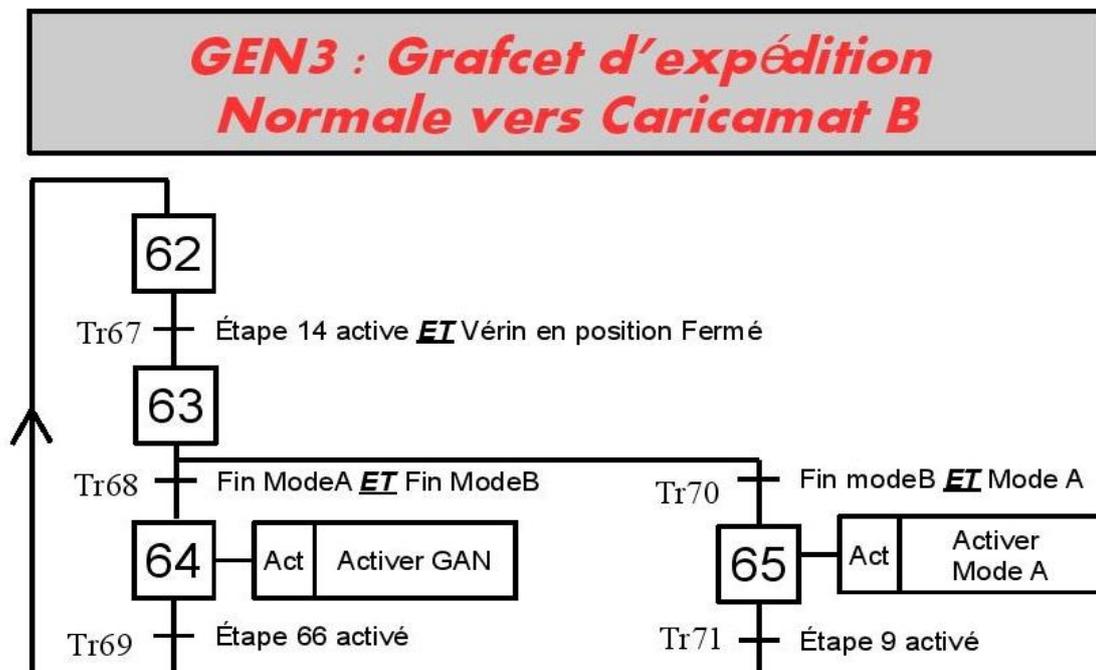


Figure 26: GEN3 – Grafcet d'expédition normale vers caricamat B

ii. Arrêt :

GAN : Grafcet d'arrêt normale

Pour guider l'arrêt du système après avoir effectuer le cycle.

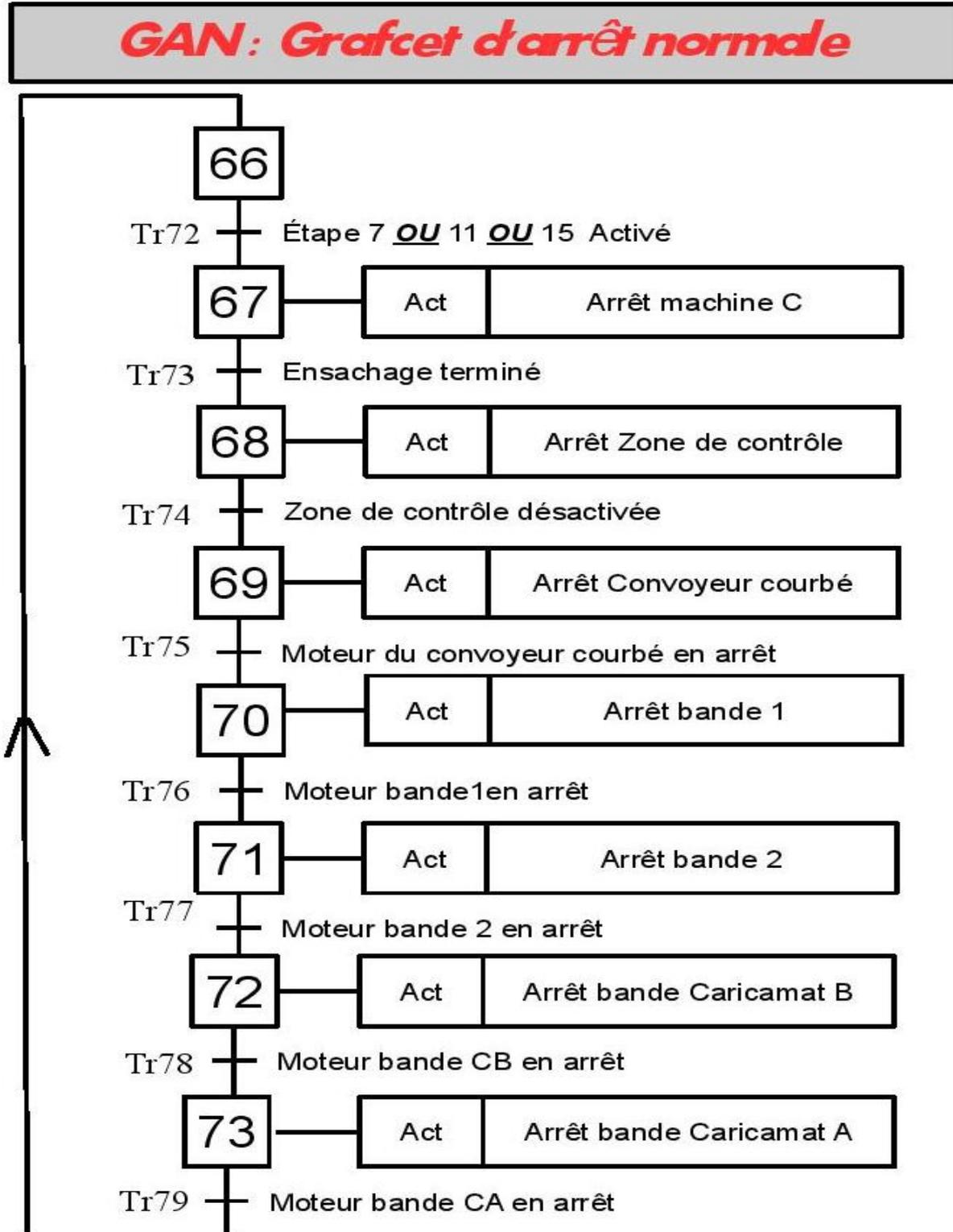


Figure 27: GAN – Grafcet d'arrêt normal

iii. Défaits :

GAU : Grafcet d'arrêt d'urgence

Pour assurer la sécurité de l'automatisme en cas d'arrêt d'urgence. Ce Grafcet représente le niveau hiérarchique le plus élevé. À l'alimentation du programme, nous initialiserons ce Grafcet seulement. Ce dernier par mode de forçage initialisera les autres Grafcet du programme. Nous respecterons les principes hiérarchiques pour les contrôles des programmes.

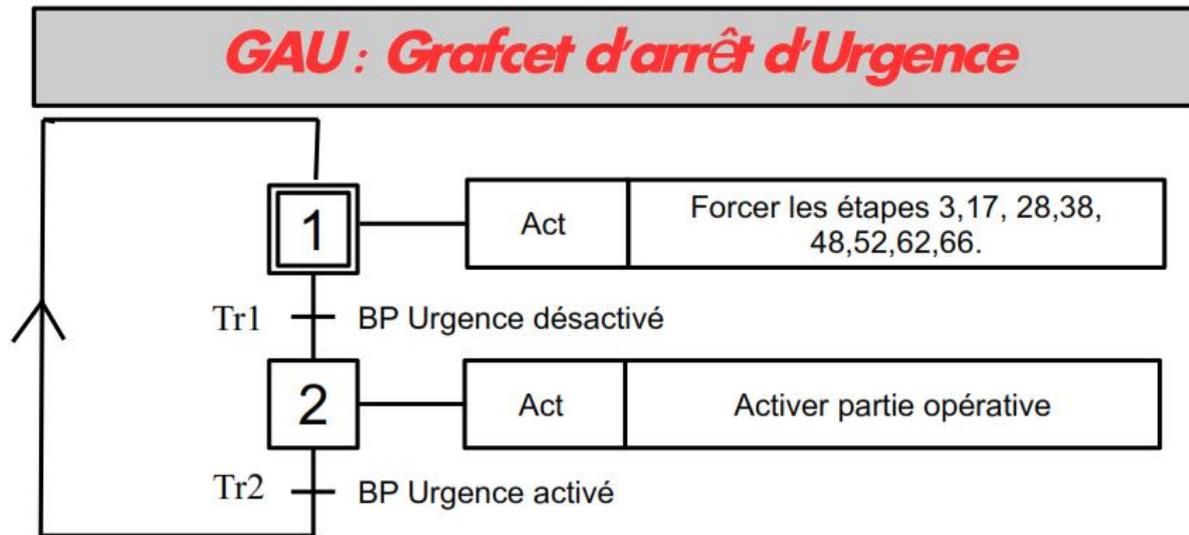


Figure 28: GAU – Grafcet d'arrêt d'urgence

Chapitre 4 :

Analyse

matérielle

1. Machine C : HAVER ROTOSEAL®-PACKER RCC 12



Figure 29: Photo De HAVER ROTOSEAL®-PACKER 12 RCC

a) Données machine :

Longueur	3400 mm
Hauteur	4345 mm
Largeur	3400 mm
Poids	7100 kg
Capacité	2,75 m ³
Débit	max. 3600 Sacs/h
Poids de sac	50 kg

Tableau 6 : Donnée technique sur la machine C

b) Mode de fonctionnement :

La HAVER ROTOSEAL à 12 becs est une ensacheuse rotative ayant un débit nominal de 180t/h. Elle dispose de deux modes de fonctionnement :

- Mode 1: les sachets sont éjectés dans les 12 becs de la machine puis les remplit de ciment jusqu'à atteindre 50 kg - une balance situé au dessous de chaque balance indique le poids du sac - ensuite le sac est éjecté dans la ligne d'expédition.
- Mode 2 : en cas de deux bandes d'évacuation connecté à la machine on peut programmer la machine de sorte les sacs ensachés par les becs paire soit éjecté dans une sortie et ceux des becs impaire dans l'autre.

2. Caricamat AUTOMATIC TRUCK LOADER

La caricamat AUTOMATIC Truck Loader est un dispositif qui permet de charger automatiquement les sacs de ciment dans les camions.

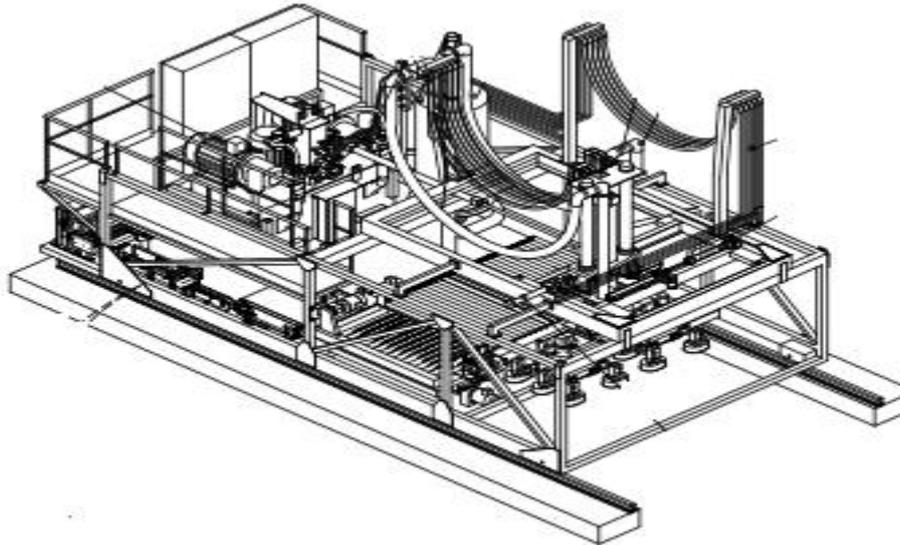
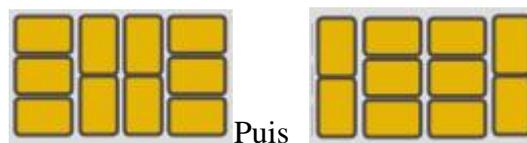


Figure 30: Photo Caricamat AUTOMATIC Truck loader

Le processus de chargement se fait en 4 phases :

- ✓ **Phase 1 : dispositif sac tournant**
Les sacs entrants sont orientés selon la couche devant être formée.
- ✓ **Phase 2 : Un groupe formant semi-couche**
Les sacs sont alternativement regroupés en deux couches partielles:



- ✓ **Phase 3 :**
La ventouse distribue uniformément le vide sur la surface du sac assurant un chargement souple et efficace du sac, en évitant que le sac se déchire ou chute au cours l'opération de manutention.
- ✓ **Phase 4 :**
La tête de chargement ramasse les couches de sac et les place sur la plate-forme de camion. Les couches sont verrouillées pour assurer la stabilité à l'empilement.

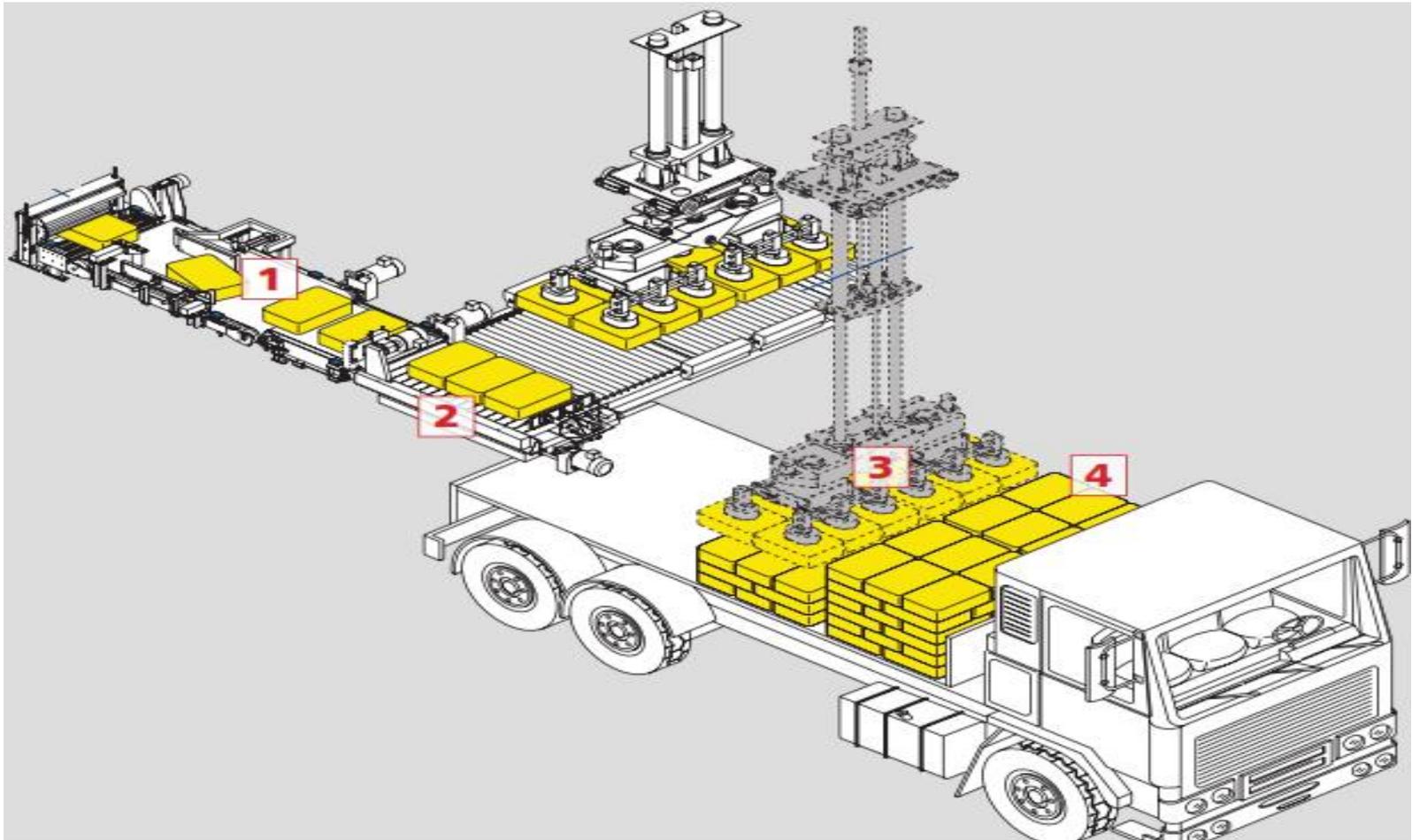


Figure 31: les phases de chargement d'une Caricamat AUTOMATIC Truck loader

3. Bandes transporteuses:

Les Bandes transporteuses sont des dispositifs qui permettent l'expédition des sacs depuis la machine ensacheuse jusqu'aux Caricamats.



Figure 32: photo d'une bande transporteuse

Elles disposent aussi de moteur- réducteur monophasé, ceci est une figure de la ligne Machine C- Caricamat A&B avec les plaques signalétique des moteurs-réducteurs des bandes :

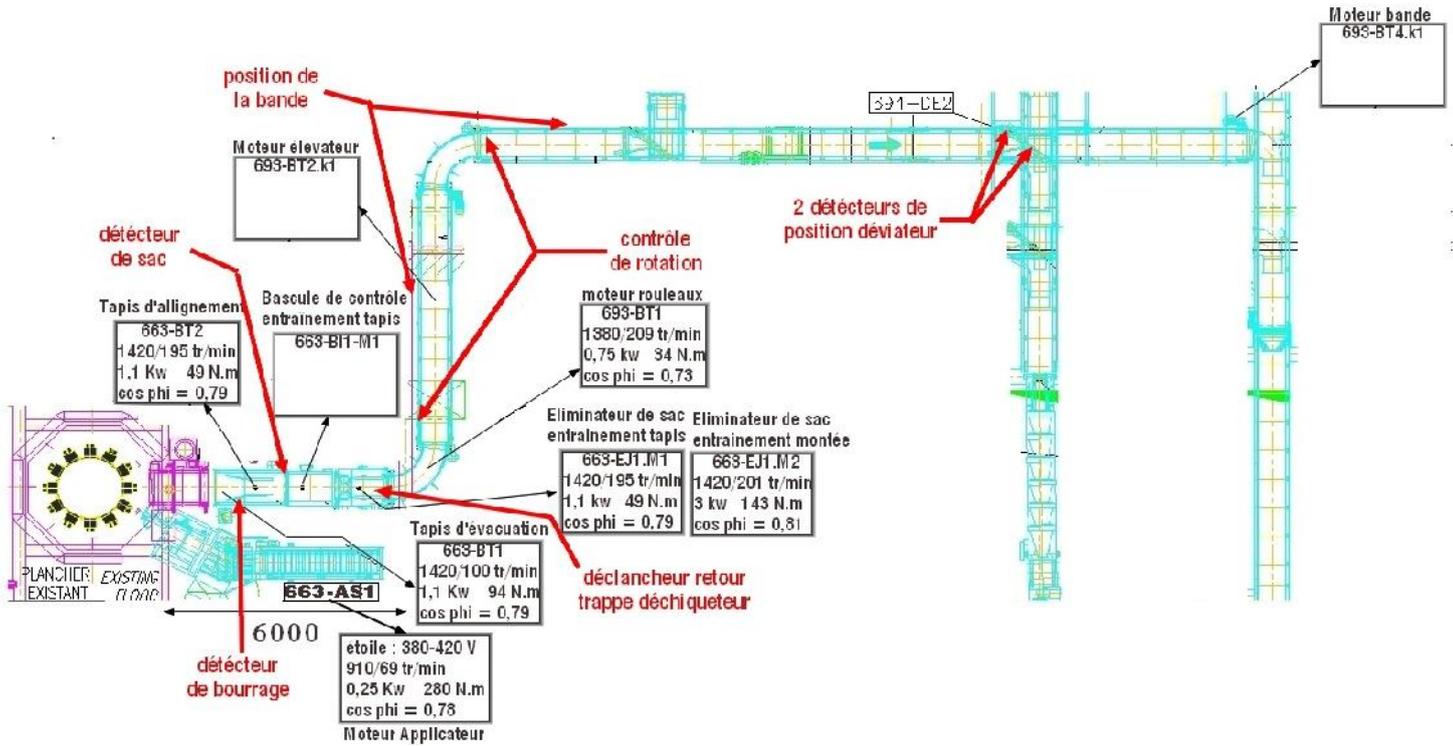


Figure 33: Schéma de la ligne Machine C – Caricamat A&B avec les détails des moteurs-réducteurs

4. Vérin double-effet :

Vu que l'énergie pneumatique est fortement utilisée dans l'atelier et l'existence de source d'air au préalable on a opté pour utiliser un vérin pneumatique à double effet. Le vérin sera commandé par un distributeur bistable 4/2 qui sera connecté à l'air à travers des compresseurs.

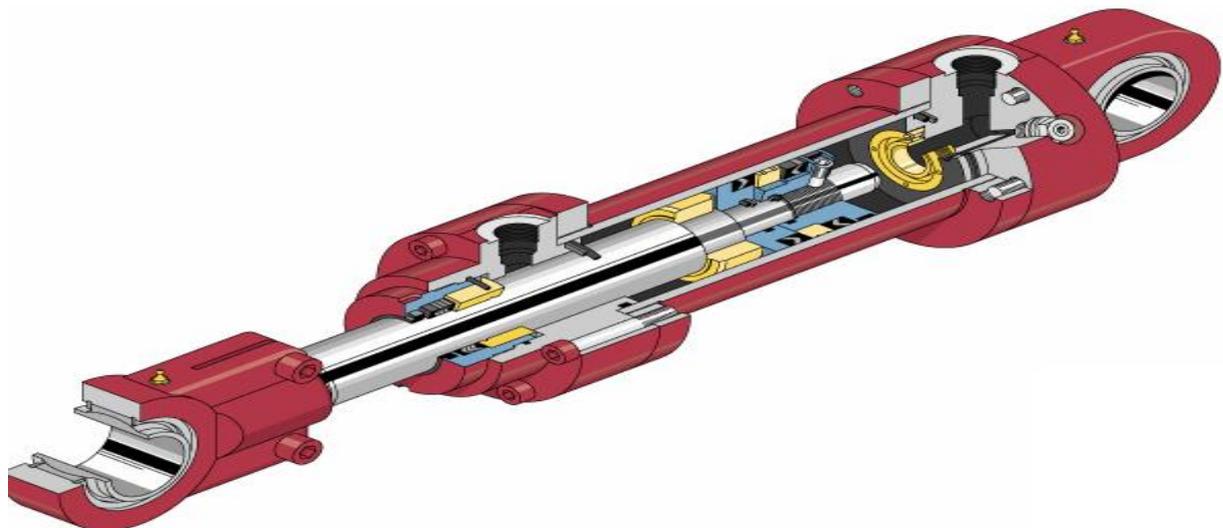


Figure 34: Photo d'un vérin pneumatique à double effet

- **Caractéristiques et dimensionnement du vérin :**

Le vérin utilisé doit être de double effet équipé de deux fin de course ainsi que deux capteurs de position (position fermé et position ouvert). La charge que doit actionner ce vérin est de l'ordre de 8000N et sa course devra être égale à 1m.

Pour dimensionner le diamètre du vérin on utilise le diagramme suivant :

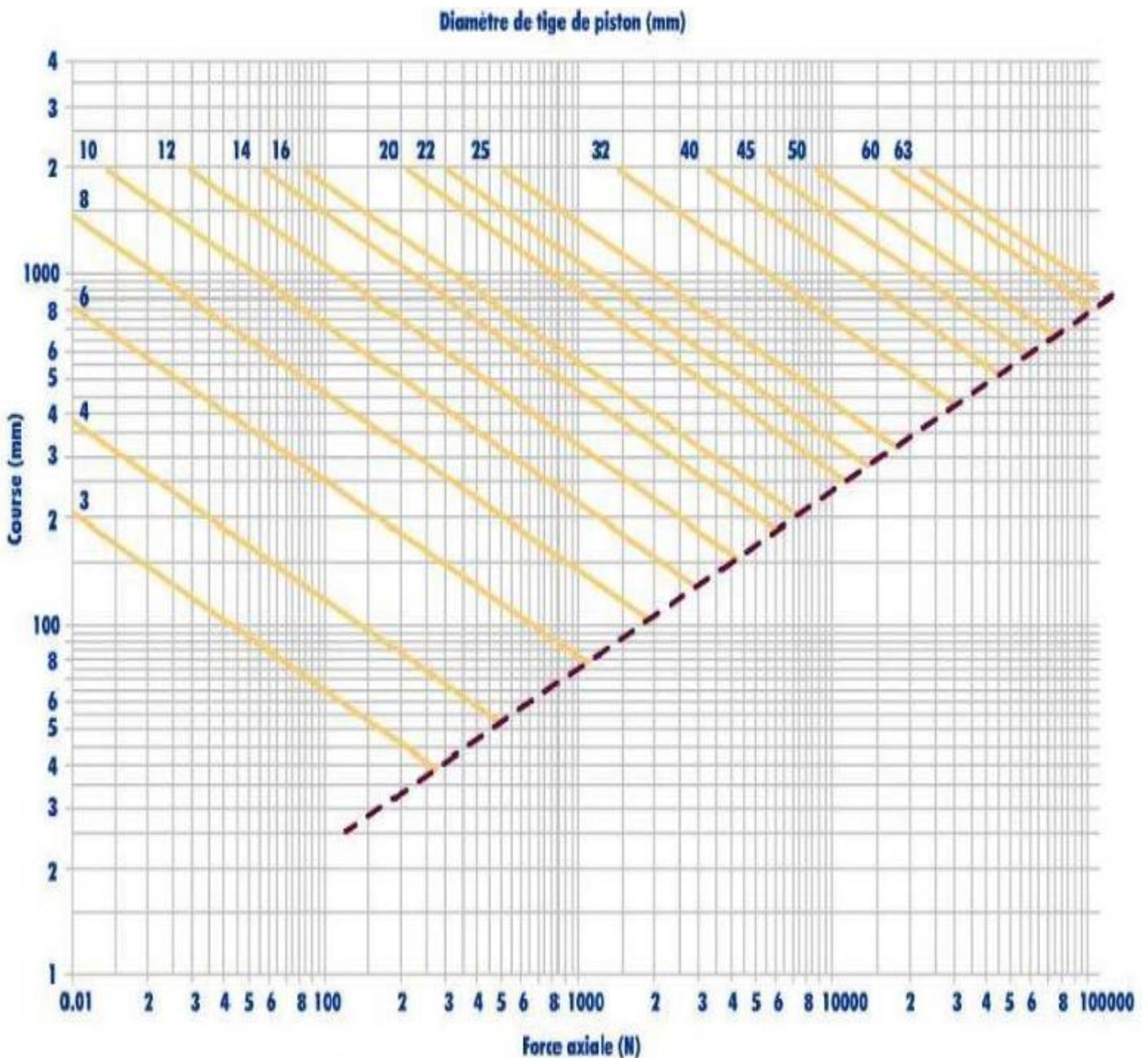


Figure 35: Diagramme du dimensionnement du vérin pneumatique à double effet

Donc pour une charge de 8000N et une course de 1000mm le **diamètre** devrait être au moins de l'ordre de **20mm**.

• **Vérins normalisés CRDNG:**

Après avoir effectué quelque recherche sur les vérins disponible en marchée, On a opté à choisir le vérin normalisés CRDNG qui a pour caractéristique :

Type	 Vérin normalisé CRDNG, CRDNGS
Mode de fonctionnement	à double effet
Ø de piston	32 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 80 mm, 100 mm, 125 mm
Force théorique sous 6 bar à l'avance	483 ... 7363 N
Course	10 ... 2000 mm
Amortissement	PPV : amortissement pneuma- tique réglable des deux côtés
Description	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 15552 (ISO 6431, VDMA 24562) • Résistance à la corrosion pour utilisation en environnement agressif • Conception facile à nettoyer • Fixation par filetage, fixation par accessoires • Rainure pour capteurs de position

Tableau 7 : Donnée technique Le vérin normalisé CRDNG

Dans notre cas Nous Allons choisir le modèle avec un diamètre de **32mm**, une force théorique de **7000N** et une course de **1000 mm**.

- **Le distributeur bistable 4/2 :**

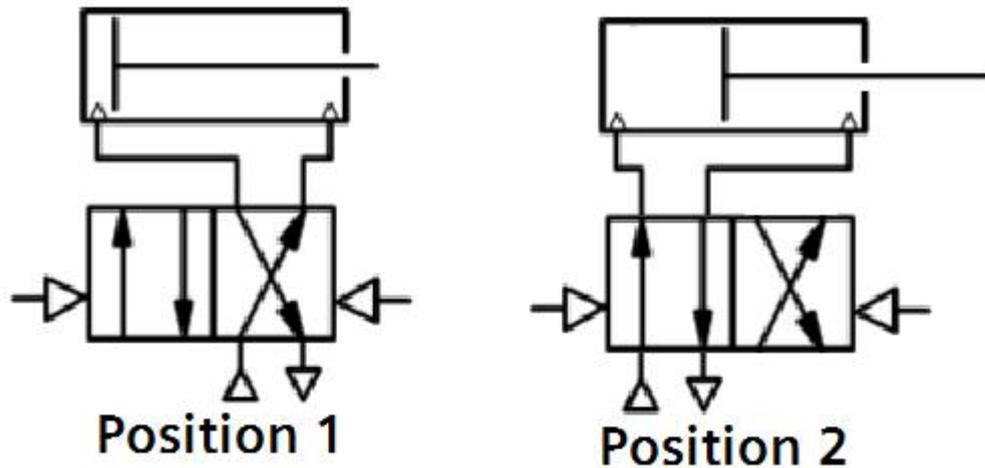


Figure 36 : Fonctionnement d'un vérin pneumatique à double effet avec un distributeur bistable 4/2

Il dispose de deux positions stables :

- ✓ **Position 1 :** L'alimentation de la bobine Y+ du distributeur provoque la sortie de la tige du vérin.
- ✓ **Position 2 :** En alimentant Y-, la pression pneumatique fait rentrer la tige du vérin.

5. Capteur photoélectrique :

Un capteur photoélectrique est un capteur de proximité. Il se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation d'un faisceau lumineux. Le signal est amplifié pour être exploité par la partie commande. Il existe trois grands types de détection :

- Détection par barrage.
- Détection par système de réflexion.
- Le système de proximité.

La détection par réflexion se fait quand l'objet à détecter coupe un faisceau lumineux situé entre l'émetteur et le récepteur.

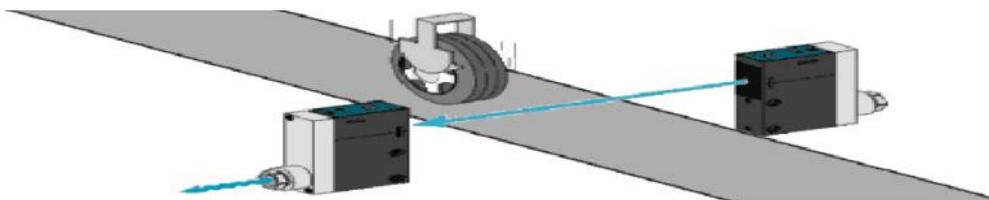


Figure 37: Photo d'un détecteur par réflexion

Pour Notre solution, on a choisi d'utiliser des capteurs de même type que ceux dont dispose l'atelier actuellement : **W24-2, Détecteur reflex, Élimination d'arrière-plan.**

Principe du capteur/de détection	Détecteur reflex, Élimination d'arrière-plan
Dimensions (l x H x P):	27 mm x 87,5 mm x 65 mm
Format du boîtier (émission de lumière)	Rectangulaire
Portée, maximum	100 mm ... 1.200 mm
Type d'émetteur lumineux	Lumière rouge visible
Emetteur	LED
Temps	Retard à l'enclenchement Retard au déclenchement
Temporisation	Réglable sur le sélecteur d'échelles de temps: 0,5 ... 10 s
Réglage	Potentiomètre
Taille du spot lumineux (distance)	Ø 40 mm (1.200 mm)

Tableau 8 : Donnée technique sur W24-2

6. Automate Siemens 300:

Le S7-300 est l'automate conçu pour des solutions dédiées au système manufacturier et constitue à ce titre une plate-forme d'automatisation universelle pour des applications avec des architectures centralisées et décentralisées. L'innovation est permanente et se manifeste par exemple dans le développement continu de la gamme des CPU (microprocesseur) avec entre autres des nouveaux modèles orientés sécurité, ou avec interface Ethernet/PROFINET intégré.



Figure 38: photo Automate Siemens 300

- **Caractéristiques techniques de l'API S7 300 Siemens:**

- Possède 24 sortes de CPU standards : avec interface Ethernet/PROFINET intégrée
- CPU compactes avec fonctions technologiques et périphérie intégrées
- Modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions et du diagnostic.
- Modules pour emploi dans des zones à atmosphère explosive
- Simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules au modulo 32 permettent un gain de place appréciable dans les armoires électriques.

- **Avantages avec l'API S7 300 Siemens:**

- Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration.
- Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché est utilisable en architecture centralisée ou décentralisée, réduisant grandement le stock de pièces de rechange.
- Une large gamme de CPU adaptée à toutes les demandes de performances pouvant obtenir des temps de cycle machines courts.
- Une partie de la gamme est déclinée en version SIPLUS :
- Une large plage de température de -25 °C à +60 °C
- Une meilleure tenue aux sollicitations mécaniques
- Une résistance à la pollution par des gaz nocifs et des poussières
- Une très bonne résistance à l'humidité de l'air
- Une condensation admissible augmentée grâce à un revêtement spécial.

7. Logiciel Step7:

SIMATIC STEP7 est le logiciel de programmation le plus connu au monde et le plus utilisé dans le domaine de l'automatisation industrielle.

7.1. Constitution d'un projet sur Step7 :

Un projet est constitué d'objets de base qui sont :

- Configuration matérielle: module d'alimentation, unité centrale, unité de communication, modules entrée est sortie.
- Bloc: la partie dans laquelle on peut programmer l'automate en différents langages (contacts, liste, logique).

- L'application S7-PLCSIM vous permet de simuler le fonctionnement d'un automate programmable S7. Elle permet de tester les programmes de commande à partir de S7-PLCSIM sans devoir se connecter à du matériel S7.

7.2.Applications disponibles :

Le logiciel de base donne accès aux applications suivantes :

- SIMATIC Manager: Application centrale qui sert d'interface graphique avec toutes les autres applications disponibles.
- HW Config : Configuration de l'ensemble du matériel d'une installation.

7.3.Langage de programmation :

Pour créer des programmes en Step7, on a le choix entre 3 langages. Soit par :

- Langage à contacts(CONT) pour l'habitué des schémas électriques.
- Langage par liste d'instructions (LIST) pour les informaticiens.
- Langage par logigramme(LOG) pour les spécialistes des circuits où le programmeur préfère les opérations logiques.

7.4.Mode d'emploi :



Figure39: Mode D'emploi De Step 7

7.5. Adressage des entrées et sorties au niveau de l'automate :

- Pour adresser les entrées on utilise le symbole E suivi de la rangée d'octets et à la fin le numéro de bits. (Ex : E1.5)
- Pour adresser les sorties on utilise le symbole A suivi de la rangée d'octets et à la fin le numéro de bits. (Ex : A8.0)
- Pour adresser les bits internes on utilise le symbole M suivi de la rangée d'octets et à la fin le numéro de bits. (Ex : M0.5).

7.6. Configuration matérielle :

SIEMENS possède une large gamme de processeur, alimentation, module d'entrée et de sortie. Dans ce cas, il est primordial de bien choisir le matériel utilisé en fonction des capteurs, pré-actionneurs, taille du programme, capacité et vitesse de travail,.... En effet, on va montrer ci après les différentes étapes.

7.6.1. Choix du support :

On peut comparer ce dernier comme le châssis de l'automate, on va mettre dessus le module d'alimentation, le microprocesseur, le module de connexion entre automates (réseaux) et les modules d'entrées et de sorties.

7.6.2. Choix de l'alimentation :

Il y a quelques critères de choix qui s'applique à l'alimentation selon la tension d'alimentation de l'automate et des modules, la tension de sortie des modules, l'intensité de sortie délivrée par module.

7.6.3. Choix du microprocesseur :

Ce dernier possède une vitesse et une capacité de travail. En effet, un nombre important de module implique l'utilisation d'un microprocesseur plus rapide et plus puissant. Néanmoins, il ne faut pas oublier la capacité du mémoire de travail de ce dernier qui influe considérablement sur ses performances de travail.

7.6.4. Choix du module de connexion :

On peut choisir les paramétrages réseaux entre plusieurs machines via des connecteurs PROFIBUS ou des connecteurs pour réseaux plus structurés et longues qui sont les connecteurs PROFINETS. (Facultatif)

7.6.5. Choix des modules d'entrées :

La nature de l'entrée peut être analogique ou numérique. Le nombre d'entrée varie selon les paramètres considérés. Un module numérique reçoit des données de types TOR (tout ou rien) et travaille par rangée d'octet (1 ou 2 octets) ; par contre un module analogique travaille avec une manière un peu plus différente et requiert l'utilisation d'un convertisseur analogique/numérique (12 à 14 bits d'entrées). Dans la plupart des cas, on tient compte aussi des conditions extérieures influant le choix du module.

7.6.6. Choix du/des module(s) de sorties :

De même, la nature de la sortie aussi peut être analogique ou numérique. La tension de commande varie de 24 à 120 volts et généralement, le nombre de sortie se fait par octet ou groupe d'octets.

7.7. PROGRAMMATION EN LADDER :

7.7.1. Conversion du Grafcet en Ladder :

. Pour ce faire il faut passer par 3 étapes :

- Etape 1: calcul des transitions.
- Etape 2: évolution des états (active, inactive) des étapes.
- Etape 3: calcul des sorties.

7.7.2. Les contacts usuels :

a. Contact à fermeture :



Le contact est fermé si la valeur du bit interrogé sauvegardée en **<opérande>** égale à 1. Le courant traverse le contact et l'opération fournit un résultat logique (RLG : résultat logique) égal à 1.

En revanche, si l'état de signal en **<opérande>** est 0, le contact est ouvert : aucun courant ne le traverse et l'opération fournit un résultat logique égal à 0.

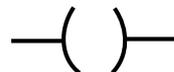
b. Contact à ouverture :



Le contact est fermé si la valeur du bit interrogé sauvegardée en **<opérande>** égale à 0. Le courant traverse le contact et l'opération fournit un résultat logique (RLG) égal à 1.

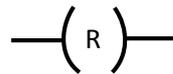
En revanche, si l'état de signal en **<opérande>** est 1, le contact est ouvert : aucun courant ne le traverse et l'opération fournit un résultat logique égal à 0.

c. Bobine de sortie :



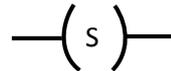
Cette opération fonctionne comme une bobine dans un schéma à relais. Si l'énergie atteint la bobine (RLG = 1), le bit en **<opérande>** est mis à 1. Si l'énergie n'atteint pas la bobine (RLG = 0), le bit en **<opérande>** est mis à 0. On ne peut placer une sortie qu'à l'extrémité droite d'un trajet de courant.

d. Mettre à 0 :



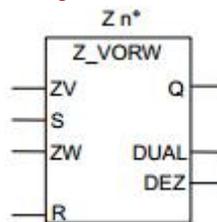
Cette opération ne s'exécute que si le RLG des opérations précédentes a la valeur 1 (Flux d'énergie à la bobine). Si l'énergie atteint la bobine (RLG égale 1), l'opération met l'<opérande> précisé de l'élément à 0. Si le RLG égale 0 (pas de flux d'énergie à la bobine), l'opération n'a pas d'effet : l'état de signal de l'opérande indiqué de l'élément reste inchangé.

e. Mettre à 1 :



Cette opération ne s'exécute que si le RLG des opérations précédentes a la valeur 1 (flux d'énergie à la bobine). Dans ce cas, l'<opérande> précisé de l'élément est mis à 1. Si le RLG égale 0, l'état de signal en cours de l'opérande précisé de l'élément reste inchangé.

f. Z_VROW : Paramétrage et Compteur d'incrémentation



Un front montant à l'entrée S de cette opération initialise le compteur à la valeur figurant dans l'entrée ZW.

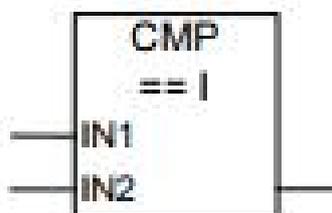
Un 1 à l'entrée R remet le compteur, et donc la valeur de comptage, à zéro.

Le compteur est incrémenté d'une unité si l'état de signal à l'entrée ZV passe de 0 à 1 - front montant - et que la valeur du compteur est inférieure à 999.

Si le compteur est mis à 1 et si le RLG = 1 à l'entrée ZV, le compteur compte de la même manière dans le cycle suivant, même si aucun changement de front n'a eu lieu.

L'état de signal de la sortie Q est à 1 lorsque la valeur de comptage est supérieure à 0 ; il est à 0 lorsque la valeur de comptage est égale à 0.

g. CMP==I : Comparer entiers de 16 bits



Cette opération que vous pouvez utiliser et placer comme un contact normal compare les entrées IN1 et IN2 selon le type de comparaison que vous avez sélectionné.

Si la comparaison est vraie, le résultat logique (RLG) est 1. Ce résultat est combiné au RLG du trajet de courant entier selon ET si l'élément de comparaison est utilisé en série ou selon OU s'il est utilisé en parallèle.

7.7.3. Les blocs de code :

Step 7 utilise plusieurs blocs pour hiérarchiser les appels des fonctions d'exécution. On peut citer :

- ❖ Les blocs d'organisations
- ❖ Les blocs fonctionnels
- ❖ Les blocs fonctions.
- ❖ Les blocs de données d'instance.

Si la taille du programme n'est pas volumineuse, on peut utiliser seulement 2 types de blocs qui sont les blocs d'organisation et les blocs fonctions.

a. Les OB : Blocs d'organisation :

Déterminent la structure du programme utilisateur. Les OB sont directement appelés par le système d'exploitation de la CPU en réaction à un événement (à condition toutefois de les avoir programmé et insérés dans l'automate). Ils contiennent en général peu d'instructions, essentiellement des appels de blocs fonctionnels ou blocs fonctions.

b. Les FB et FC : Blocs fonctions et Blocs fonctionnels :

- Ce sont des fonctions écrites en LIST, CONTACT ou LOGIGRAMME.
- Ils peuvent recevoir des paramètres d'entrées de sorties
- On peut y déclarer des variables locales temporaires
- Les blocs FB peuvent contenir des variables statiques qui sont sauvegardés dans un DB d'instance. Contrairement aux FC, les FB sont des blocs avec mémoire, les paramètres transmis aux FB sont sauvegardés dans un bloc de donnée d'instance.



c. Les blocs de données d'instance :

Les blocs de données d'instance sont affectés au FB/SFB au moment de l'appel du bloc. Ils sont générés automatiquement lors de la compilation. Les DB d'instances, servent à sauvegarder le contexte d'un FB entre 2 appels (les paramètres).

7.7.4. Hiérarchie des blocs :

Le bloc d'organisation a le plus haut niveau hiérarchique et il peut appeler les blocs fonctions ou bloc fonctionnels. Néanmoins, les 2 autres blocs de niveaux plus faibles peuvent s'appeler entre eux.

Chapitre 5 :

Phase de réalisation du projet

1. Création du projet et configuration matérielle:

Après avoir créé un Projet que j'ai nommé PFE, j'insère une station SIMATIC 300 :

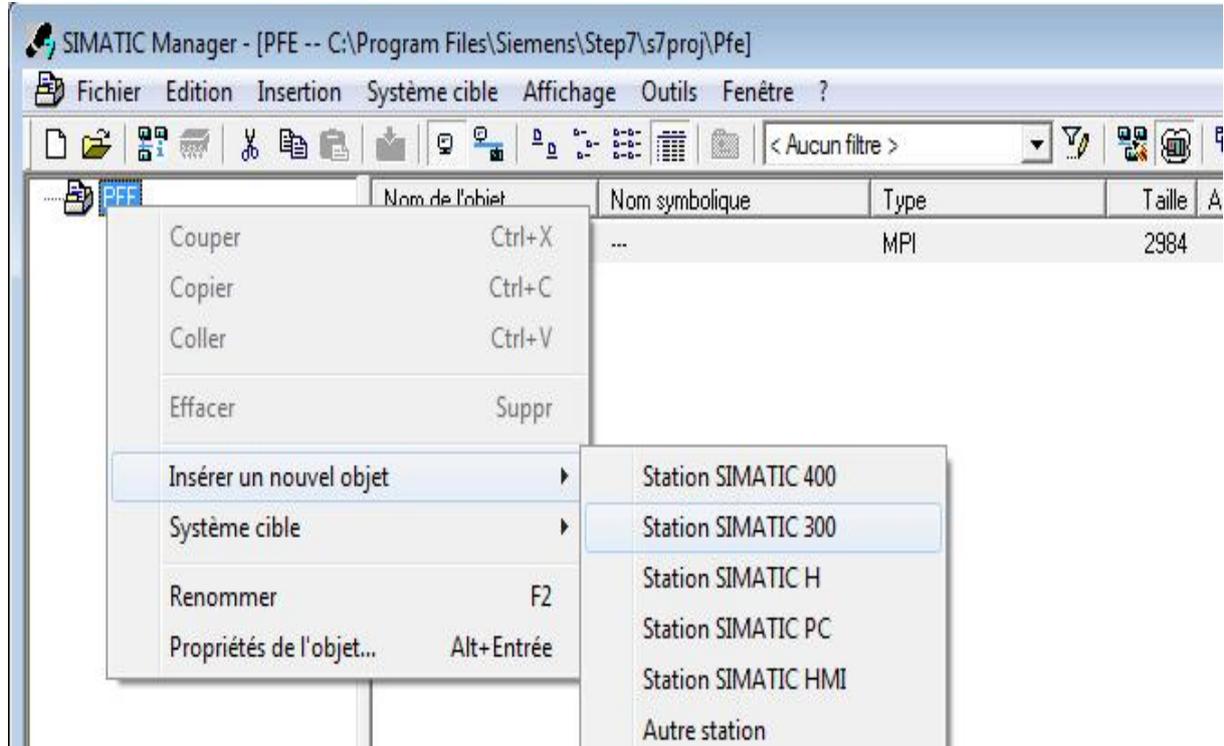


Figure 40: création du projet

Puis je procède à la configuration matérielle de mon projet :

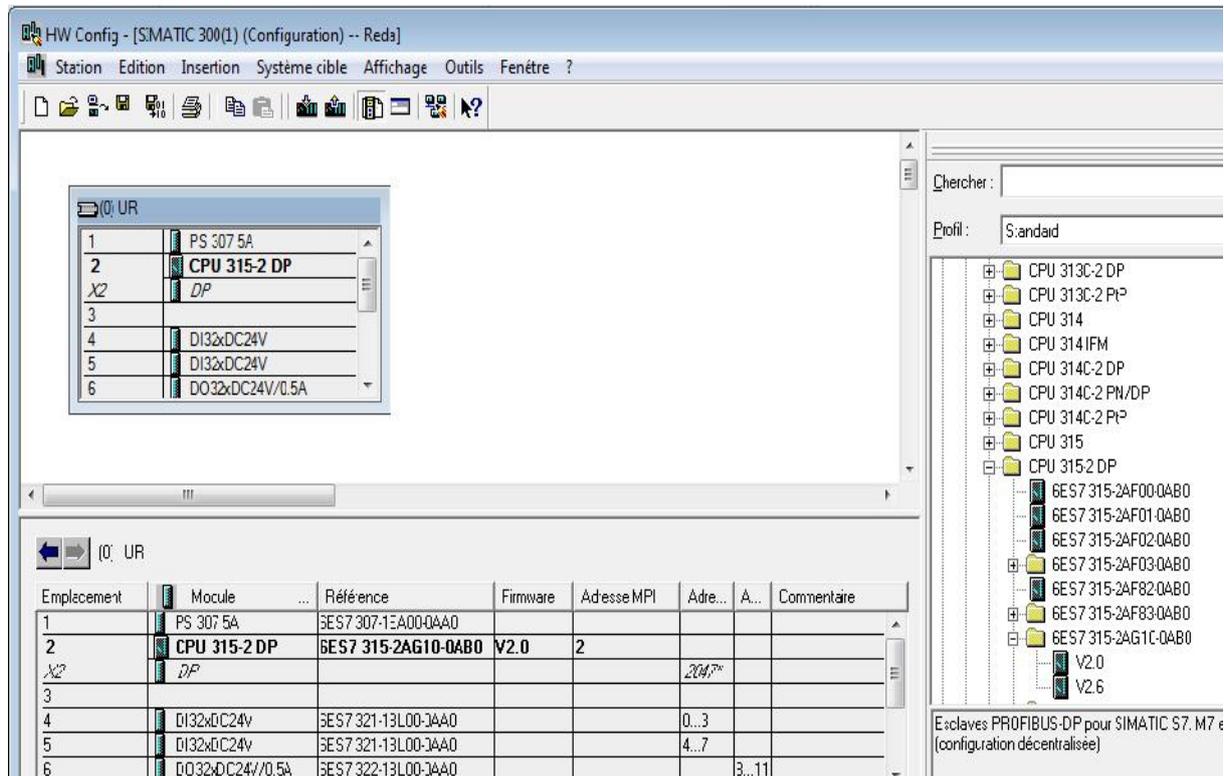


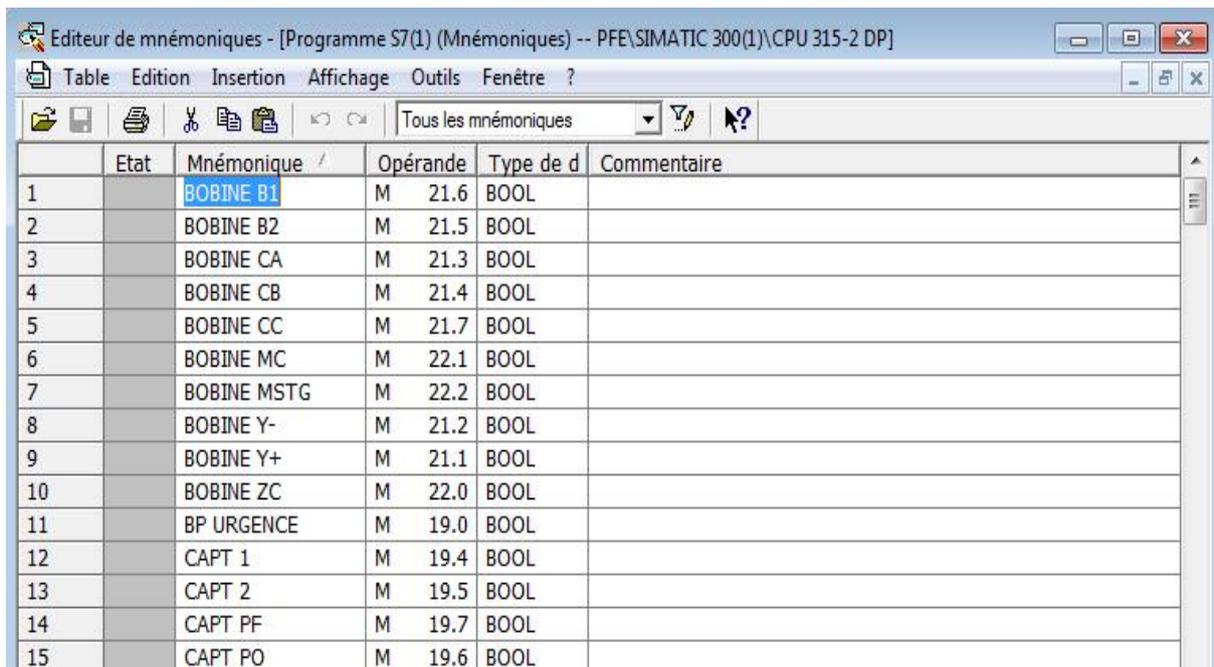
Figure 41: Configuration matérielle

La configuration choisie est comme suit :

- Profilé support : **Rack 300**
6ES7 390-1
- Alimentation : **PS 307 10A**
6ES7 307-1EA01-0AA0
Alimentation externe 120/230 V
- Processeur : **CPU 315-2 DP**
6ES7 315-2AG10-0AB0
Mémoire de travail 128 Ko; 0,1ms/kinst;
Port MPI+ DP (maître ou esclave DP);
Configuration multi rangée jusqu'à 32 modules;
Échange de données direct (émetteur et récepteur), équidistance, routage,
communication S7 (FB/FC chargeables);
- Module d'entrée : **SM 321 DI 32 x DC 24V**
6ES7 321-1BL80-0AA0
Module de 32 entrées TOR, 24 V, par groupes de 32, conditions climatiques élargies
- Module de sortie : **SM 322 DO 16 x DC 24V/0,5A**
6ES7 322-1FL00-0AA0
Module de sorties TOR 32DO 120-230V AC/1A, par groupes de 8

2. Table de la mnémonique :

Afin de traduire le Grafcet niveau 2 en Ladder, il est nécessaire de dresser une table des adresse affectées aux entrées, sorties et bits internes tout au long de notre programme et de l'insérer dans la mnémonique du projet :



	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		BOBINE B1	M 21.6	BOOL	
2		BOBINE B2	M 21.5	BOOL	
3		BOBINE CA	M 21.3	BOOL	
4		BOBINE CB	M 21.4	BOOL	
5		BOBINE CC	M 21.7	BOOL	
6		BOBINE MC	M 22.1	BOOL	
7		BOBINE MSTG	M 22.2	BOOL	
8		BOBINE Y-	M 21.2	BOOL	
9		BOBINE Y+	M 21.1	BOOL	
10		BOBINE ZC	M 22.0	BOOL	
11		BP URGENCE	M 19.0	BOOL	
12		CAPT 1	M 19.4	BOOL	
13		CAPT 2	M 19.5	BOOL	
14		CAPT PF	M 19.7	BOOL	
15		CAPT PO	M 19.6	BOOL	

Figure 42: Mnémonique du projet

(NB : Pour plus de détail veuillez consulter l'annexe)

3. Grafctet niveau 1 :

Après avoir dressé la table de la mnémorique nous convertissons le Grafctet niveau 2 en Grafctet Niveau 2 à l'aide des adresses affectées.
Ceci est un exemple du Grafctet niveau 1 :

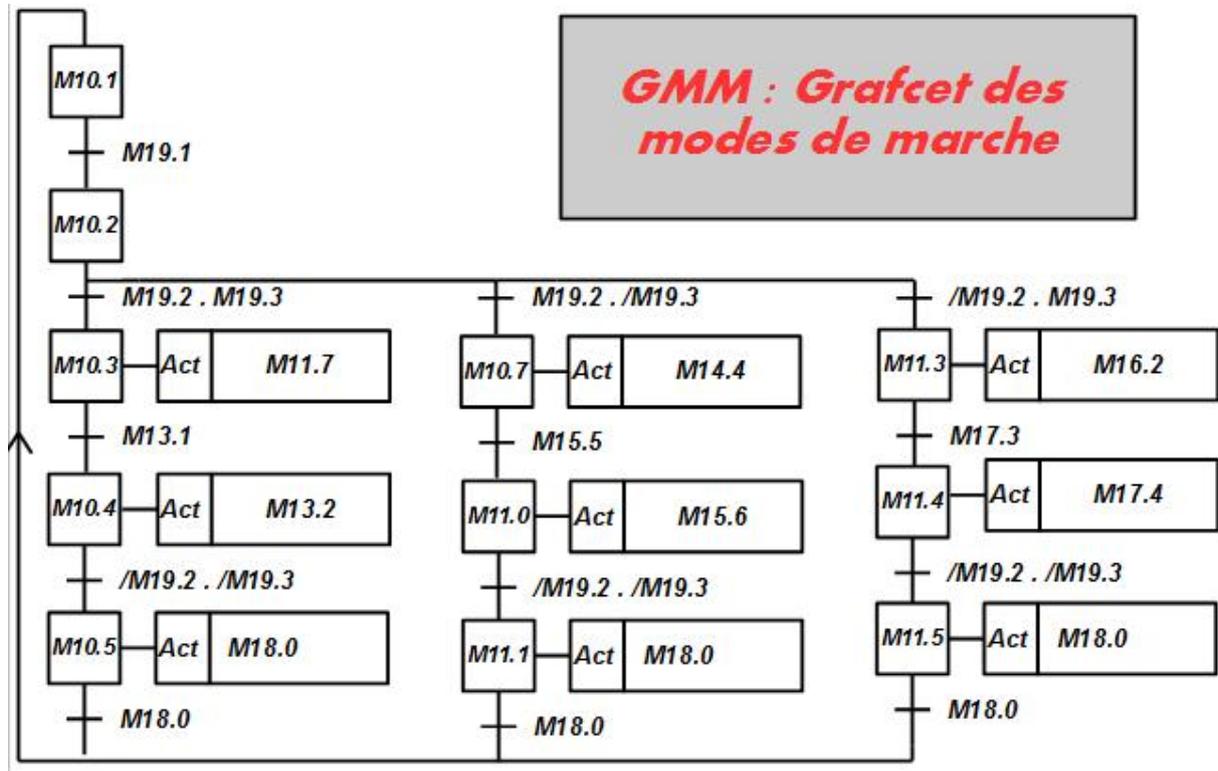
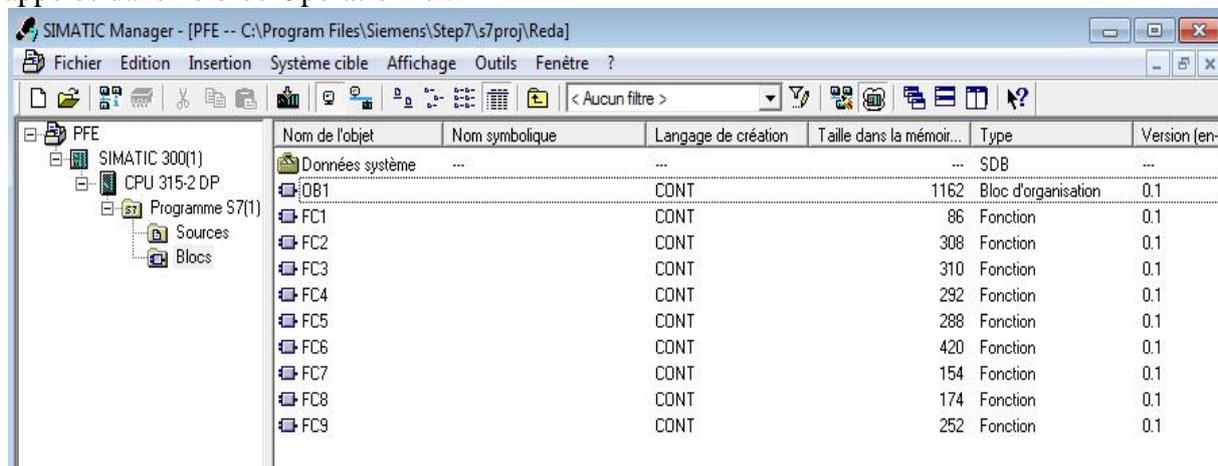


Figure 43: GMM niv 1

(NB : Pour voir les autres Grafctet niveau 1 veuillez consulter l'annexe)

4. Programmation du Grafctet niveau 1 en Ladder :

Nous avons tout d'abord programmé les différents Grafctet dans des fonctions FC puis on les a appelés dans le bloc Opérationnel.

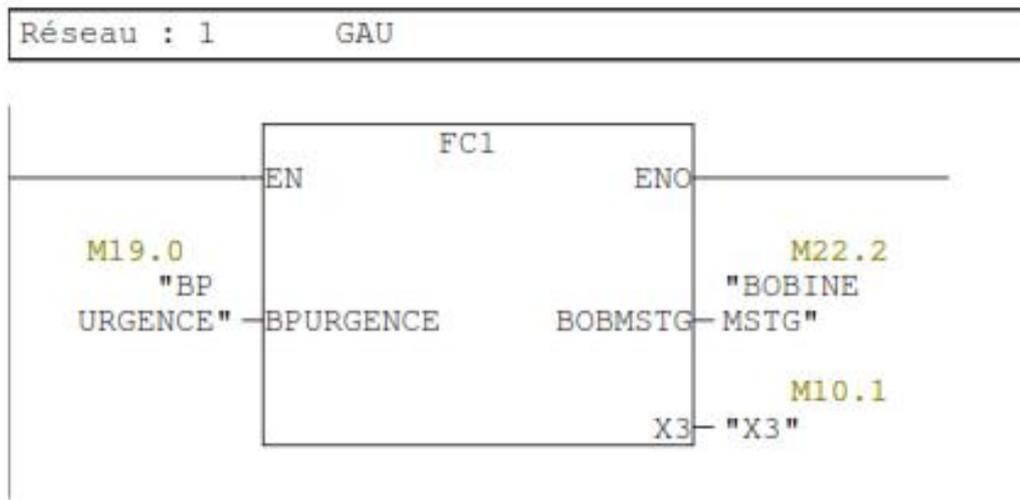


Nom de l'objet	Nom symbolique	Langage de création	Taille dans la mémoire...	Type	Version (en-)
Données système	SDB	...
OB1		CONT	1162	Bloc d'organisation	0.1
FC1		CONT	86	Fonction	0.1
FC2		CONT	308	Fonction	0.1
FC3		CONT	310	Fonction	0.1
FC4		CONT	292	Fonction	0.1
FC5		CONT	288	Fonction	0.1
FC6		CONT	420	Fonction	0.1
FC7		CONT	154	Fonction	0.1
FC8		CONT	174	Fonction	0.1
FC9		CONT	252	Fonction	0.1

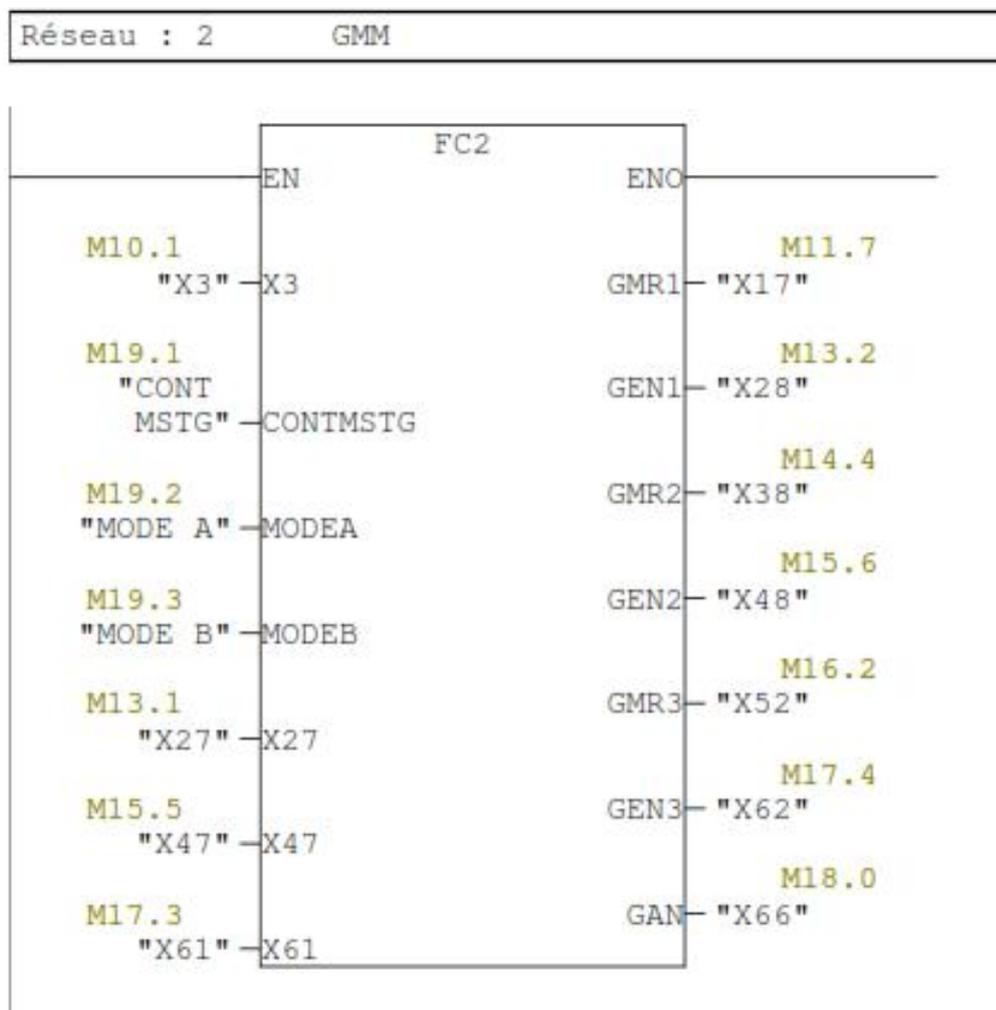
Figure 44: Différent blocs du programme

Les différent Fonction inséré dans le bloc opérationnel BO sont :

A) GAU : Grafcet d'arrêt d'urgence



B) GMM : Grafcet des modes de marche



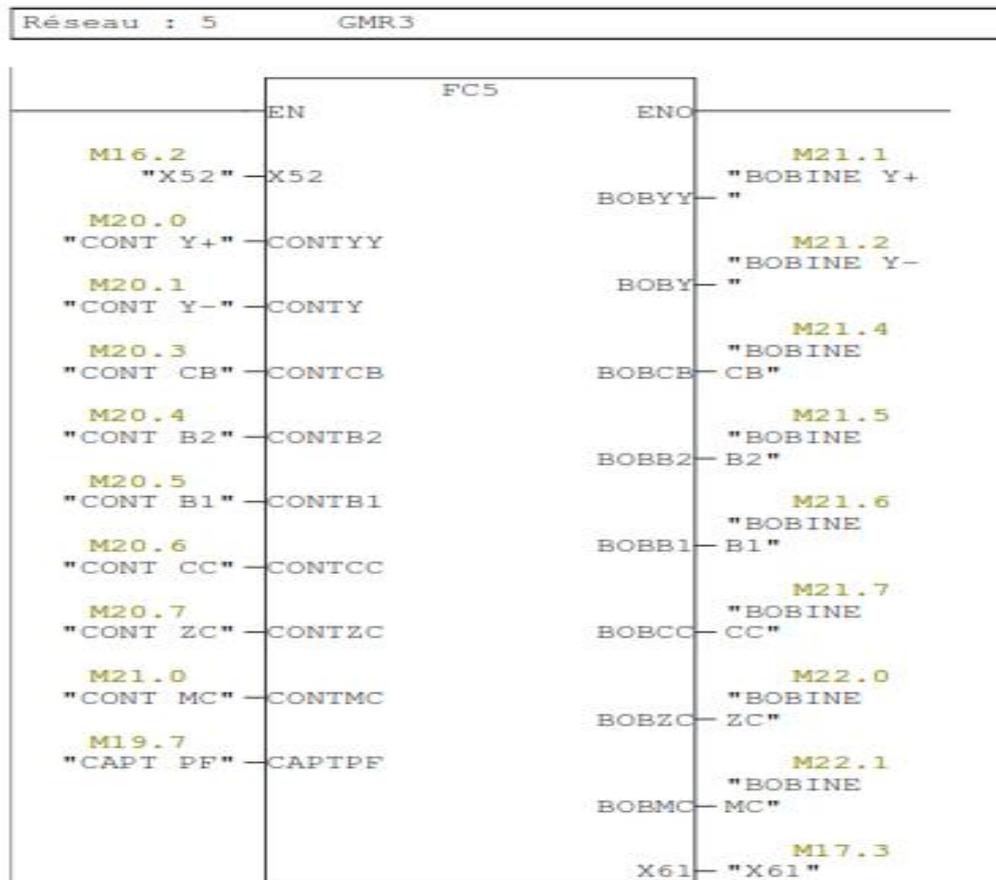
C) GMR1 : Grafcet de mise en référence 1

Réseau : 3		GMR1	
EN	FC3	ENO	
M20.2 "CONT CA"	CONTCA	BOBCA	M21.3 "BOBINE CA"
M20.3 "CONT CB"	CONTCB	BOBCB	M21.4 "BOBINE CB"
M20.4 "CONT B2"	CONTB2	BOBB2	M21.5 "BOBINE B2"
M20.5 "CONT B1"	CONTB1	BOBB1	M21.6 "BOBINE B1"
M20.6 "CONT CC"	CONTCC	BOBCC	M21.7 "BOBINE CC"
M20.7 "CONT ZC"	CONTZC	BOBZC	M22.0 "BOBINE ZC"
M21.0 "CONT MC"	CONTCM	BOBMC	M22.1 "BOBINE MC"
M11.7 "X17"	X17	X27	M13.1 "X27"
M20.0 "CONT Y+"	CONTY+	BOBY+	M21.1 "BOBINE Y+"
M20.1 "CONT Y-"	CONTY-	BOBY-	M21.2 "BOBINE Y-"
M19.6 "CAPT PO"	CAPTPO		
M19.7 "CAPT PF"	CAPTPE		

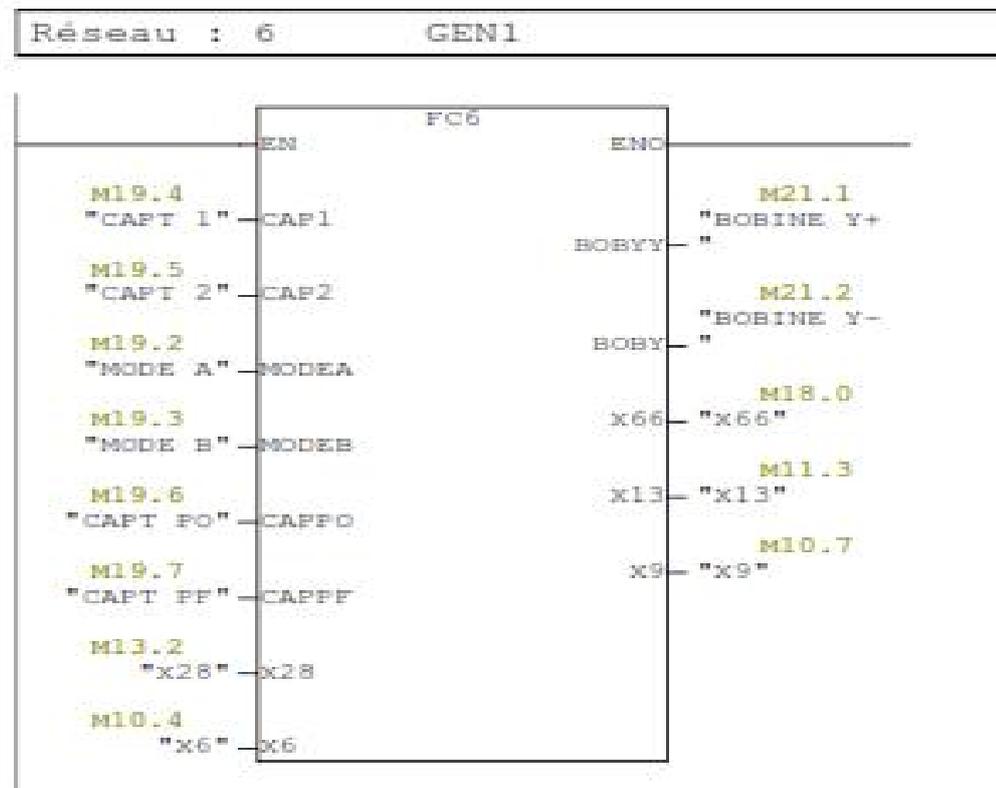
D) GMR2 : Grafcet de mise en référence 2

Réseau : 4		GMR2	
EN	FC4	ENO	
M14.4 "X38"	X38	BOBY-	M21.2 "BOBINE Y-"
M20.1 "CONT Y-"	CONTY-	BOBY+	M21.1 "BOBINE Y+"
M20.0 "CONT Y+"	CONTY+	BOBCA	M21.3 "BOBINE CA"
M20.2 "CONT CA"	CONTCA	BOBB2	M21.5 "BOBINE B2"
M20.4 "CONT B2"	CONTB2	BOBB1	M21.6 "BOBINE B1"
M20.5 "CONT B1"	CONTB1	BOBCC	M21.7 "BOBINE CC"
M20.6 "CONT CC"	CONTCC	BOBZC	M22.0 "BOBINE ZC"
M20.7 "CONT ZC"	CONTZC	BOBMC	M22.1 "BOBINE MC"
M21.0 "CONT MC"	CONTCM	X47	M15.5 "X47"
M19.6 "CAPT PO"	CAPTPO		

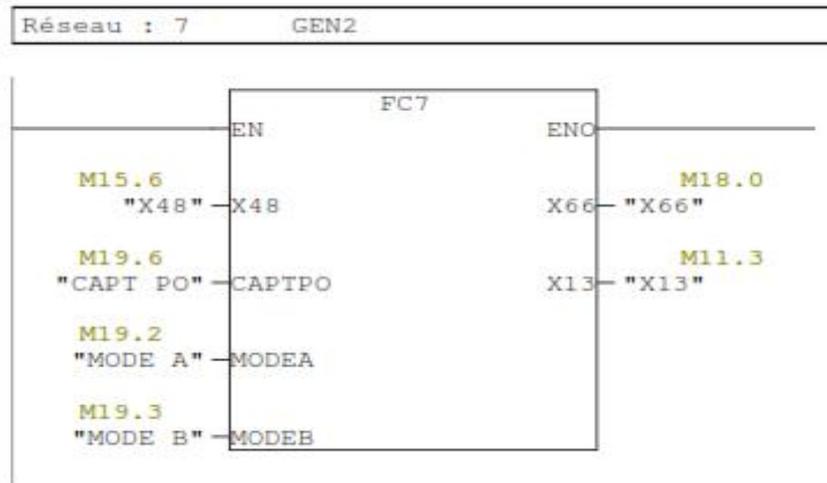
E) GMR3 : Grafcet de mise en référence 3



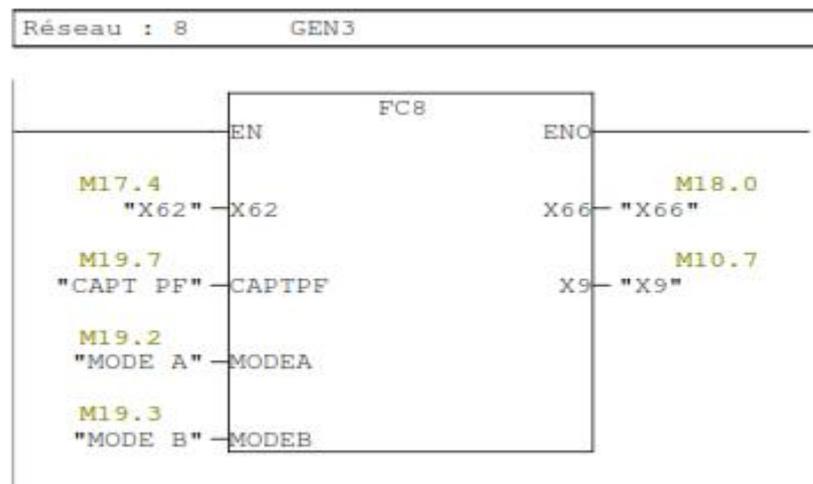
F) GEN1 : Grafcet d'expédition normale 1



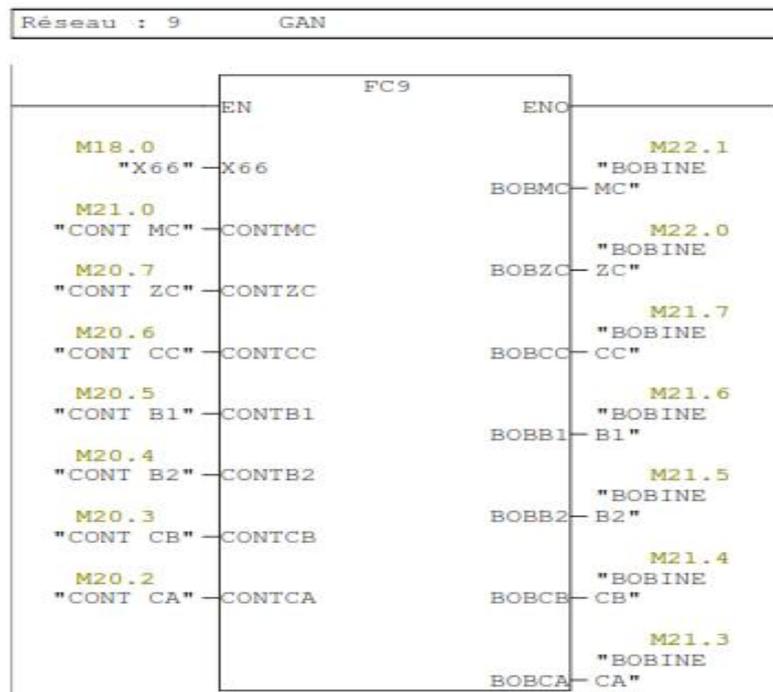
G) GEN2 : Grafcet d'expédition normale 2



H) GEN3 : Grafcet d'expédition normale 3



I) GAN : Grafcet d'arrêt normale



Ceci est le programme du Grafcet des modes de marches :

FC2 - <offline>

""

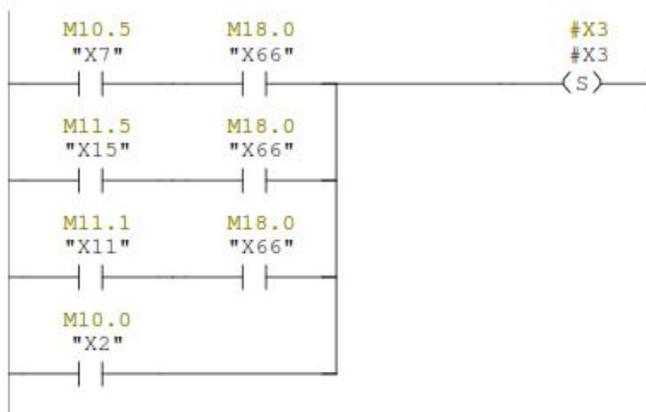
```

Nom :                               Famille :
Auteur :                             Version : 0.1
                                       Version de bloc : 2
Horodatage Code :                   02/06/2014 11:18:27
                                       Interface : 02/06/2014 11:18:27
Longueur (bloc/code /données locales) : 00476 00272 00000
  
```

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
X3	Bool	0.0	
CONTMSTG	Bool	0.1	
MODEA	Bool	0.2	
MODEB	Bool	0.3	
X27	Bool	0.4	
X47	Bool	0.5	
X61	Bool	0.6	
OUT		0.0	
GMR1	Bool	2.0	
GEN1	Bool	2.1	
GMR2	Bool	2.2	
GEN2	Bool	2.3	
GMR3	Bool	2.4	
GEN3	Bool	2.5	
GAN	Bool	2.6	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC2 GMM : GRAFCET DES MODE DE MARCHE

Réseau : 1 GMM : ACTIVATION X3



Réseau : 2 GMM : ACTIVATION TR 3



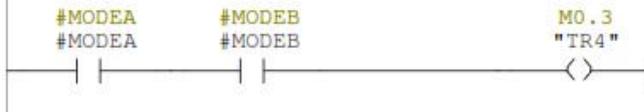
Réseau : 3 GMM : ACTIVATION X4



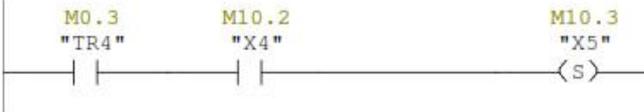
Réseau : 4 GMM : DESACTIVATION X3



Réseau : 5 GMM : ACTIVATION TR4



Réseau : 6 GMM : ACTIVATION X5



Réseau : 7 GMM : DESACTIVATION X4



Réseau : 8 GMM : ACTIVATION GMR1



Réseau : 9 GMM : ACTIVATION TR5



Réseau : 10 GMM : ACTIVATION X6



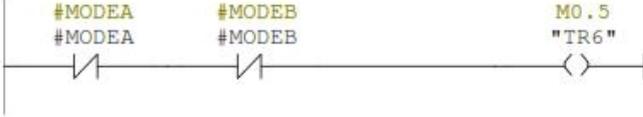
Réseau : 11 GMM : DESACTIVATION X5



Réseau : 12 GMM: ACTIVATION GEN1



Réseau : 13 GMM : ACTIVATION TR6



Réseau : 14 GMM : ACTIVATION X7



Réseau : 15 GMM : DESACTIVATION X6



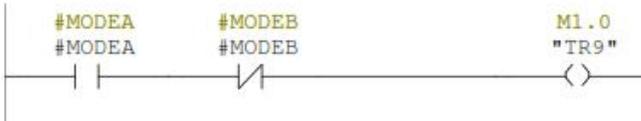
Réseau : 16 GMM : ACTIVATION GAN



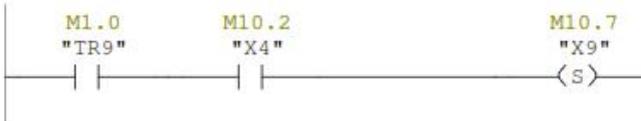
Réseau : 17 GMM : DESACTIVATION X7



Réseau : 18 GMM : ACTIVATION TR9



Réseau : 19 GMM : ACTIVATION X9



Réseau : 20 GMM : DESACTIVATION X4



Réseau : 21 GMM : ACTIVATION GMR2



Réseau : 22 GMM : ACTIVATION TR10



Réseau : 23 GMM: ACTIVATION X10



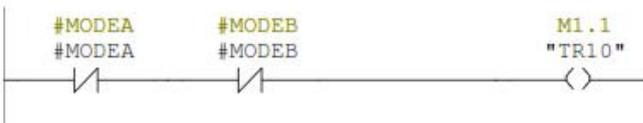
Réseau : 24 GMM : DESACTIVATION X9



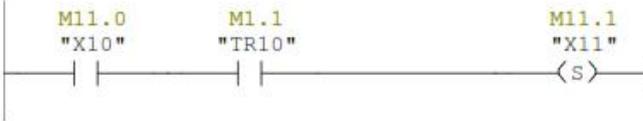
Réseau : 25 GMM : ACTIVATION GEN2



Réseau : 26 GMM : ACTIVATION TR10



Réseau : 27 GMM : ACTIVATION X11



Réseau : 28 GMM : DESACTIVATION X10



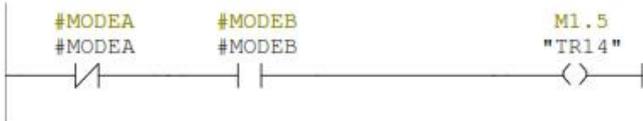
Réseau : 29 GMM : ACTIVATION GAN



Réseau : 30 GMM : DESACTIVATION X4



Réseau : 31 GMM : ACTIVATION TR13



Réseau : 32 GMM : ACTIVATION X13



Réseau : 33 GMM : DESACTIVATION X4



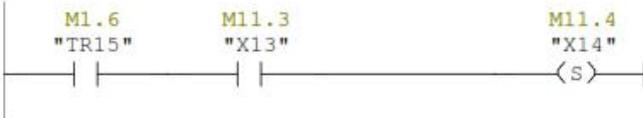
Réseau : 34 GMM : ACTIVATION GMR3



Réseau : 35 GMM : ACTIVATION TR15



Réseau : 36 GMM : ACTIVATION X14



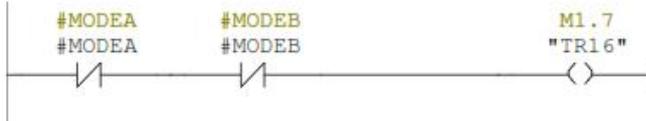
Réseau : 37 GMM : ACTIVATION GEN3



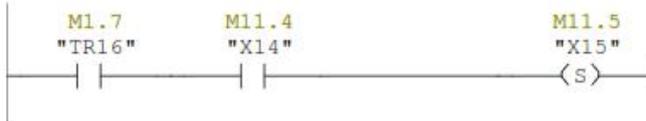
Réseau : 38 GMM : DESACTIVATION X13



Réseau : 39 GMM : ACTIVATION TR16



Réseau : 40 GMM : ACTIVATION TR15



Réseau : 41 GMM : DESACTIVATION X14



Réseau : 42 GMM : ACTIVATION GAN



Réseau : 43 GMM : DESACTIVATION X15



(NB : Pour la programmation des autres Grafcet veuillez consulter l'annexe)

5. Compilation et visualisation :

La simulation est exécutée pas l'intermédiaire d'un module de STEP7 nommé 'S7 PLCSM', elle se fait en deux étapes :

- Chargement de la partie matérielle.
- Chargement des blocs d'instruction.

5.1. Chargement de la partie matérielle :

Mettre le simulateur S7 PLCSIM en mode RUN-P pour le chargement du programme.

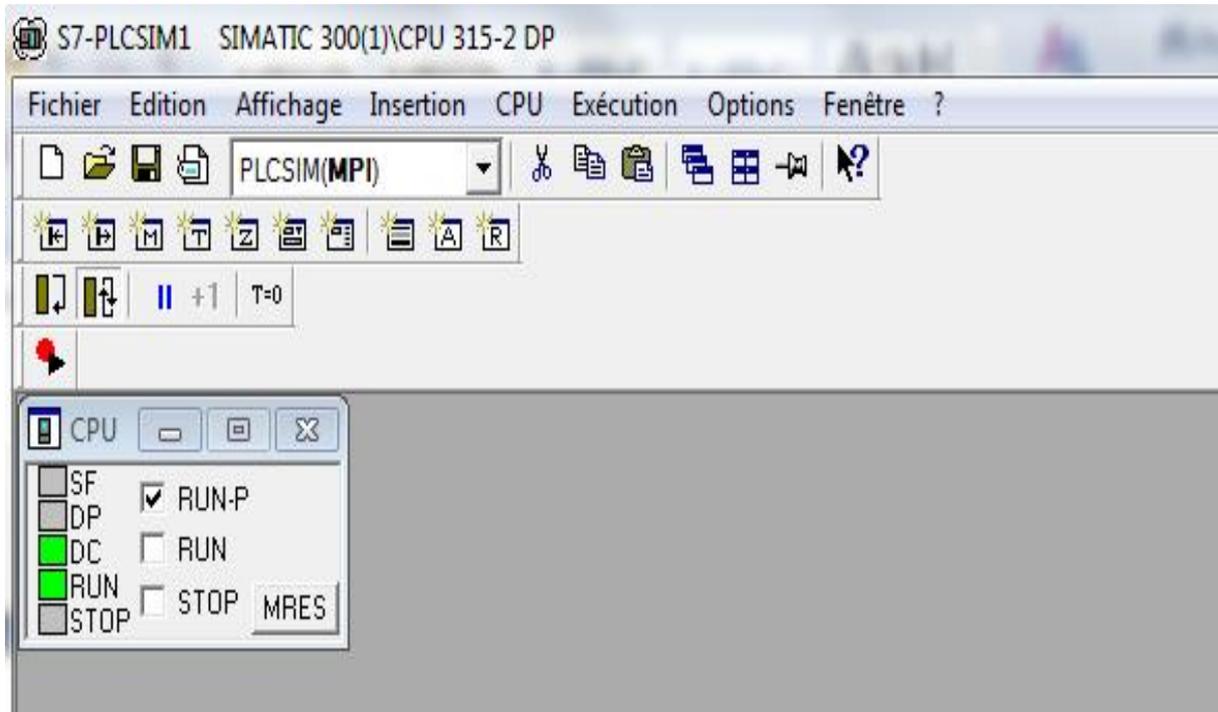


Figure 45: S7 PLCSIM

Puis compiler le matériel :

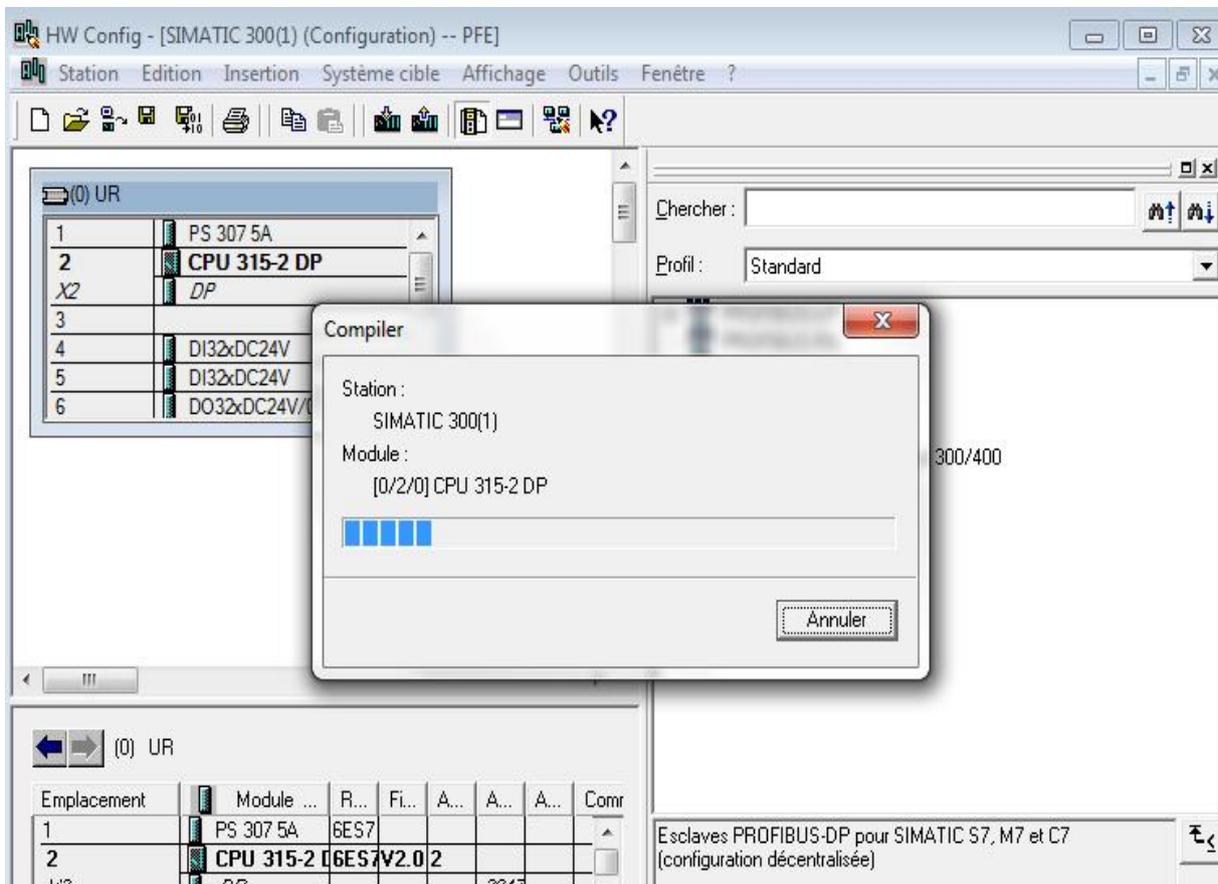


Figure 46: Compilation du matériel

5.2. Chargement des blocs d'instruction :

Pendant le chargement, le simulateur doit se mettre en mode RUN-P. On charge le programme et on compile à l'aide des boutons qui se trouvent sur l'interface :

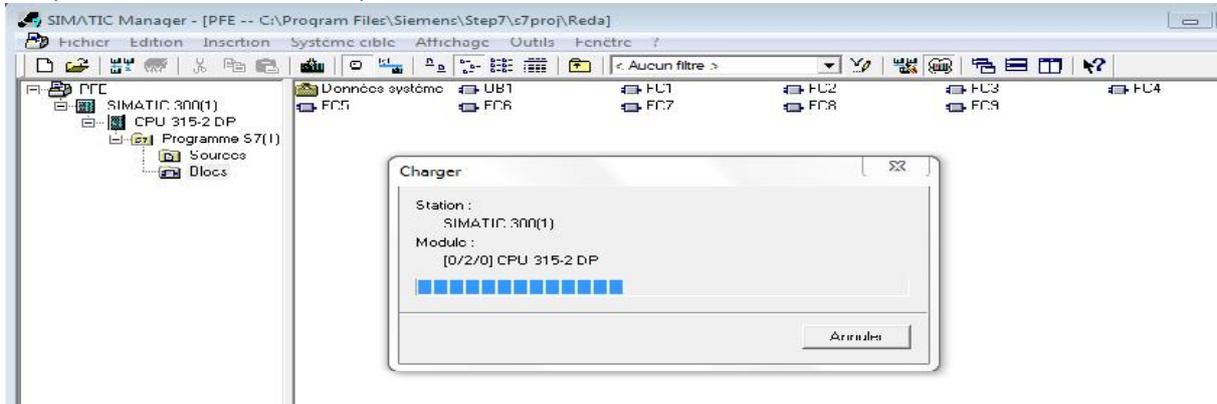


Figure 47: Compilation des blocs d'instruction

5.3. Visualisation :

Après avoir compilé les blocs et le matériel on peut passer la visualisation du programme, et donc effectuer quelque teste à l'aide du simulateur pour s'assurer de la bonne marche du programme :

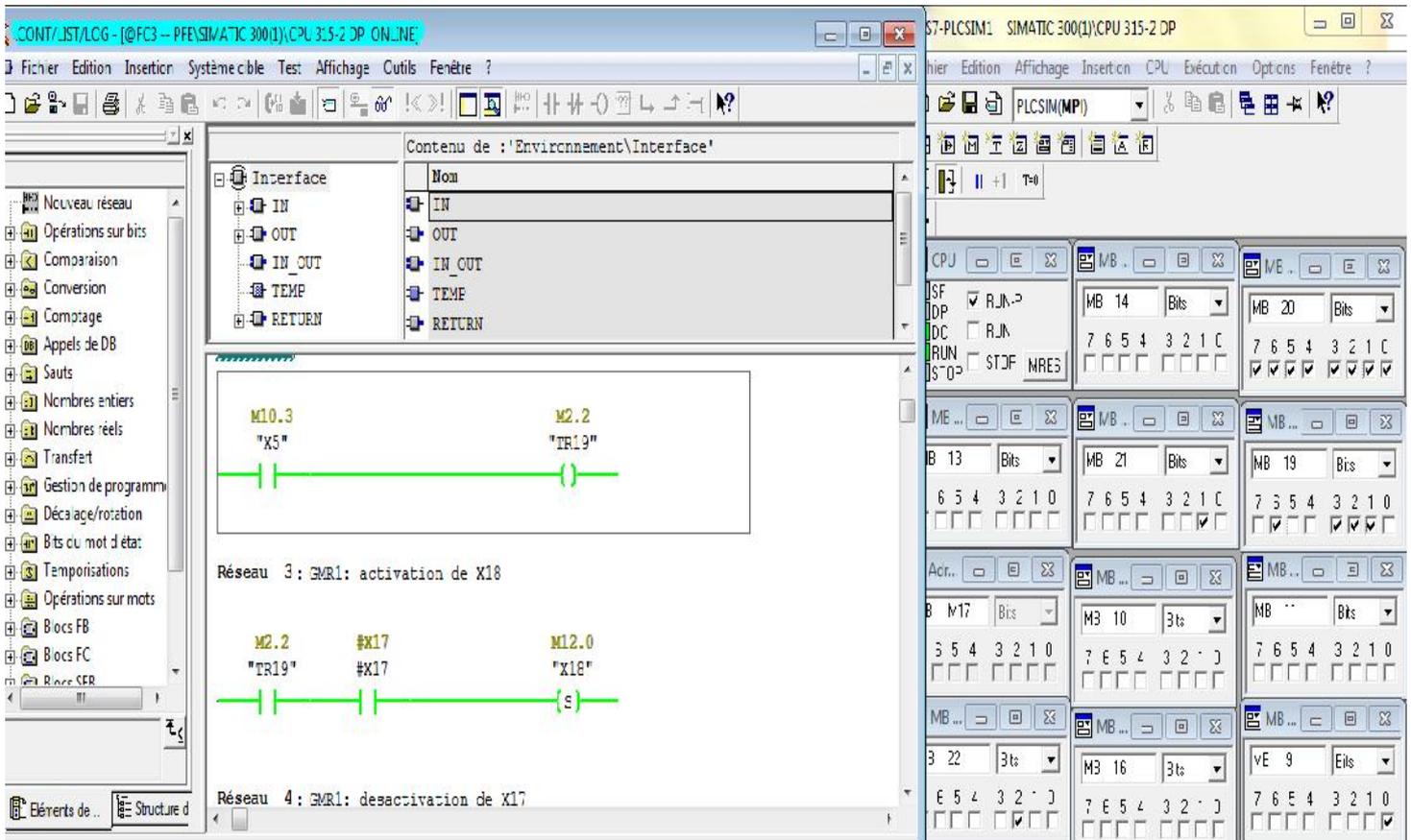


Figure 48: Simulation du programme

Conclusion

Ce présent rapport est le fruit d'un stage de deux mois effectué au sein du site de production HOLCIM Fès. Dans le cadre de ce projet de fin d'études, on a pu réaliser un programme permettant l'automatisation d'un système visant à optimiser l'exploitation du débit maximal du dispositif nouveau dans l'atelier d'expédition.

Pour accomplir la mission qui nous a été confié, on a adopté une méthodologie itérative commençant par une observation générale qui nous a permis de nous familiariser avec l'environnement industriel suivis d'une étude technique en découvrant un nouveau logiciel de programmation puis une analyse fonctionnelle et matérielle visant à déterminer les détails du système proposé ainsi que vérifier sa faisabilité et finalement la mise en œuvre de notre programme.

on ne peut qu'exprimer satisfaction vis-à-vis ce stage de fin d'études qui a constitué une transition dans notre vie d'étudiante entre l'approche théorique préalablement acquise lors de notre expérience académique au sein de la faculté des sciences et techniques de Fès et l'approche professionnelle au sein de Holcim Fès me permettant ainsi de mettre en pratique ces notions de base tout en tenant compte des contraintes et exigences du monde industriel.

Il va sans dire les bénéfices tirés de cette expérience professionnelle riche aussi bien sur le plan technique que relationnel. En effet, les résultats obtenus durant cette période de stage ne peuvent que valoriser ma passion envers notre domaine d'études et donc nous encourager dans l'avenir à prendre plus d'initiative professionnelle afin d'enrichir d'avantage nos connaissances techniques et notre compétence en communication professionnelle.

Bibliographie

E- BOOK :

- SIMATIC STEP 7 v5.1 Getting Started.
- Catalogue produit 2013/2014 –FESTO.
- Catalogue Caricamat automatic truck loader.
- Catalogue Rotoclassic RCC 12.
- Catalogue W24-2 Sick.

Site Web :

Holcim	http://www.holcim.ma/ (AVRIL 2014)
2TUP	http://www.e-bancel.com/Processus_2TUP.php (AVRIL 2014)
GEMMA	http://philippe.berger2.free.fr/automatique/cours/gemma/le_gemma.htm (AVRIL 2014)
Gantt	http://www.gantt.com/fr/ (AVRIL 2014)

Annexe

1. Mnémonique du programme :

**Entrées :*

M19.0	E124.0	Bouton poussoir d'urgence
M19.1	E124.1	Contacteur bobine de Mise sous tension
M19.2	E124.2	Mode A
M19.3	E124.3	Mode B
M19.4	E124.4	Capteur 1
M19.5	E124.5	Capteur 2
M19.6	E124.6	Capteur de position ouvert (Vérin)
M19.7	E124.7	Capteur de position fermé (Vérin)
M20.0	E125.0	Contacteur bobine Y ⁺ (distributeur pneumatique)
M20.1	E125.1	Contacteur bobine Y (distributeur pneumatique)
M20.2	E125.2	Contacteur bobine du Moteur de la bande Caricamat A
M20.3	E125.3	Contacteur bobine du Moteur de la bande Caricamat B
M20.4	E125.4	Contacteur bobine du Moteur de la bande 2
M20.5	E125.5	Contacteur bobine du Moteur de la bande 1
M20.6	E125.6	Contacteur bobine du Moteur du convoyeur courbé
M20.7	E125.7	Contacteur bobine de la zone de contrôle
M21.0	E126.0	Contacteur bobine de la machine C

**Sorties :*

M21.1	A124.0	bobine Y ⁺ (distributeur pneumatique)
M21.2	A124.1	Bobine Y (distributeur pneumatique)
M21.3	A124.2	bobine du Moteur de la bande Caricamat A
M21.4	A124.3	bobine du Moteur de la bande Caricamat B
M21.5	A124.4	bobine du Moteur de la bande 2
M21.6	A124.5	bobine du Moteur de la bande 1
M21.7	A124.6	bobine du Moteur du convoyeur courbé
M22.0	A124.7	bobine de la zone de contrôle
M22.1	A125.0	bobine de la machine C
M22.2	A125.1	Bobine de mise sous tension générale

*Transition :

GAU		
Tr1	M0.0	/E0.0
Tr2	M0.1	E0.0
GMM		
Tr3	M0.2	X1 . E124.1
Tr4	M0.3	E124.2 . E124.3
Tr5	M0.4	X27
Tr6	M0.5	/E124.2 . /E124.3
Tr7	M0.6	X66
Tr9	M1.0	E124.2 . /E124.3
Tr10	M1.1	X38
Tr11	M1.2	/E124.2 . /E124.3
Tr12	M1.3	X66
Tr14	M1.5	/E124.2 . E124.3
Tr15	M1.6	X52
Tr16	M1.7	/E124.2 . /E124.3
Tr17	M2.0	X66
GMR1		
Tr19	M2.2	X5
Tr20	M2.3	/E125.1
Tr21	M2.4	E125.0 . E124.6
Tr22	M2.5	E125.2
Tr23	M2.6	E125.3
Tr24	M2.7	E125.4
Tr25	M3.0	E125.5
Tr26	M3.1	E125.6
Tr27	M3.2	E125.7
Tr28	M3.3	E126.0
Tr29	M3.4	X6
GMR2		
Tr30	M3.5	X9
Tr31	M3.6	/E125.1
Tr32	M3.7	E125.0 . E124.6
Tr33	M4.0	E125.2
Tr34	M4.1	E125.4
Tr35	M4.2	E125.5
Tr36	M4.3	E125.6
Tr37	M4.4	E125.7
Tr38	M4.5	E126.0
Tr39	M4.6	X10

GMR3		
Tr40	M4.7	X13
Tr41	M5.0	/E125.0
Tr42	M5.1	E125.1 . E124.7
Tr43	M5.2	E125.3
Tr44	M5.3	E125.4
Tr45	M5.4	E125.5
Tr46	M5.5	E125.6
Tr47	M5.6	E125.7
Tr48	M5.7	E126.0
Tr49	M6.0	X14
GEN1		
Tr50	M6.1	X6 . E124.6
Tr51	M6.2	E124.4 . E124.5
Tr52	M6.3	C = 10
Tr53	M6.4	E124.7
Tr54	M6.5	E124.4
Tr55	M6.6	C = 10
Tr56	M6.7	/E124.2 . /E124.3
Tr57	M7.0	X66
Tr58	M7.1	/E124.2 . E124.3
Tr59	M7.2	X13
Tr60	M7.3	E124.2 . /E124.3
Tr61	M7.4	X9
GEN2		
Tr62	M7.5	X10 . E124.6
Tr63	M7.6	/E124.2 . /E124.3
Tr64	M7.7	X66
Tr65	M8.0	/E124.2 . E124.3
Tr66	M8.1	X13
GEN3		
Tr67	M8.2	X13 . E124.7
Tr68	M8.3	/E124.2 . /E124.3
Tr69	M8.4	X66
Tr70	M8.5	E124.2 . /E124.3
Tr71	M8.6	X9
GAN		
Tr72	M8.7	X8 + X12 + X16
Tr73	M9.0	/E126.0
Tr74	M9.1	/E125.7
Tr75	M9.2	/E125.6
Tr76	M9.3	/E125.5

Tr77	M9.4	/E125.4
Tr78	M9.5	/125.3
Tr79	M9.6	/125.2

*Etapas :

GAU		
X1	M9.7	F/GMM F/GMR1 F/GMR2 F/GMR3 F/GEN1 F/GEN2 F/GEN3 F/GAN
X2	M10.0	A125.1
GMM		
X3	M10.1	état
X4	M10.2	état
X5	M10.3	X17
X6	M10.4	X28
X7	M10.5	X66
X9	M10.7	X38
X10	M11.0	X48
X11	M11.1	X66
X13	M11.3	X52
X14	M11.4	X62
X15	M11.5	X66
GMR1		
X17	M11.7	état
X18	M12.0	/A124.1
X19	M12.1	A124.0
X20	M12.2	A124.2
X21	M12.3	A124.3
X22	M12.4	A124.4
X23	M12.5	A124.5
X24	M12.6	A124.6
X25	M12.7	A124.7
X26	M13.0	A125.0
X27	M13.1	état
GEN1		
X28	M13.2	état
X29	M13.3	C = 0
X30	M13.4	C = C+1
X31	M13.5	/A124.0 . A124.1
X32	M13.6	C = 0
X33	M13.7	C = C+1
X34	M14.0	A124.0 . /A124.1

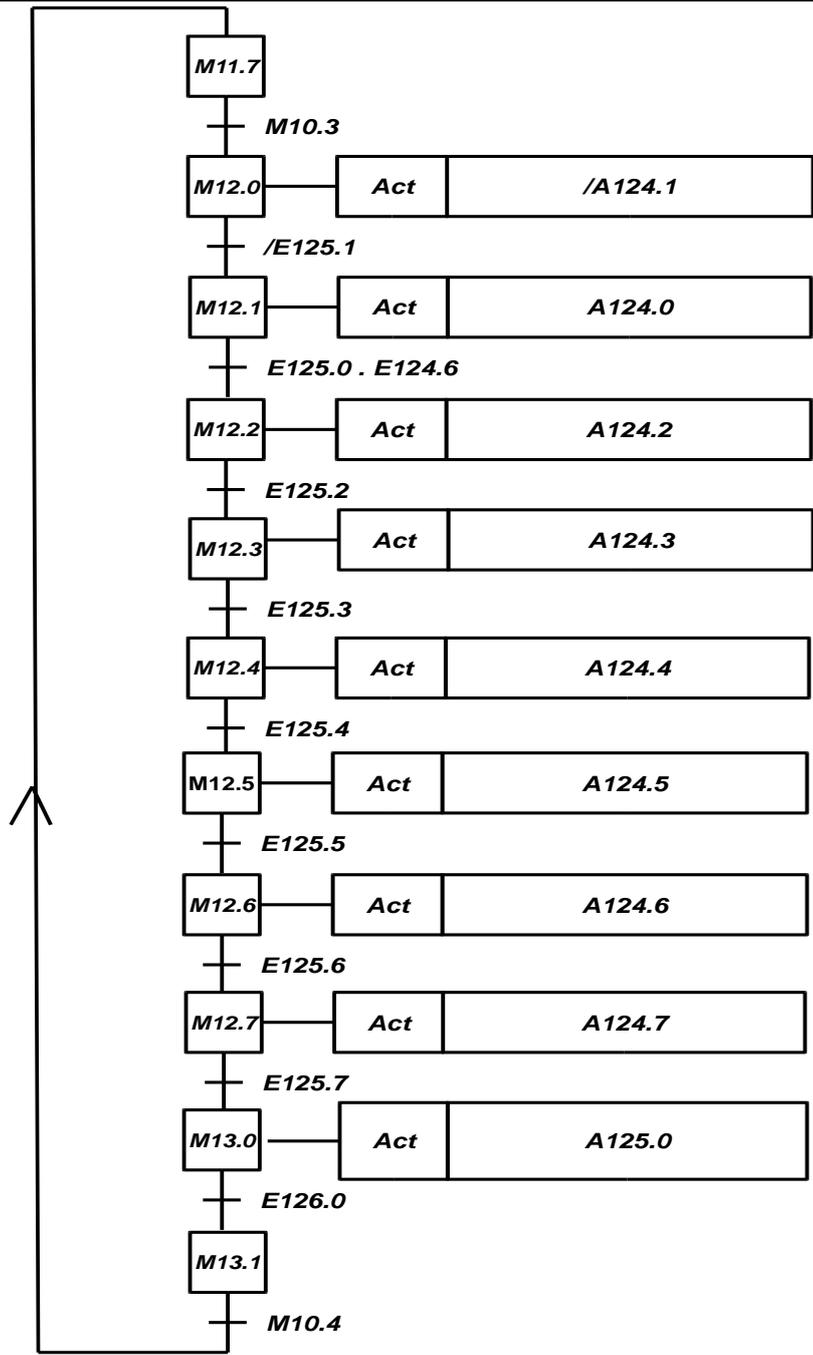
X35	M14.1	X11
X36	M14.2	X13
X37	M14.3	X9
GMR2		
X38	M14.4	état
X39	M14.5	/A124.1
X40	M14.6	A124.0
X41	M14.7	A124.2
X42	M15.0	A124.4
X43	M15.1	A124.5
X44	M15.2	A124.6
X45	M15.3	A124.7
X46	M15.4	A125.0
X47	M15.5	état
GEN2		
X48	M15.6	état
X49	M15.7	Etat
X50	M16.0	X11
X51	M16.1	X13
GMR3		
X52	M16.2	Etat
X53	M16.3	/A124.0
X54	M16.4	A124.1
X55	M16.5	A124.3
X56	M16.6	A124.4
X57	M16.7	A124.5
X58	M17.0	A124.6
X59	M17.1	A124.7
X60	M17.2	A125.0
X61	M17.3	Etat
GEN 3		
X62	M17.4	Etat
X63	M17.5	Etat
X64	M17.6	X15
X65	M17.7	X9
GAN		

X66	M18.0	Etat
X67	M18.1	/A125.0
X68	M18.2	/A124.7
X69	M18.3	/A124.6
X70	M18.4	/A124.5

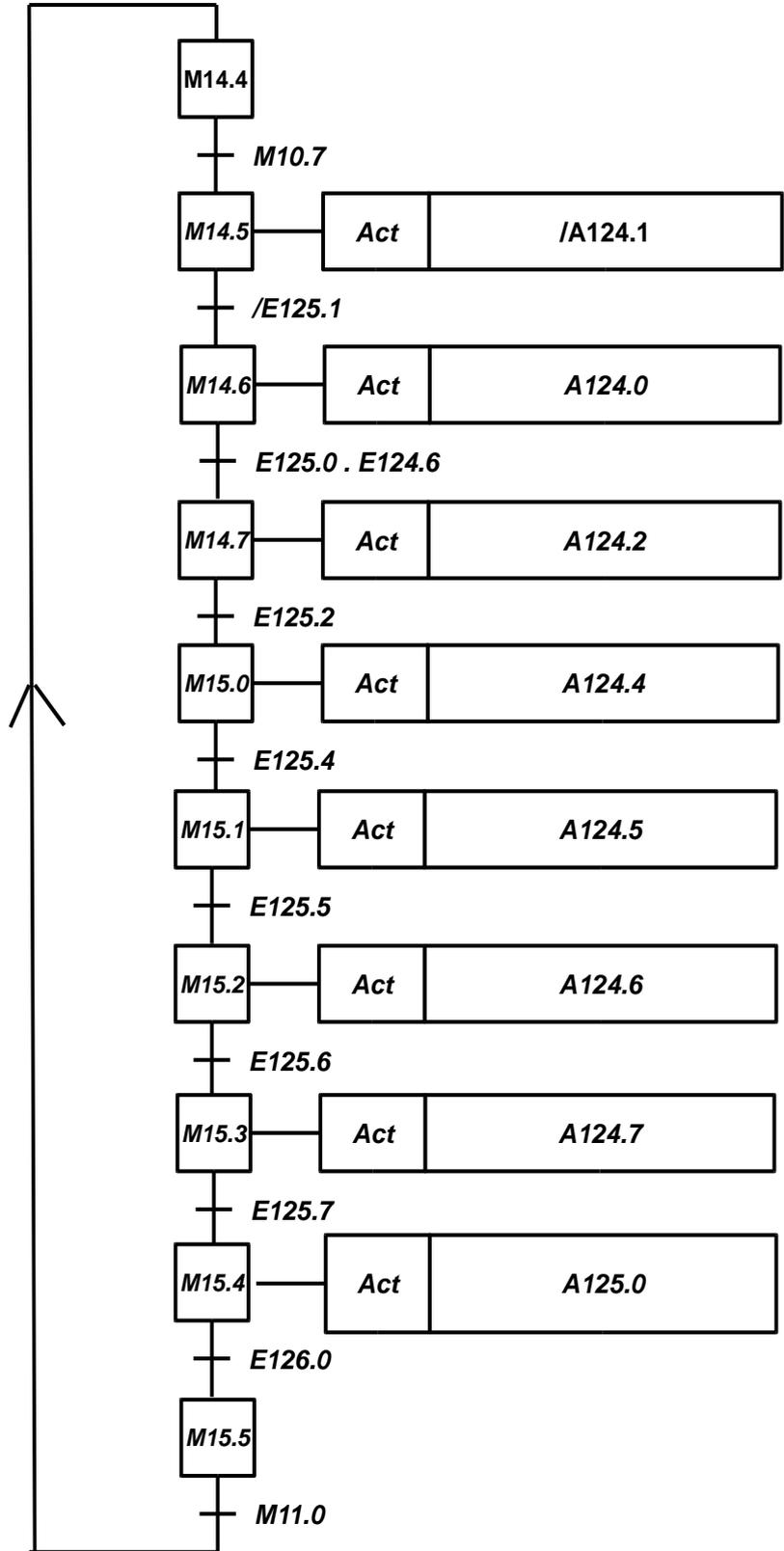
X71	M18.5	/A124.4
	M18.6	/A124.3
X72		
X73	M18.7	/A124.2

2. Grafcet Niveau 1 :

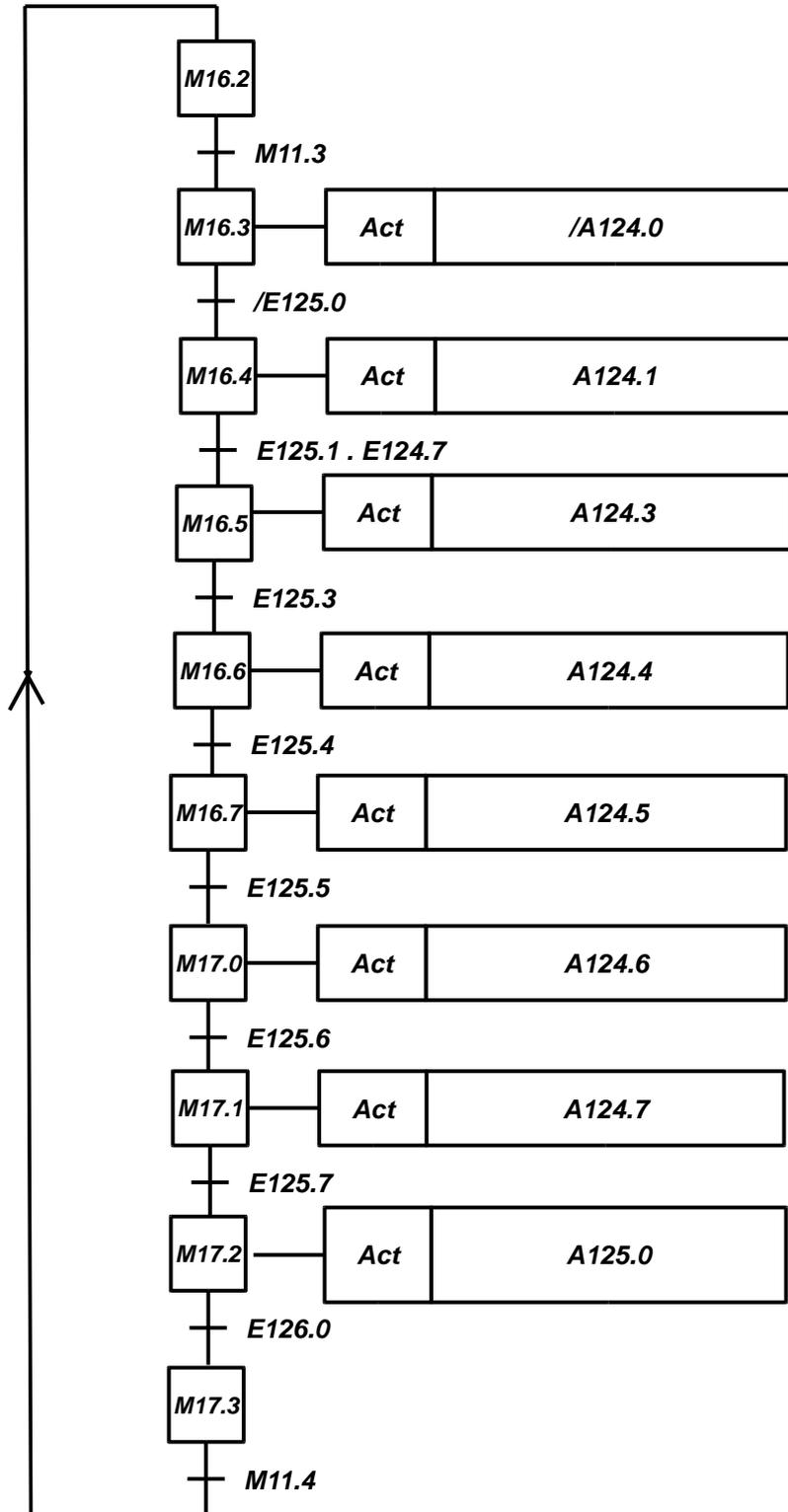
GMR1 : Grafcet de mise en référence 1



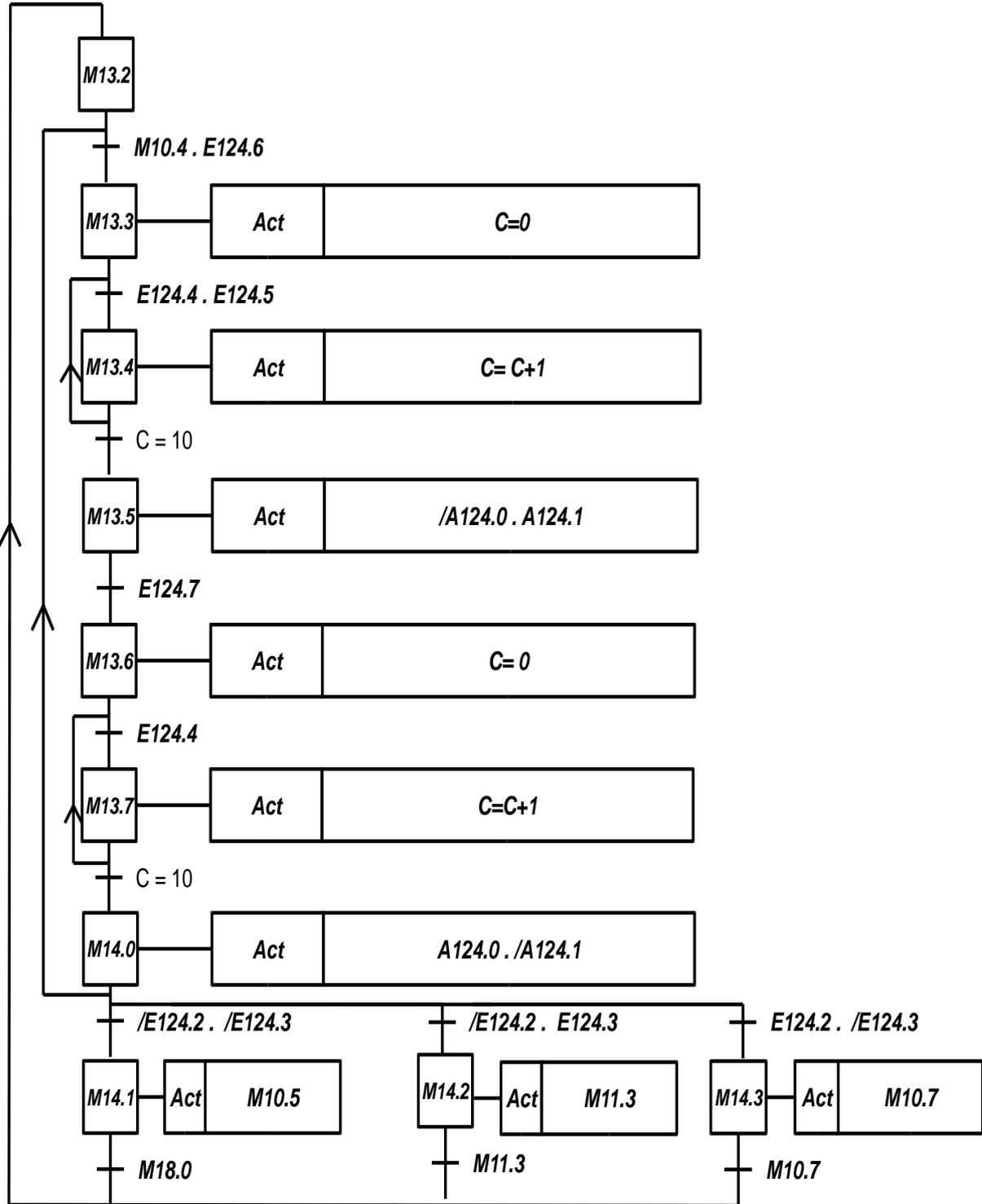
GMR2: Grafcet de mise en référence 2



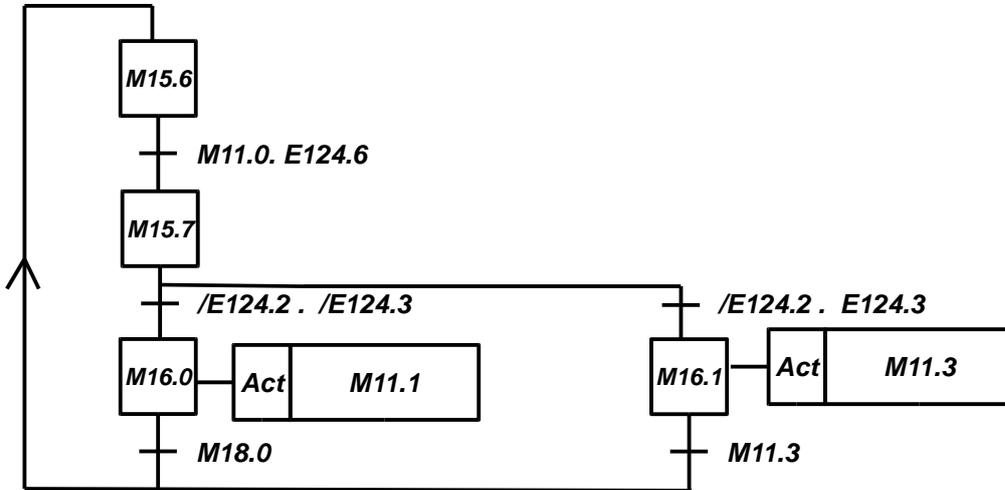
GMR3: Grafcet de mise en référence 3



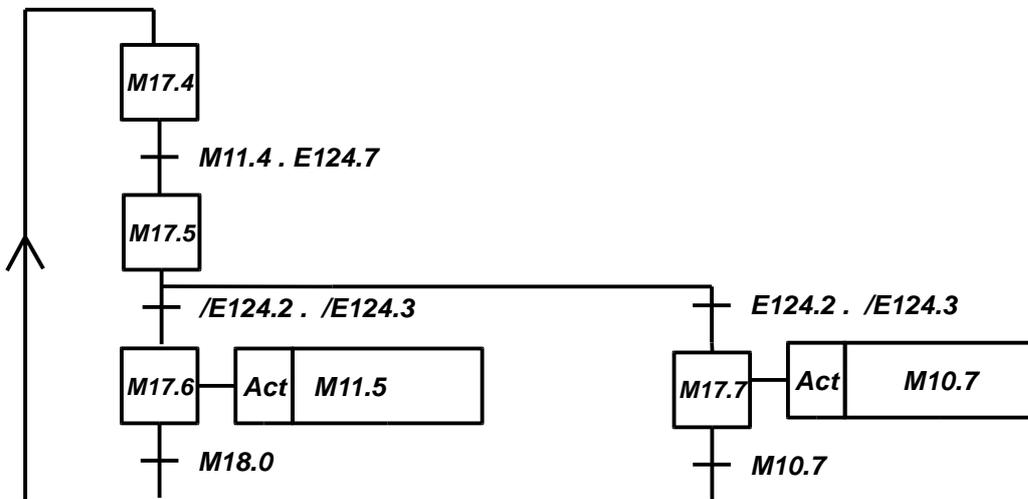
GEN 1 : Grafset d'expédition
Normale vers Caricamat A et Caricamat B



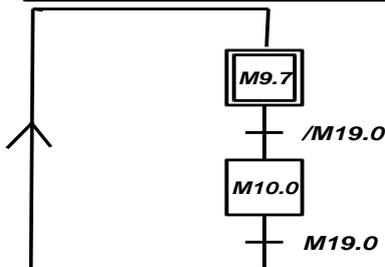
GEN2: Grafçet d'expédition Normale vers Caricamat A



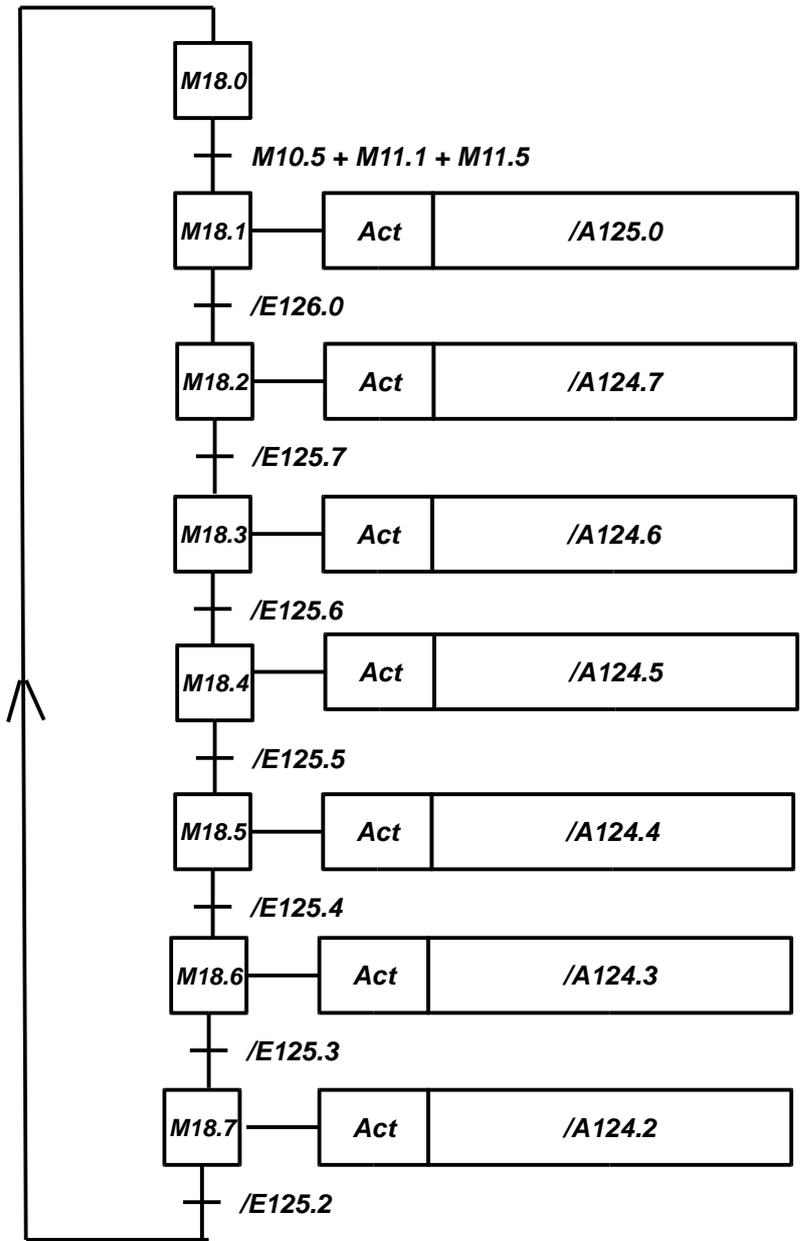
GEN3: Grafçet d'expédition Normale vers Caricamat B



GAU: Grafçet d'arrêt d'Urgence



GAN : Grafoet d'arrêt normale



3. Programme des FONCTIONS :

FC1 - <offline>

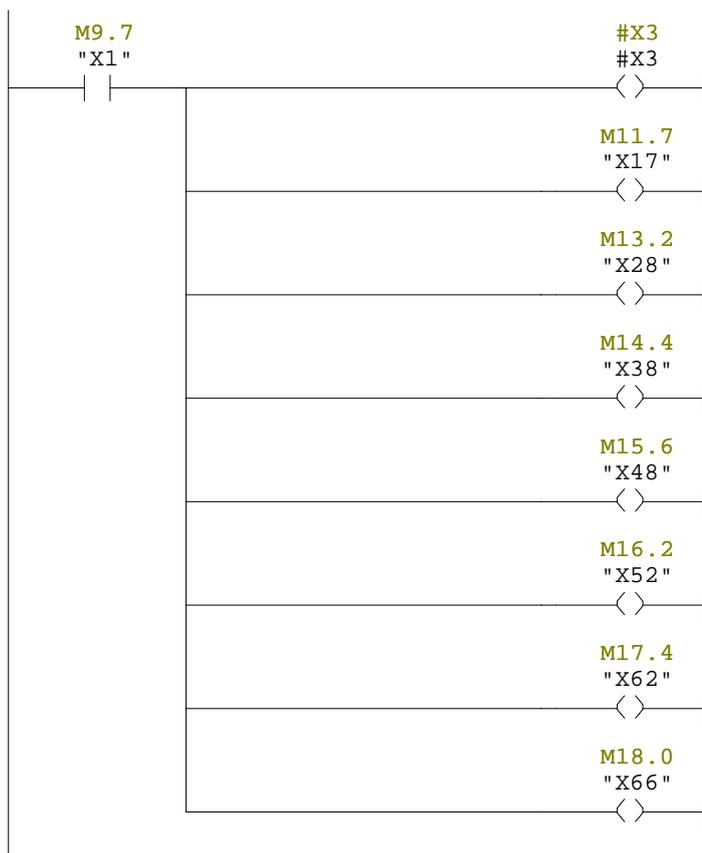
"

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 02/06/2014 11:01:45
Interface : 02/06/2014 11:01:45
Longueur (bloc/code /données locales) : 00158 00050 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
BPURGENCE	Bool	0.0	
OUT		0.0	
BOBMSTG	Bool	2.0	
X3	Bool	2.1	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC1 GAU : GRAFCET ARRET URGENDE

Réseau : 1 Forçage des X3,X17,X28,X38,X48,X52,X62,X66



Réseau : 2 GAU : ACTIVATION TR1



Réseau : 3 GAU : ACTIVATION X2



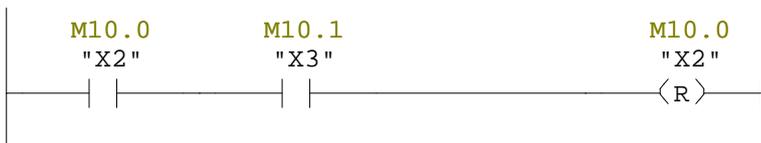
Réseau : 4 GAU : MISE SOUS TENSION



Réseau : 5 GAU : ACTIVATION DE GMM



Réseau : 6 GAU : DESACTIVATION X2



FC3 - <offline>

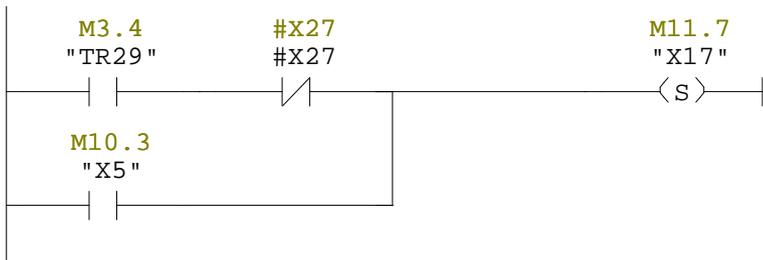
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 02/06/2014 11:36:48
Interface : 02/06/2014 11:36:48
Longueur (bloc/code /données locales) : 00494 00274 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
CONTCA	Bool	0.0	
CONTCB	Bool	0.1	
CONTB2	Bool	0.2	
CONTB1	Bool	0.3	
CONTCC	Bool	0.4	
CONTZC	Bool	0.5	
CONTMC	Bool	0.6	
X17	Bool	0.7	
CONTY Y	Bool	1.0	
CONTY	Bool	1.1	
CAPTPO	Bool	1.2	
CAPTPF	Bool	1.3	
OUT		0.0	
BOBCA	Bool	2.0	
BOBCB	Bool	2.1	
BOBB2	Bool	2.2	
BOBB1	Bool	2.3	
BOBCC	Bool	2.4	
BOBZC	Bool	2.5	
BOBMC	Bool	2.6	
X27	Bool	2.7	
BOBY Y	Bool	3.0	
BOBY	Bool	3.1	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC3 GMR1 : GRAFCET DE MISE EN REFERENCE 1

Réseau : 1 GMR1: activation de X17



Réseau : 2 GMR1: activation de TR19



Réseau : 3 GMR1: activation de X18



Réseau : 4 GMR1: desactivation de X17



Réseau : 5 GMR1: desexcitation de la bobine Y-



Réseau : 6 GMR1: activation de TR20



Réseau : 7 GMR1: activation de X19



Réseau : 8 GMR1: desactivation de X18



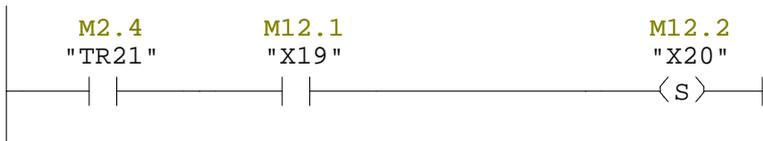
Réseau : 9 GMR1: excitation de la bobine Y+



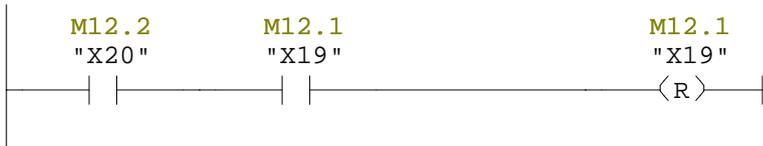
Réseau : 10 GMR1: activation de TR21



Réseau : 11 GMR1: activation de X20



Réseau : 12 GMR1: desactivation de X19



Réseau : 13 GMR1:excitation de la bobine du moteur de la bande de CARICAMATA



Réseau : 14 GMR1: activation de TR22



Réseau : 15 GMR1: activation de X21



Réseau : 16 GMR1: desactivation de X20



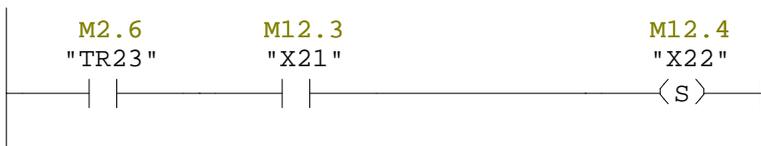
Réseau : 17 GMR1:excitation de la bobine du moteur de la bande de CARICAMATB



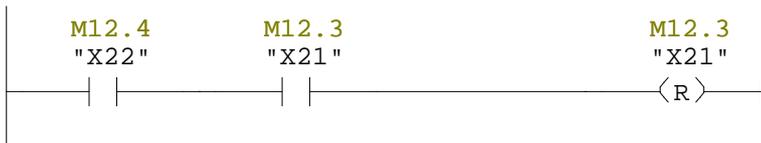
Réseau : 18 GMR1: activation de TR23



Réseau : 19 GMR1: activation de X22



Réseau : 20 GMR1: desactivation de X21



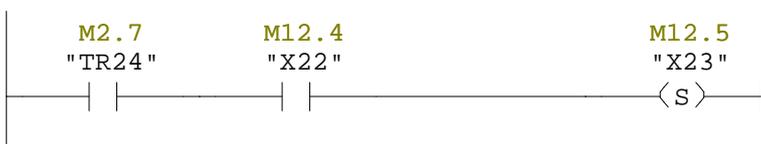
Réseau : 21 GMR1: excitation de la bobine du moteur de la bande 2



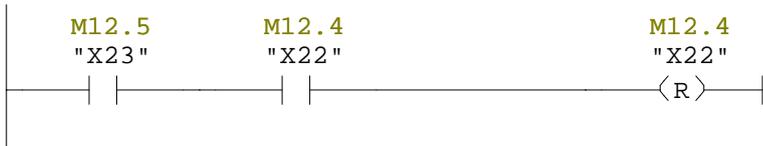
Réseau : 22 GMR1: activation de TR24



Réseau : 23 GMR1: activation de X23



Réseau : 24 GMR1: desactivation de X22



Réseau : 25 GMR1: excitation de la bobine du moteur de la bande 1



Réseau : 26 GMR1: activation de TR25



Réseau : 27 GMR1: activation de X24



Réseau : 28 GMR1: desactivation de X23



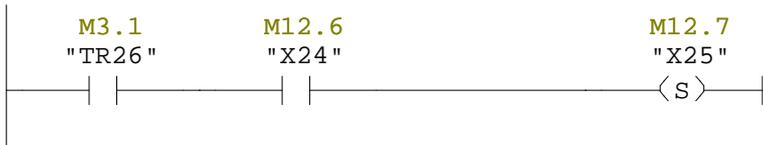
Réseau : 29 GMR1: excitation de la bobine du moteur du convoyeur courbé



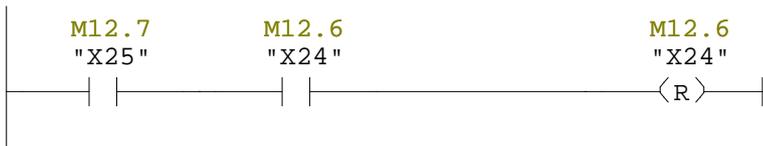
Réseau : 30 GMR1: activation de TR26



Réseau : 31 GMR1: activation de X25



Réseau : 32 GMR1: desactivation de X24



Réseau : 33 GMR1: excitation de la bobine de la zone de contrôle



Réseau : 34 GMR1: activation de TR27



Réseau : 35 GMR1: activation de X26



Réseau : 36 GMR1: desactivation de X25



Réseau : 37 GMR1: excitation de la bobine de la MACHINE C



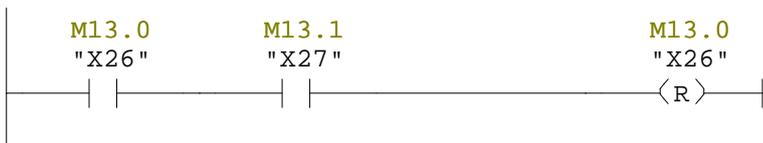
Réseau : 38 GMR1: activation de TR28



Réseau : 39 GMR1: activation de X27



Réseau : 40 GMR1: desactivation de X26



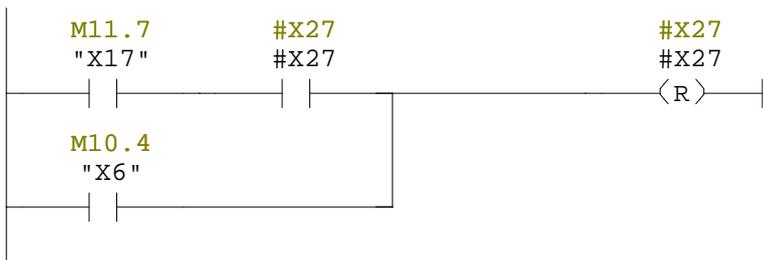
Réseau : 41 GMR1 : RETOUR AU GMM



Réseau : 42 GMR1: activation de TR29



Réseau : 43 GMR1: desactivation de X27



FC4 - <offline>

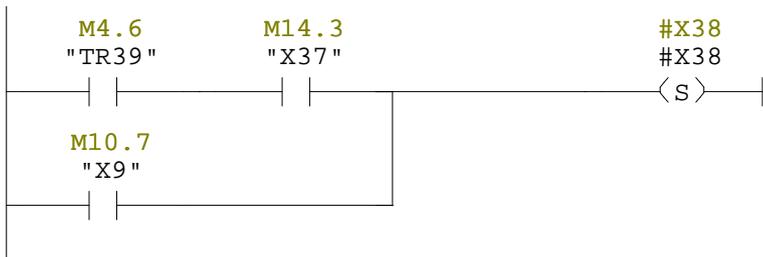
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 02/06/2014 13:24:11
Interface : 02/06/2014 13:24:11
Longueur (bloc/code /données locales) : 00462 00256 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
X38	Bool	0.0	
CONTY	Bool	0.1	
CONTTY	Bool	0.2	
CONTCA	Bool	0.3	
CONTB2	Bool	0.4	
CONTB1	Bool	0.5	
CONTCC	Bool	0.6	
CONTZC	Bool	0.7	
CONTMC	Bool	1.0	
CAPTPO	Bool	1.1	
OUT		0.0	
BOBY	Bool	2.0	
BOBYY	Bool	2.1	
BOBCA	Bool	2.2	
BOBB2	Bool	2.3	
BOBB1	Bool	2.4	
BOBCC	Bool	2.5	
BOBZC	Bool	2.6	
BOBMC	Bool	2.7	
X47	Bool	3.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC4 GMR2 : GRAFCET DE MISE EN REFERENCE 2

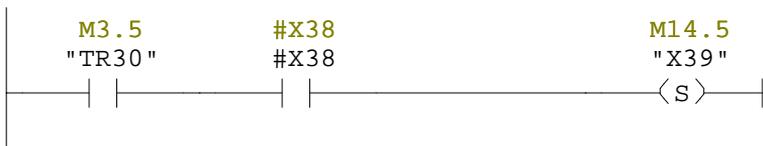
Réseau : 1 GMR2: activation de X38



Réseau : 2 GMR2: activation de TR30



Réseau : 3 GMR2: activation de X39



Réseau : 4 GMR2: desactivation de X38

```
graph LR; M145["M14.5  
\"X39\""] --- X38_1["#X38  
#X38"]; X38_1 --- X38_2["#X38  
#X38"]; X38_2 --- X38_3["#X38  
#X38  
(R)"]
```

Réseau : 5 GMR2: desexcitation de la bobine Y-

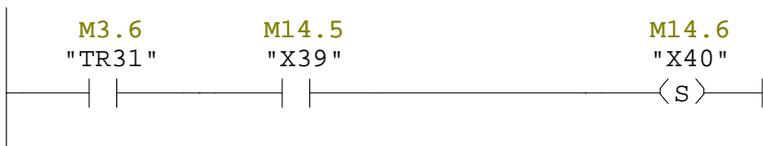
```
graph LR; M145["M14.5  
\"X39\""] --- BOBY["#BOBY  
#BOBY"]; BOBY --- BOBY_2["#BOBY  
#BOBY  
(R)"]
```

Page 2 de 8

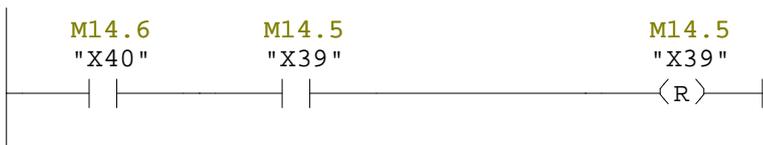
Réseau : 6 GMR2: activation de TR31



Réseau : 7 GMR2: activation de X40



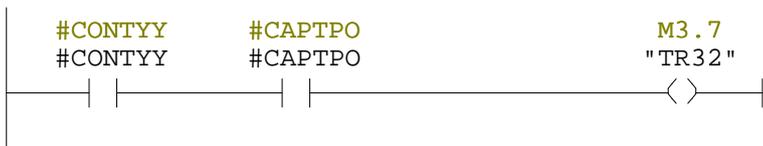
Réseau : 8 GMR2: desactivation de X39



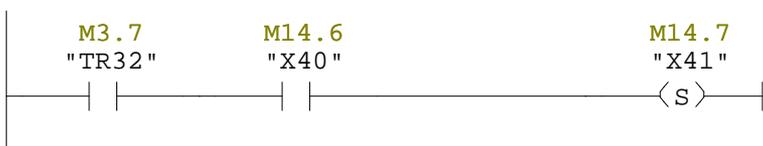
Réseau : 9 GMR2: ouverture du vérin



Réseau : 10 GMR2: activation de TR32



Réseau : 11 GMR2: activation de X41



Réseau : 12 GMR2: desactivation de X40



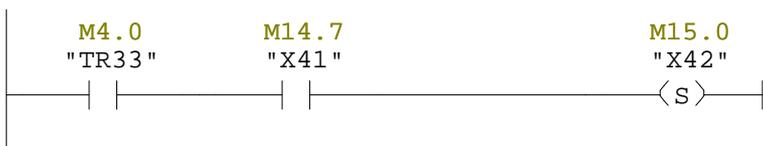
Réseau : 13 GMR2:excitation de la bobine du moteur de la bande de Caricamata



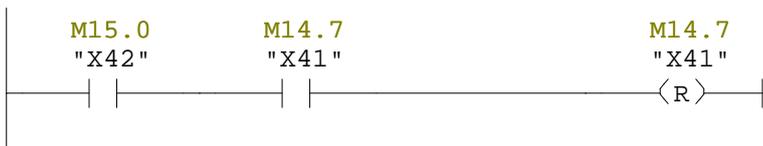
Réseau : 14 GMR2: activation de TR33



Réseau : 15 GMR2: activation de X42



Réseau : 16 GMR2: desactivation de X41



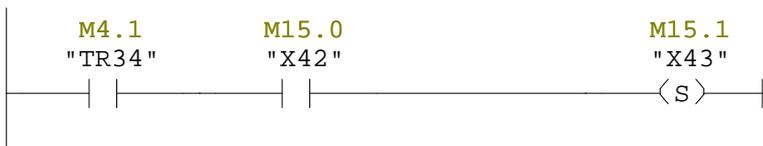
Réseau : 17 GMR2:excitation de la bobine du moteur de la bande 2



Réseau : 18 GMR2: activation de TR34



Réseau : 19 GMR2: activation de X43



Réseau : 20 GMR2: desactivation de X42



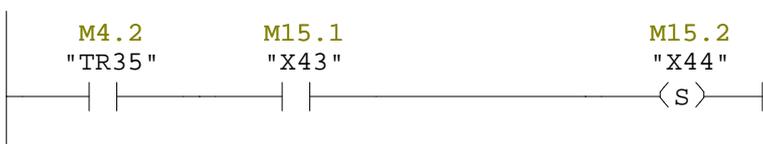
Réseau : 21 GMR2:excitation de la bobine du moteur de la bande 1



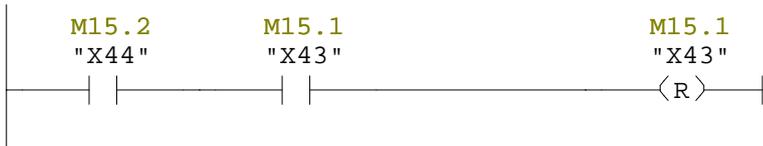
Réseau : 22 GMR2: activation de TR35



Réseau : 23 GMR2: activation de X44



Réseau : 24 GMR2: desactivation de X43



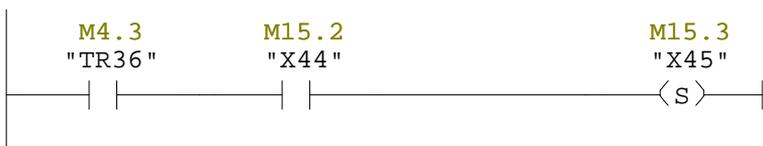
Réseau : 25 GMR2:excitation de la bobine du moteur du convoyeur courbé



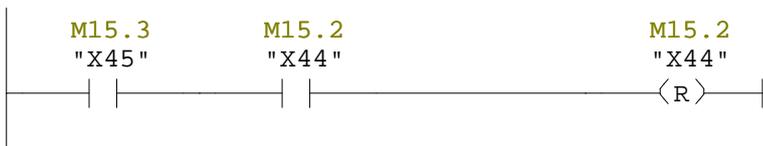
Réseau : 26 GMR2: activation de TR36



Réseau : 27 GMR2: activation de X45



Réseau : 28 GMR2: desactivation de X44



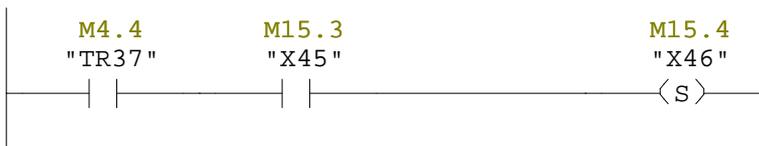
Réseau : 29 GMR2:excitation de la bobine de la zone de contrôle



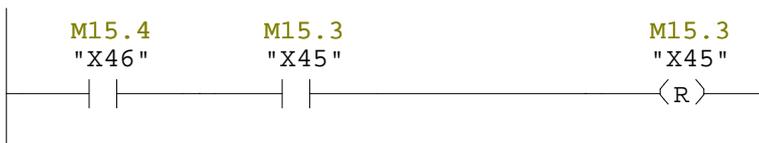
Réseau : 30 GMR2: activation de TR37



Réseau : 31 GMR2: activation de X46



Réseau : 32 GMR2: desactivation de X45



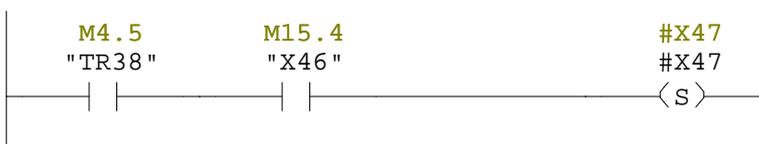
Réseau : 33 GMR2:excitation de la bobine de la MACHINE C



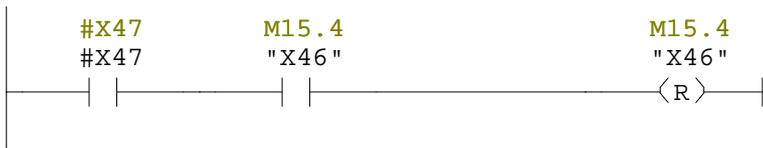
Réseau : 34 GMR2: activation de TR38



Réseau : 35 GMR2: activation de X47



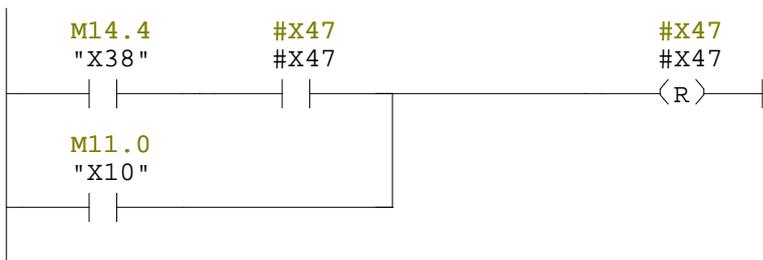
Réseau : 36 GMR2: desactivation de X46



Réseau : 37 GMR2 :RETOUR AU GMM



Réseau : 38 GMR2: desactivation de X47



Réseau : 39 GMR2: activation de TR39



FC5 - <offline>

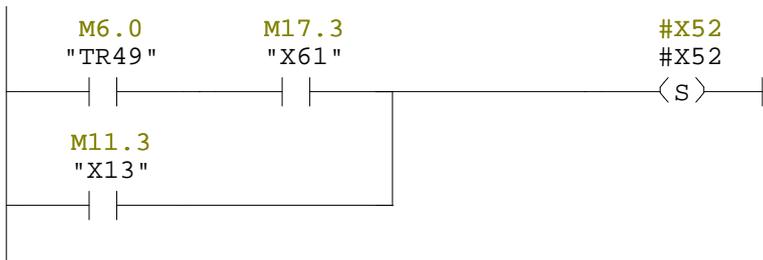
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 02/06/2014 13:36:00
Interface : 02/06/2014 13:36:00
Longueur (bloc/code /données locales) : 00458 00252 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
X52	Bool	0.0	
CONYY	Bool	0.1	
CONY	Bool	0.2	
CONTCB	Bool	0.3	
CONTB2	Bool	0.4	
CONTB1	Bool	0.5	
CONTC	Bool	0.6	
CONTZC	Bool	0.7	
CONTC	Bool	1.0	
CAPTPF	Bool	1.1	
OUT		0.0	
BOBY	Bool	2.0	
BOBY	Bool	2.1	
BOBCB	Bool	2.2	
BOBB2	Bool	2.3	
BOBB1	Bool	2.4	
BOBCC	Bool	2.5	
BOBZC	Bool	2.6	
BOBMC	Bool	2.7	
X61	Bool	3.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC5 GMR3: GRAFCET DE MISE EN REFERENCE 3

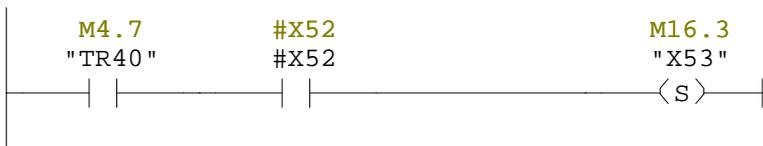
Réseau : 1 GMR3: activation de X52



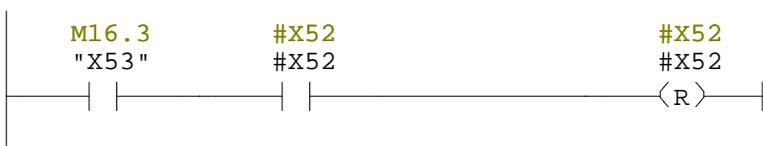
Réseau : 2 GMR3: activation de TR40



Réseau : 3 GMR3: activation de X53



Réseau : 4 GMR3: desactivation de X52



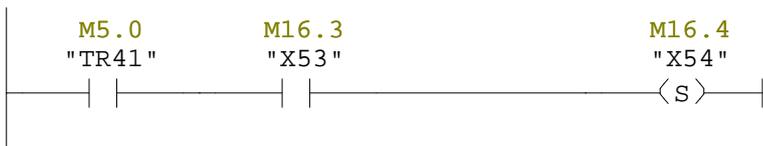
Réseau : 5 GMR3: desexcitation de la bobine Y+



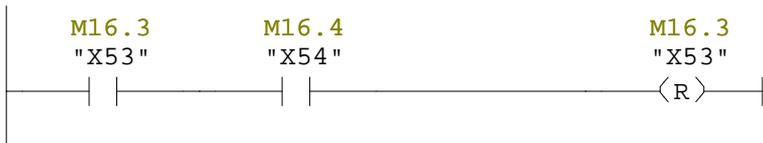
Réseau : 6 GMR3: activation de TR41



Réseau : 7 GMR3: activation de X54



Réseau : 8 GMR3: desactivation de X53



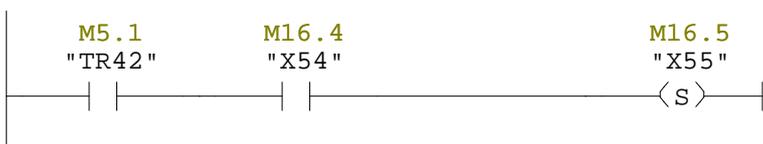
Réseau : 9 GMR3: FERMETURE DU VERIN



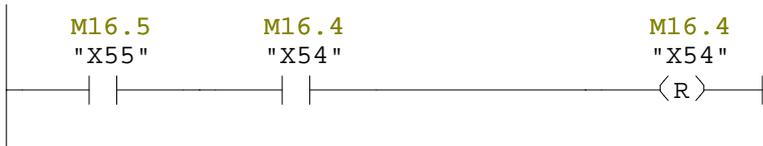
Réseau : 10 GMR3: activation de TR42



Réseau : 11 GMR3: activation de X55



Réseau : 12 GMR3: desactivation de X54



Réseau : 13 GMR3:excitation de la bobine du moteur de la bande deCARICAMATB



Réseau : 14 GMR3: activation de TR43



Réseau : 15 GMR3: activation de X56



Réseau : 16 GMR3: desactivation de X55



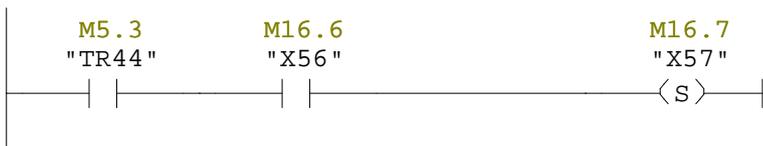
Réseau : 17 GMR3:excitation de la bobine du moteur de la bande 2



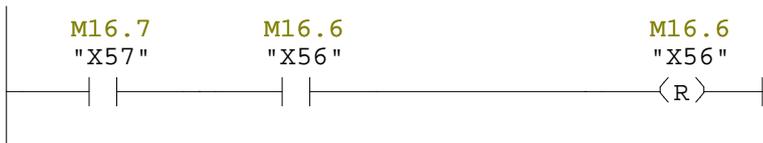
Réseau : 18 GMR3: activation de TR44



Réseau : 19 GMR3: activation de X57



Réseau : 20 GMR3: desactivation de X56



Réseau : 21 GMR3:excitation de la bobine du moteur de la bande 1



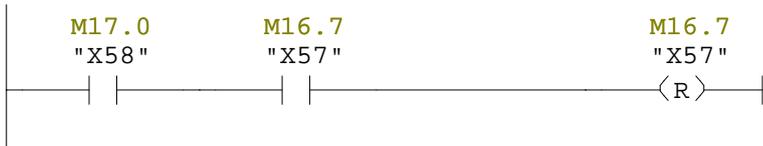
Réseau : 22 GMR3: activation de TR45



Réseau : 23 GMR3: activation de X58



Réseau : 24 GMR3: desactivation de X57



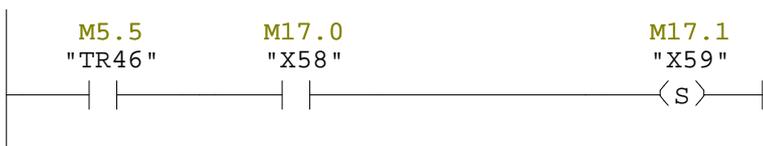
Réseau : 25 GMR3:excitation de la bobine du moteur du convoyeur courbé



Réseau : 26 GMR3: activation de TR46



Réseau : 27 GMR3: activation de X59



Réseau : 28 GMR3: desactivation de X58



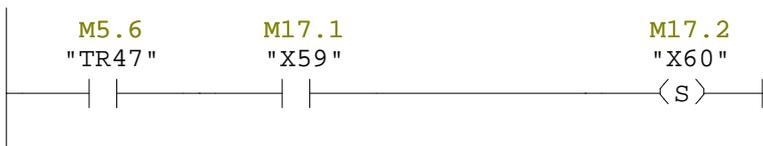
Réseau : 29 GMR3:excitation de la bobine de la zone de contrôle



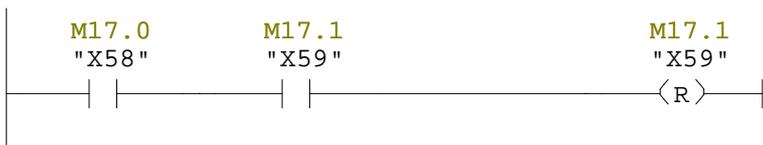
Réseau : 30 GMR3: activation de TR47



Réseau : 31 GMR3: activation de X60



Réseau : 32 GMR3: desactivation de X59



Réseau : 33 GMR3:excitation de la bobine de la MACHINE C



Réseau : 34 GMR3: activation de TR48



Réseau : 35 GMR3: activation de X61



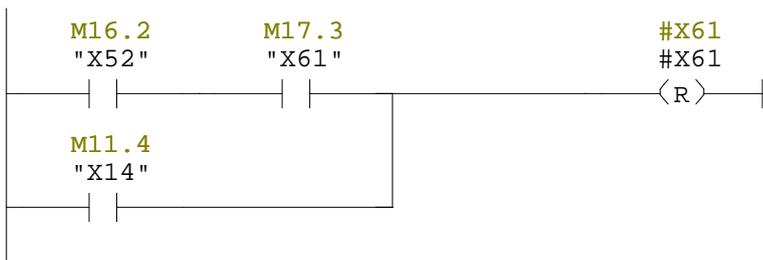
Réseau : 36 GMR3: desactivation de X60



Réseau : 37 GMR3 : RETOUR AU GMM



Réseau : 38 GMR3: desactivation de X61



Réseau : 39 GMR3: activation de TR49



FC6 - <offline>

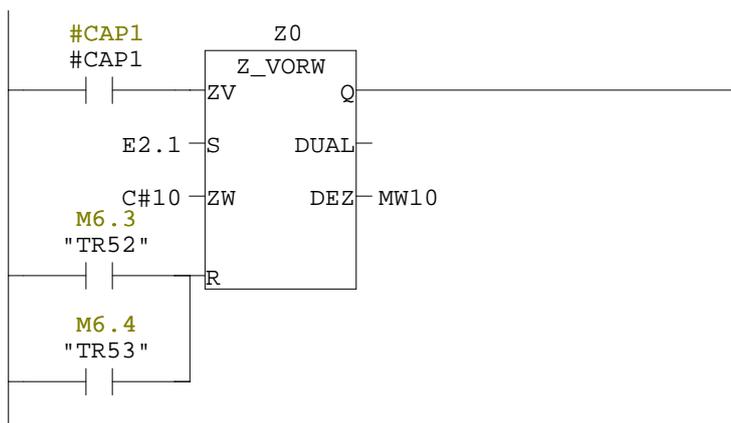
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 02/06/2014 13:46:46
Interface : 02/06/2014 13:46:46
Longueur (bloc/code /données locales) : 00582 00384 00000

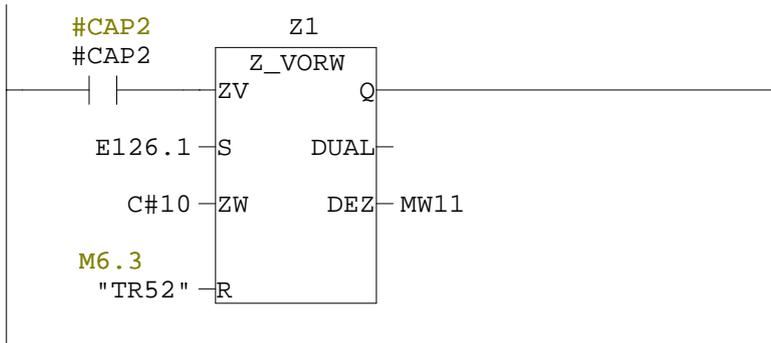
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
CAP1	Bool	0.0	
CAP2	Bool	0.1	
MODEA	Bool	0.2	
MODEB	Bool	0.3	
CAPPO	Bool	0.4	
CAPPF	Bool	0.5	
X28	Bool	0.6	
X6	Bool	0.7	
OUT		0.0	
BOBY	Bool	2.0	
BOBY	Bool	2.1	
X66	Bool	2.2	
X13	Bool	2.3	
X9	Bool	2.4	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC6 GEN1: GRAFCET D'EXPEDITION NORMALE VERS CARICAMAT A ET B

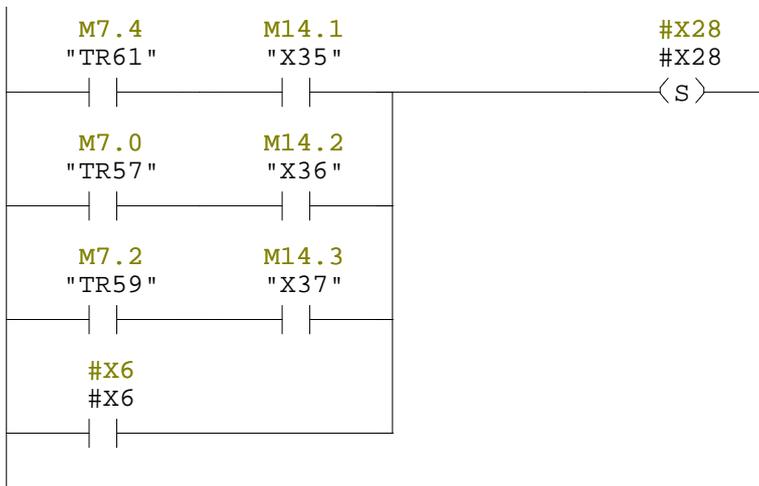
Réseau : 1 GEN1 : ASSOCIATION D'UN COMPTEUR AU CAPTEUR 1



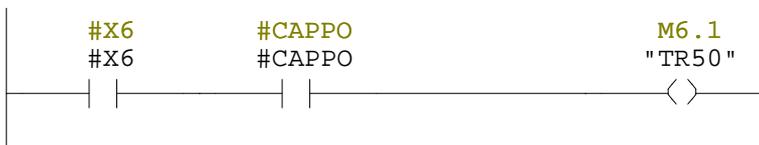
Réseau : 2 GEN1 : ASSOCIATION D'UN COMPTEUR AU CAPTEUR 2



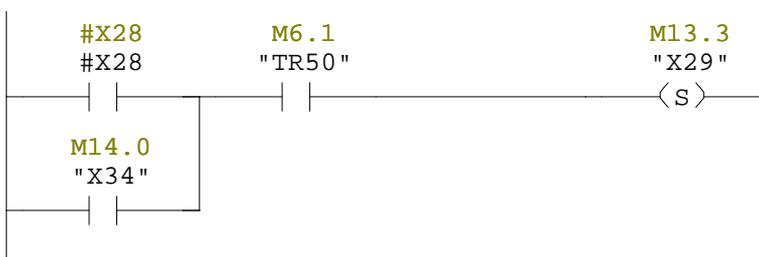
Réseau : 3 GEN1: ACTIVATION DE X28



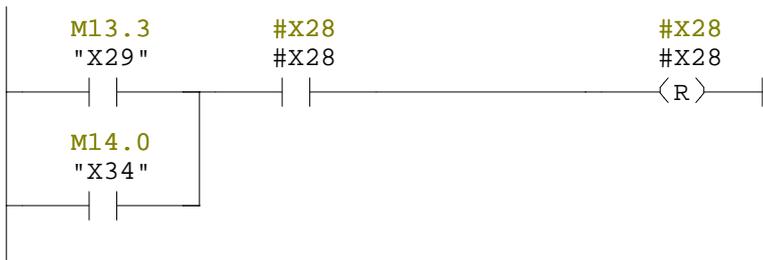
Réseau : 4 GEN1: ACTIVATION DE TR50



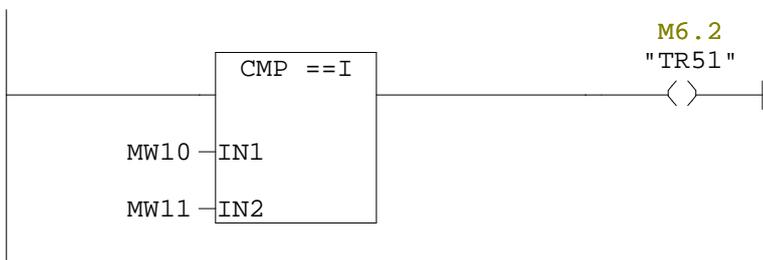
Réseau : 5 GEN1: ACTIVATION DE X29



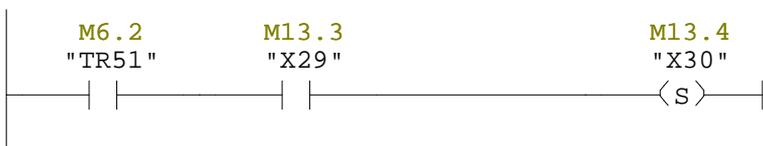
Réseau : 6 GEN1: DESACTIVATION DE X28



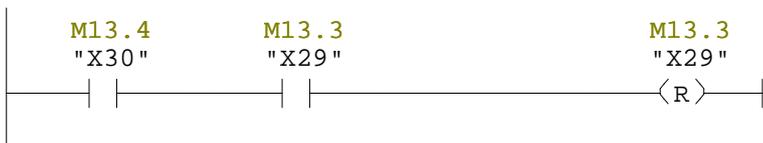
Réseau : 7 GEN1: ACTIVATION DE TR51



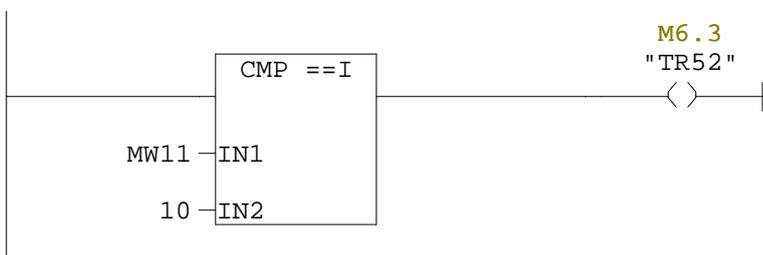
Réseau : 8 GEN1: ACTIVATION DE X30



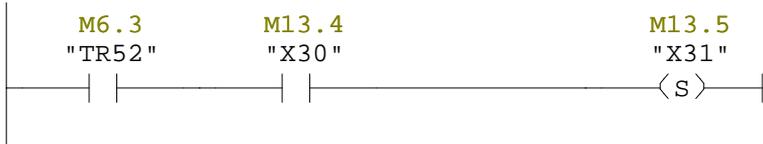
Réseau : 9 GEN1: DESACTIVATION DE X29



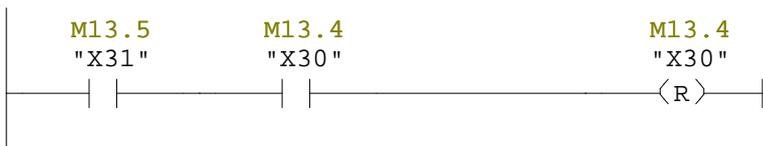
Réseau : 10 GEN1: ACTIVATION DE TR52



Réseau : 11 GEN1: ACTIVATION DE X31



Réseau : 12 GEN1: DESACTIVATION DE X30



Réseau : 13 GEN1: ACTIVATION DE ACTION 31



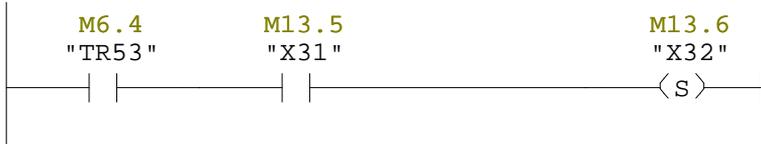
Réseau : 14 GEN1: ACTIVATION DE ACTION 31



Réseau : 15 GEN1: ACTIVATION DE TR53



Réseau : 16 GEN1: ACTIVATION DE X32



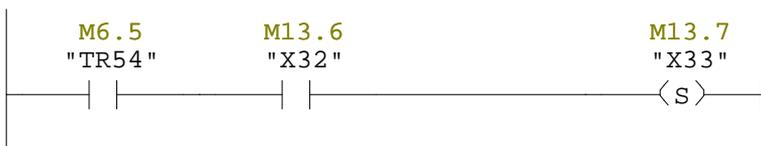
Réseau : 17 GEN1: DESACTIVATION DE X31



Réseau : 18 GEN1: ACTIVATION DE TR54



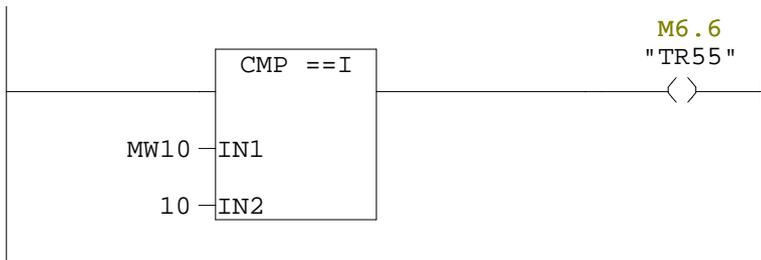
Réseau : 19 GEN1: ACTIVATION DE X33



Réseau : 20 GEN1: DESACTIVATION DE X32



Réseau : 21 GEN1: ACTIVATION DE TR55



Réseau : 22 GEN1: ACTIVATION DE X34



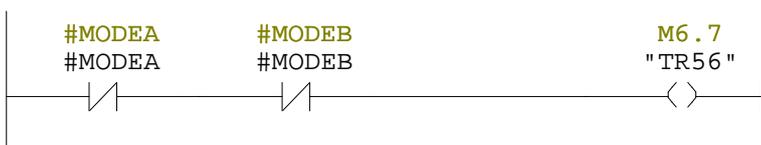
Réseau : 23 GEN1: DESACTIVATION DE X33



Réseau : 24 GEN1: ACTIVATION DE ACTION 34



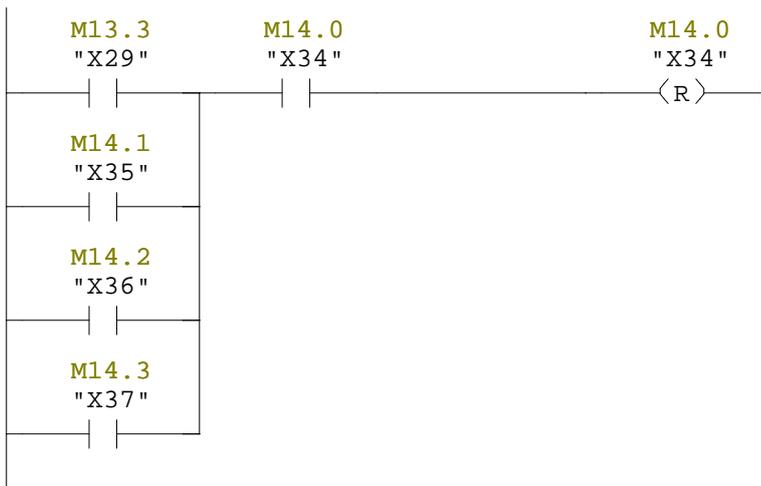
Réseau : 25 GEN1: ACTIVATION DE TR56



Réseau : 26 GEN1: ACTIVATION DE X35



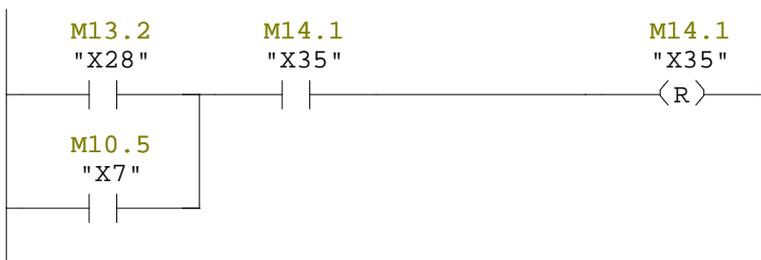
Réseau : 27 GEN1: DESACTIVATION DE X34



Réseau : 28 GEN1: ACTIVATION DE ACTION 34



Réseau : 29 GEN1: DESACTIVATION DE X35



Réseau : 30 GEN1 : ACTIVATION GAN



Réseau : 31 GEN1: ACTIVATION DE TR57



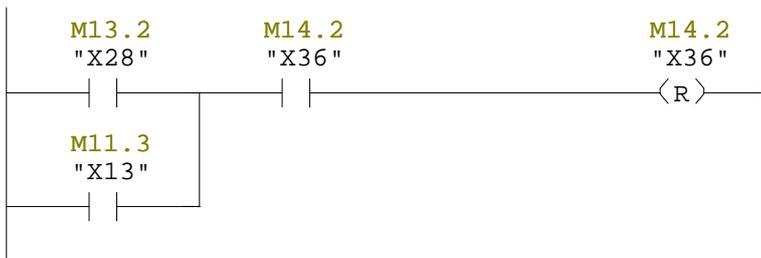
Réseau : 32 GEN1: ACTIVATION DE TR58



Réseau : 33 GEN1: ACTIVATION DE X36



Réseau : 34 GEN1: DESACTIVATION DE X36



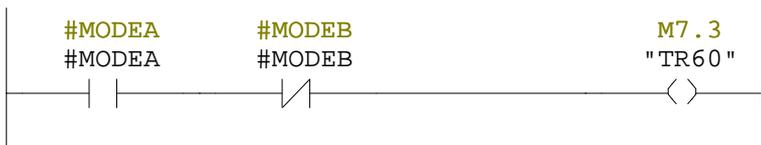
Réseau : 35 GEN1 : ACTIVATION MODE B



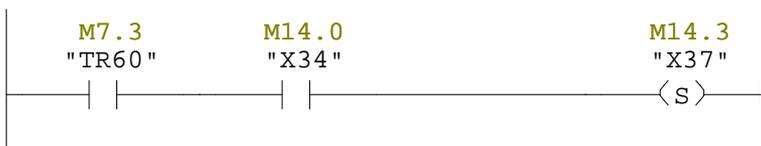
Réseau : 36 GEN1: ACTIVATION DE TR59



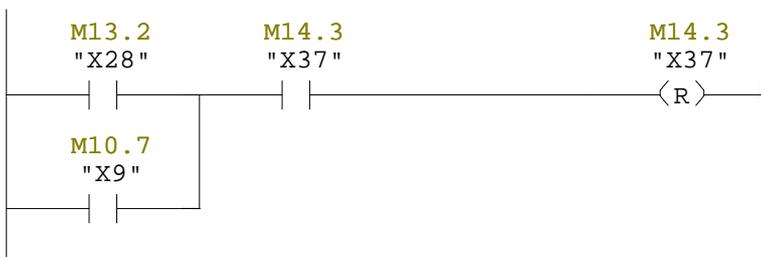
Réseau : 37 GEN1: ACTIVATION DE TR60



Réseau : 38 GEN1: ACTIVATION DE X37



Réseau : 39 GEN1: DESACTIVATION DE X37



Réseau : 40 GEN1 : ACTIVATION MODE A



Réseau : 41 GEN1: ACTIVATION DE TR61



FC7 - <offline>

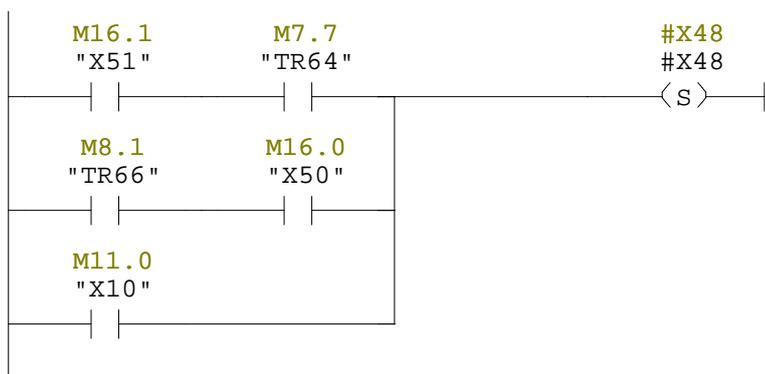
""

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 02/06/2014 13:55:25
Interface : 02/06/2014 13:55:25
Longueur (bloc/code /données locales) : 00248 00118 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
X48	Bool	0.0	
CAPTPO	Bool	0.1	
MODEA	Bool	0.2	
MODEB	Bool	0.3	
OUT		0.0	
X66	Bool	2.0	
X13	Bool	2.1	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC7 GEN2 : GRAFCET D'EXPEDITION NORMALE VERS CARICAMAT A

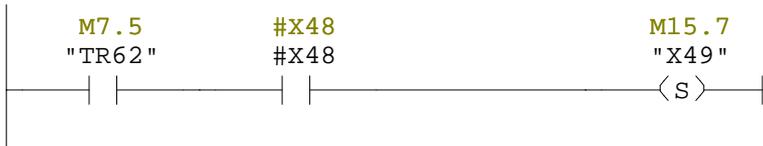
Réseau : 1 GEN2 : ACTIVATION DE X48



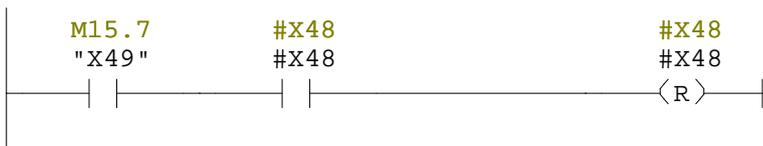
Réseau : 2 GEN2 : ACTIVATION DE TR 62



Réseau : 3 GEN2 : ACTIVATION DE X49



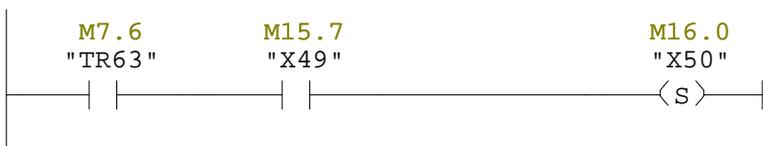
Réseau : 4 GEN2 : DESACTIVATION DE X48



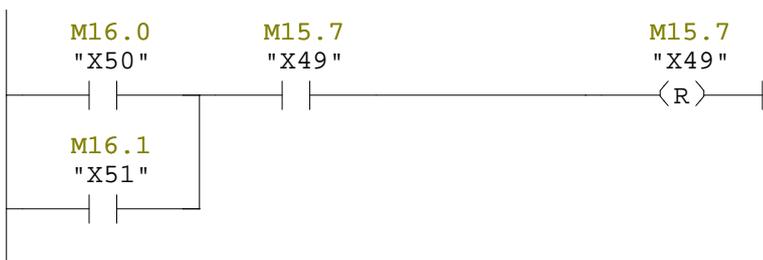
Réseau : 5 GEN2 : ACTIVATION DE TR 63



Réseau : 6 GEN2 : ACTIVATION DE X50



Réseau : 7 GEN2 : DESACTIVATION DE X49



Réseau : 8 GEN2 : ACTIVATION DU GAN



Réseau : 9 GEN2 : ACTIVATION DE TR 64



Réseau : 10 GEN2 : ACTIVATION DE TR 65



Réseau : 11 GEN2 : ACTIVATION DE X51



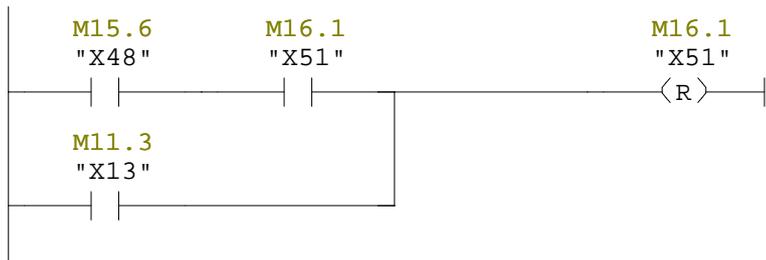
Réseau : 12 GEN2 : ACTIVATION DU MODE B



Réseau : 13 GEN2 : ACTIVATION DE TR 66



Réseau : 14 GEN2 : DESACTIVATION DE X51



FC8 - <offline>

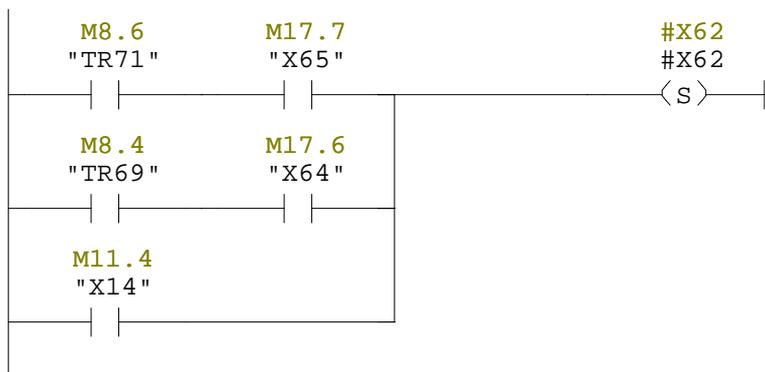
""

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 02/06/2014 14:05:26
Interface : 02/06/2014 14:05:26
Longueur (bloc/code /données locales) : 00270 00138 00000

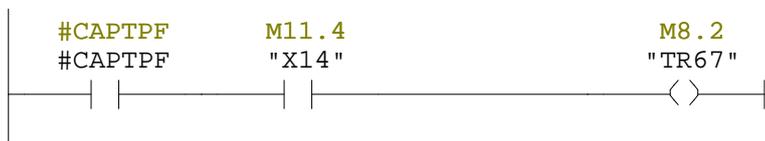
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
X62	Bool	0.0	
CAPTPF	Bool	0.1	
MODEA	Bool	0.2	
MODEB	Bool	0.3	
OUT		0.0	
X66	Bool	2.0	
X9	Bool	2.1	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC8 GEN3 : GRAFCET D'EXPEDITION NORMALE VERS CARICAMAT B

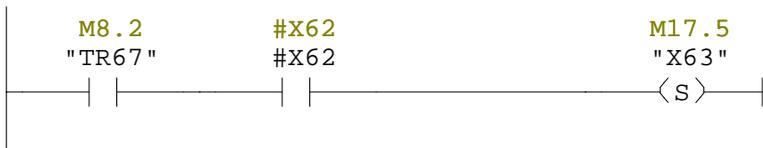
Réseau : 1 GEN3: ACTIVATION DE X62



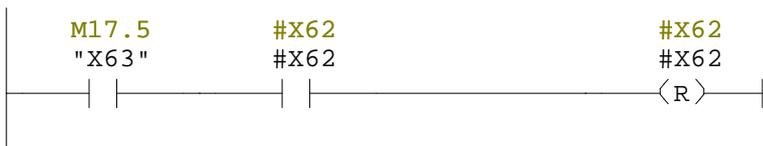
Réseau : 2 GEN3: ACTIVATION DE TR 67



Réseau : 3 GEN3: ACTIVATION DE X63



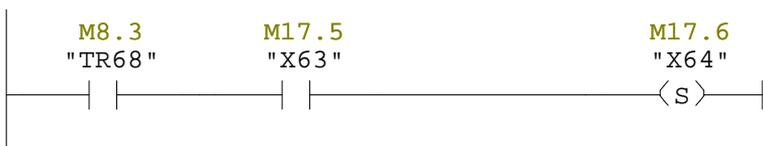
Réseau : 4 GEN3: DESACTIVATION DE X62



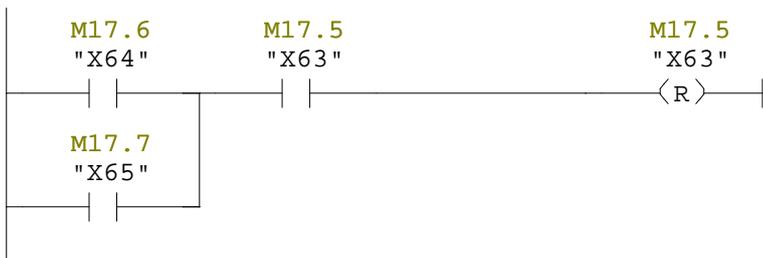
Réseau : 5 GEN3: ACTIVATION DE TR 68



Réseau : 6 GEN3: ACTIVATION DE X64



Réseau : 7 GEN3: DESACTIVATION DE X63



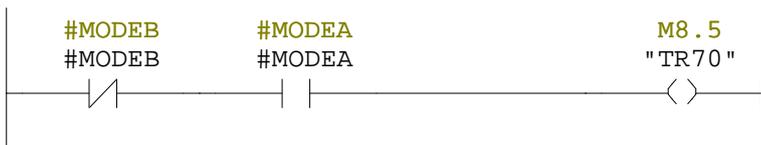
Réseau : 8 GEN3: ACTIVATION DU GAN



Réseau : 9 GEN3: ACTIVATION DE TR 69



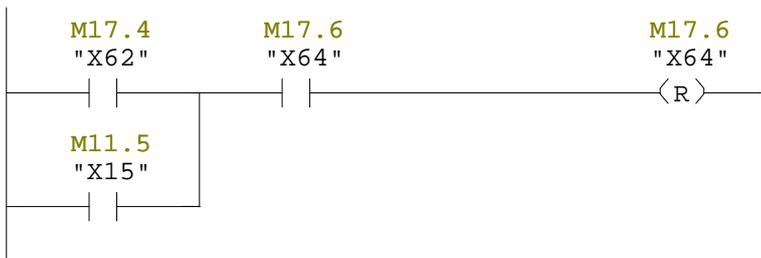
Réseau : 10 GEN3: ACTIVATION DE TR 70



Réseau : 11 GEN3: ACTIVATION DE X65



Réseau : 12 GEN3: DESACTIVATION DE X64



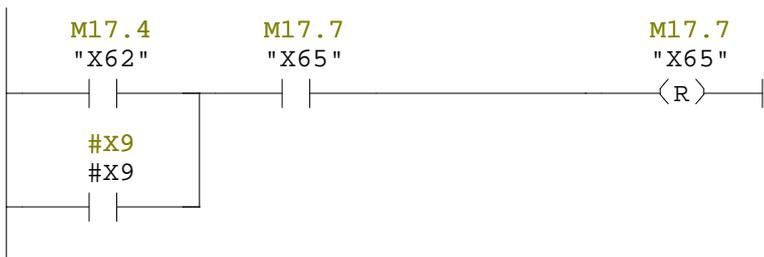
Réseau : 13 GEN3: ACTIVATION DU MODE A



Réseau : 14 GEN3: ACTIVATION DE TR 71



Réseau : 15 GEN3: DESACTIVATION DE X65



FC9 - <offline>

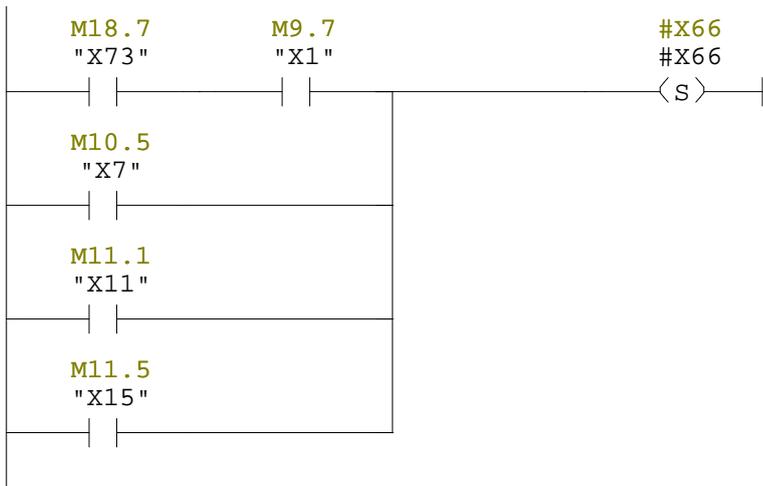
" "

Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 02/06/2014 14:17:23
Interface : 02/06/2014 14:17:23
Longueur (bloc/code /données locales) : 00400 00216 00000

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
X66	Bool	0.0	
CONTMC	Bool	0.1	
CONTZC	Bool	0.2	
CONTCC	Bool	0.3	
CONTB1	Bool	0.4	
CONTB2	Bool	0.5	
CONTCB	Bool	0.6	
CONTCA	Bool	0.7	
OUT		0.0	
BOBMC	Bool	2.0	
BOBZC	Bool	2.1	
BOBCC	Bool	2.2	
BOBB1	Bool	2.3	
BOBB2	Bool	2.4	
BOBCB	Bool	2.5	
BOBCA	Bool	2.6	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Bloc : FC9 GAN : GRAFCET D'ARRET NORMALE

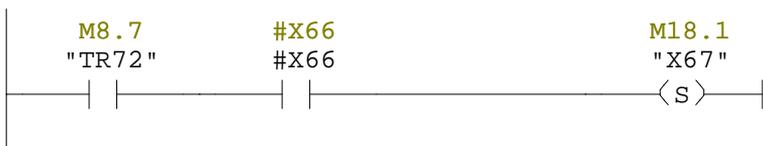
Réseau : 1 GAN: ACTIVATION DE X66



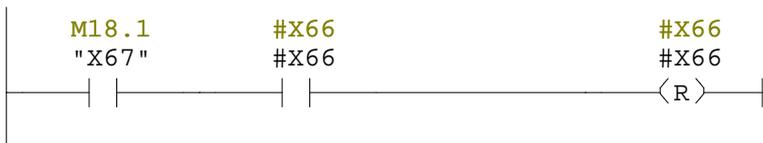
Réseau : 2 GAN: ACTIVATION DE TR 72



Réseau : 3 GAN: ACTIVATION DE X67



Réseau : 4 GAN: DESACTIVATION DE X66



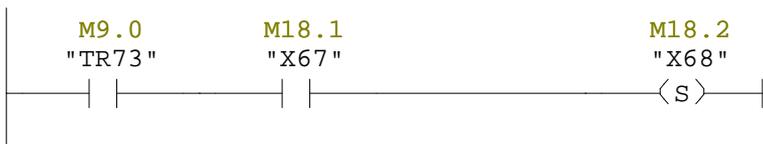
Réseau : 5 GAN: ARRET MACHINE C



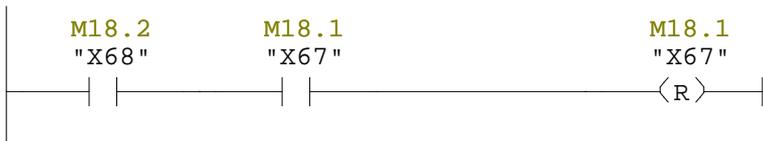
Réseau : 6 GAN: ACTIVATION DE TR 73



Réseau : 7 GAN: ACTIVATION DE X68



Réseau : 8 GAN: DESACTIVATION DE X67



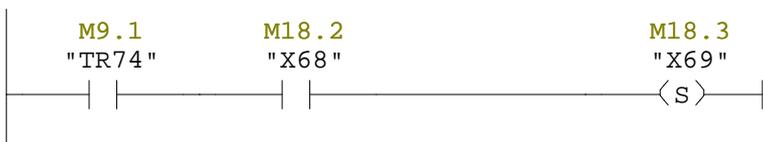
Réseau : 9 GAN: ARRET ZONE CONTROLE



Réseau : 10 GAN: ACTIVATION DE TR 74



Réseau : 11 GAN: ACTIVATION DE X69



Réseau : 12 GAN: DESACTIVATION DE X68



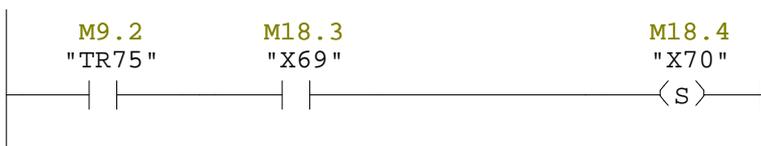
Réseau : 13 GAN: ARRET CONVOYEUR COURBE



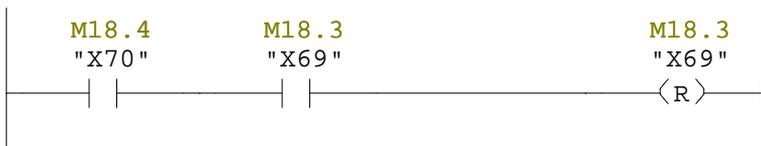
Réseau : 14 GAN: ACTIVATION DE TR 75



Réseau : 15 GAN: ACTIVATION DE X70



Réseau : 16 GAN: DESACTIVATION DE X69



Réseau : 17 GAN: ARRET BANDE 1



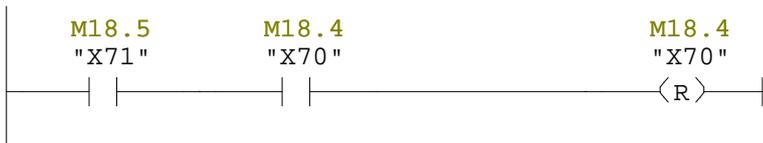
Réseau : 18 GAN: ACTIVATION DE TR 76



Réseau : 19 GAN: ACTIVATION DE X71



Réseau : 20 GAN: DESACTIVATION DE X70



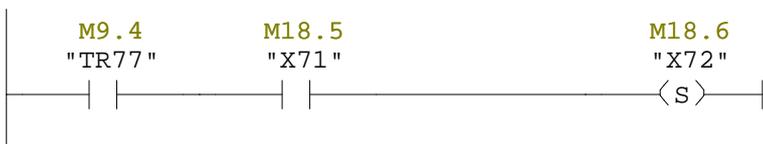
Réseau : 21 GAN: ARRET BANDE 2



Réseau : 22 GAN: ACTIVATION DE TR 77



Réseau : 23 GAN: ACTIVATION DE X72



Réseau : 24 GAN: DESACTIVATION DE X71



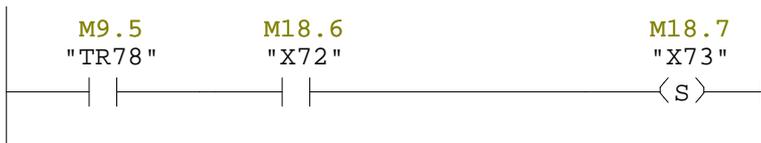
Réseau : 25 GAN: ARRET BANDE CARICAMAT B



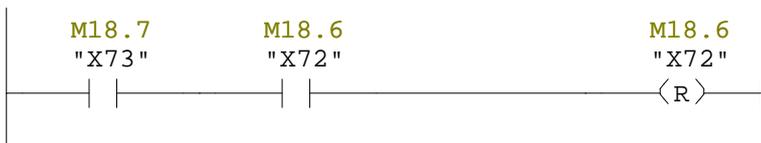
Réseau : 26 GAN: ACTIVATION DE TR 78



Réseau : 27 GAN: ACTIVATION DE X73



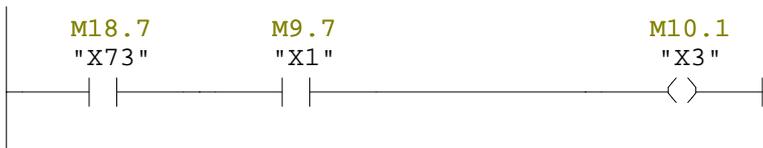
Réseau : 28 GAN: DESACTIVATION DE X72



Réseau : 29 GAN: ARRET BANDE CARICAMAT A



Réseau : 30 GAN : RETOUR AU GMM



Réseau : 31 GAN: ACTIVATION DE TR 79



Réseau : 32 GAN : DESACTIVATION DU X73

